



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Università Di Bologna – Campus di Cesena

Dipartimento di Architettura

Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico In Architettura

MODULARIDAD PARA LA DIVERSIFICACIÓN

SOCIAL HOUSING E RIGENERAZIONE URBANA
NELL'AREA MAHOU-CALDERÓN A MADRID

Tesi in

ARCHITETTURA SOSTENIBILE

Relatore

Prof. Jacopo Gaspari

Correlatore

Prof. Ernesto Antonini

Prof. Antonio Esposito

Prof. Kristian Fabbri

Presentata da

Gaia Masciangelo

Klelia Shpendi

Sessione luglio 2026

Anno Accademico 2025/2026

Indice

Abstract.....	1
 1. Le iniziative di Housing Sociale nel contesto spagnolo.....	5
1.1 Il modello residenziale spagnolo: quadro costituzionale e radici storiche della crisi	5
1.2 L'emergenza abitativa in Spagna: un'analisi quantitativa nel contesto europeo	8
1.3 Le politiche attuali: piani statali e interventi di edilizia sociale.....	10
 2. Le trasformazioni dell'area Mahou-Calderón nel contesto del piano di trasformazione della mobilità di Madrid.....	17
2.1 Relazione con il Paseo Imperial e i lotti circostanti	17
2.2 Arganzuela e il fiume: la riconversione del fiume del settore ex Mahou-Calderón	20
2.3 L'interramento dell'autostrada M30	22
2.4 La demolizione delle industrie Mahou e dello stadio Calderón.....	26
2.5 Piano di trasformazione.....	29
 3. L'area di progetto e il rapporto con la città.....	33
3.1 Morfologia e caratteristiche del lotto di intervento	33
3.2 Principali prescrizioni del bando di concorso e design brief	35
3.3 Vincoli e normativa di riferimento.....	36
3.4 Analisi microclimatiche	37
 4. Concept progettuale.....	47
4.1 Scelte tipologiche a confronto.....	47
4.2 L'impianto a corte nel contesto madrileno.....	49
4.3 Tipologie abitative e standard funzionali	51
4.4 Soluzione a volumi indipendenti.....	53
4.5 Soluzione a volume compatto	54

4.6 Studio degli effetti di ventilazione in funzione alla tipologia	56
5. Il nuovo complesso residenziale.....	59
5.1 Configurazione volumetrica e aspetti di sostenibilità ambientale.....	59
5.2 Studio della ventilazione naturale	63
5.3 Aggregazione dei tipi abitativi	66
5.4 Distribuzione verticale, orizzontale e spazi di relazione.....	73
5.5 Il ruolo dell'involucro: scelte figurative ed efficienza energetica	79
5.6 Effetto dell'utilizzo del ballatoio	87
5.7 Analisi Microclimatica Outdoor	93
5.8 Scelte tecnologiche e impiantistiche	101
6. Riflessioni conclusive	113
7. Bibliografia	117
7.1 Bibliografia	117
7.2 Sitografia	118

La tesi è stata sviluppata all'interno del Laboratorio di Laurea in Architettura Sostenibile.
 I capitoli 1-2-3-4 sono stati elaborati e redatti in collaborazione con le colleghe Alice
 Capiluppi, Sara Santandrea e Zita Spampinato.

Abstract

La tesi presenta una proposta progettuale per un nuovo complesso residenziale nell'area ex *Mahou-Calderón* a Madrid. Il quartiere è attualmente al centro di profonde trasformazioni morfologiche, segnate dalla demolizione dello storico birrificio *Mahou* e dello stadio *Vicente Calderón*, nonché dall'interramento dell'autostrada M-30. L'intervento si inserisce nel quadro di un'ampia crisi abitativa europea e, nello specifico, di quella locale, ponendosi come risposta concreta alla domanda insoddisfatta di edilizia sociale.

Il progetto prevede la realizzazione di un complesso destinato al *social housing*, volto a integrare alloggi accessibili e spazi di comunità per i residenti.

Il complesso è costituito da tre edifici residenziali con una quota di terziario. I corpi Nord e Sud adottano una distribuzione a ballatoio con alloggi a doppio affaccio, mentre l'edificio Est presenta un corridoio centrale con unità a monoaffaccio. L'intero impianto si fonda su un sistema modulare che garantisce un'elevata flessibilità combinatoria delle tipologie abitative; tale modularità si riflette anche sui prospetti esterni, dove l'incastro di pannelli di rivestimento con cromie e dimensioni differenti conferisce dinamismo e ritmo alla facciata.

Per favorire l'interazione sociale e l'aggregazione, il complesso integra spazi collettivi come *skygarden* e ballatoi vissuti, oltre a una corte interna verde pensata per colmare la carenza di aree pubbliche e naturali nel quartiere.

Le tecnologie costruttive impiegate assicurano un'elevata efficienza energetica, traducendosi in alti livelli di qualità abitativa e comfort indoor. Questa strategia progettuale è supportata da un'analisi dell'irraggiamento e dell'illuminazione naturale, calibrati per ridurre al minimo i consumi energetici e massimizzare il benessere degli utenti.

La proposta progettuale ambisce a realizzare edifici a basso consumo energetico, caratterizzati da spazi altamente fruibili per i residenti e improntati alla massima flessibilità distributiva.

1. Le iniziative di Housing Sociale nel contesto spagnolo

1.1 Il modello residenziale spagnolo: quadro costituzionale e radici storiche della crisi

Il diritto all'alloggio in Spagna è attualmente oggetto di un intenso dibattito sia in ambito giuridico sia sociale.

Il principale riferimento normativo per l'analisi del sistema abitativo in Spagna è rappresentato dall'articolo 47 della Costituzione del 1978, che stabilisce quanto segue:

“Tutti gli spagnoli hanno il diritto di godere di un’abitazione degna e adeguata. I pubblici poteri promuoveranno le condizioni necessarie e stabiliranno norme idonee per rendere effettivo questo diritto, regolando l'utilizzazione del suolo conformemente all'interesse generale per impedire la speculazione. La comunità parteciperà alla valorizzazione prodotta dagli interventi urbanistici degli enti pubblici”.

L'intento di tale formulazione da parte dei poteri pubblici era duplice: da un lato stabilire le norme adeguate a garantire il diritto a un alloggio dignitoso per le classi sociali più svantaggiate; dall'altro fornire allo Stato uno strumento giuridico per regolare l'utilizzo del suolo e contrastare la speculazione fondiaria.

L'evoluzione più recente di tale dettato si è concretizzata con l'approvazione della *Ley de Vivienda* (Legge 12/2023), che mira a strutturare un quadro normativo organico finalizzato a tradurre i principi costituzionali in tutele effettive.

Tuttavia, per comprendere le ragioni che hanno storicamente influenzato l'applicazione di questo principio costituzionale, si rende necessario analizzare specifici fattori politici e sociali che hanno caratterizzato il contesto spagnolo.

Questo percorso di analisi richiede l'approfondimento di alcuni temi fondamentali: i meccanismi di progressiva privatizzazione del patrimonio pubblico delle *Viviendas de Protección Oficial* (VPO), che hanno favorito il modello della

proprietà privata a scapito della locazione e l'impatto della crisi economico-finanziaria del 2008 sul quadro normativo e sociale nazionale.

Come evidenziato dagli studi storici riguardanti la politica abitativa condotti da José Candela Ochotorena nel volume *“Del pisito a la burbuja inmobiliaria. La herencia cultural de la vivienda en propiedad, 1939-1959”*, il modello residenziale spagnolo è stato profondamente orientato, durante la metà del XX secolo, verso la proprietà privata a discapito della locazione.

Tale modello fu realizzato attraverso la progressiva penalizzazione economica del mercato degli affitti e mediante un sistema di edilizia sociale (VPO).

Le Viviendas de Protección Oficial (VPO), costituiscono una formula originariamente concepita per garantire alloggi a prezzi calmierati alle fasce di popolazione con redditi medio-bassi.

Tuttavia, a differenza dei modelli di edilizia sociale diffusi nel resto d'Europa, le VPO presentano una caratteristica strutturale decisiva: la protezione pubblica non ha natura permanente, bensì temporanea. Decorso il periodo stabilito dalla legge (solitamente compreso tra i 15 e i 30 anni), tali immobili sono soggetti a un processo di *“descalificación”*, a seguito del quale decadono i vincoli di tutela pubblica.

L'estinzione di tali vincoli consente ai proprietari di immettere gli alloggi sul mercato libero, sia per la compravendita sia per la locazione, determinando una progressiva e significativa privatizzazione del patrimonio pubblico, annullatosi a favore del mercato privato.

Questo sistema di privatizzazione è strettamente connesso alla crisi economico-finanziaria del 2008 poiché negli anni precedenti al crollo, l'intensa speculazione e la bolla immobiliare erano state causa di un notevole aumento dei prezzi delle abitazioni, rendendo l'acquisto un passaggio quasi obbligato, seppur rischioso, per le fasce sociali più svantaggiate.

Lo scoppio della bolla nel 2008 ha determinato un profondo contraccolpo sul sistema: l'elevato tasso di disoccupazione ha reso insostenibile il pagamento dei mutui portando lo Stato in una crisi sistemica proprio a causa della precedente

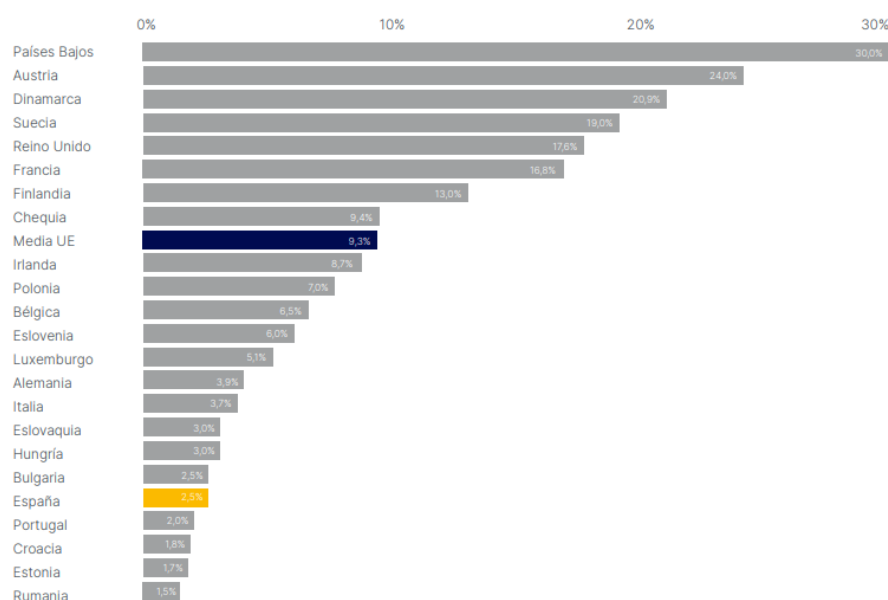
impostazione del mercato, che aveva incentivato l'acquisto anche ai ceti meno abbienti.

L'impossibilità di sostenere i costi immobiliari da parte di una fascia così ampia di popolazione ha generato una crisi di sistema, evidenziando tutti i limiti del modello immobiliare nazionale.

1.2 L'emergenza abitativa in Spagna: un'analisi quantitativa nel contesto europeo

Per comprendere la portata dell'emergenza abitativa in Spagna, è necessario inserire l'analisi in un contesto comparativo europeo.

Secondo le rilevazioni ufficiali di Eurostat e i report di Housing Europe, la media del patrimonio di edilizia sociale all'interno dell'Unione Europea si attesta stabilmente attorno al 9,3% del parco immobiliare totale.



Dati relativi alla media del patrimonio di edilizia sociale nell'Unione Europea (Fonte: Boletín especial vivienda social 2020. Eurostat y Housing Europe Observatory).

Come evidenziato dai dati comparativi, paesi come i Paesi Bassi guidano questa classifica con quote che raggiungono il 30% a livello nazionale e picchi del 40% nella capitale Amsterdam.

Al contrario, la Spagna, per ragioni storiche e strutturali, si presenta come uno dei paesi dell'Unione Europea con il più basso indice di edilizia sociale rispetto al totale del parco immobiliare esistente.

Il deficit delle politiche abitative spagnole trova una conferma nell'analisi quantitativa.

I dati elaborati dall'Osservatorio della *Vivienda Asequible di Provivienda* (basati sui dati del Ministero della Casa - MIVAU), consultabili nel grafico soprastante, certificano che la presenza di alloggi sociali in Spagna si attesta a circa il 2,5% dell'intero costruito nazionale.

Questo scenario di scarsità va ad essere maggiormente presente nei contesti metropolitani, dove la pressione del mercato è più intensa.

Nel caso specifico di Madrid, secondo i dati ufficiali del *Plan Estratégico de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo (EMVS)*, l'incidenza dell'edilizia sociale della città conta appena l'1,50% sul totale del patrimonio immobiliare urbano.

Questo dato non solo posiziona la capitale nettamente al di sotto di altre grandi metropoli europee, come Parigi che registra il 22,20%, o Vienna che raggiunge il 43%, ma evidenzia come la principale area urbana del Paese sia quasi del tutto priva di strumenti pubblici volti a contenere l'esplosione dei prezzi dei canoni di locazione e a tutelare le fasce di popolazione a rischio di esclusione residenziale.

Le stime ufficiali certificate dal *Banco de España* e da *CaixaBank Research*, quantificano il deficit strutturale complessivo di alloggi sociali a livello nazionale dalle precedenti 600.000 unità a 750.000 case mancanti nel periodo compreso tra il 2021 e il 2025.

Nella sola città di Madrid, i report dell'EMVS stimano una carenza di circa 45.000 alloggi.

La dinamica demografica della capitale, contraddistinta da un incremento continuo della domanda a fronte di un'offerta residenziale pubblica insufficiente, determina un disallineamento strutturale, che agisce oggi come un fattore di disuguaglianza, alimentando un'emergenza abitativa che richiede strategie di inserimento immobiliare calmierato.

1.3 Le politiche attuali: piani statali e interventi di edilizia sociale

Negli ultimi anni, per rispondere alla gravità dell'emergenza abitativa, le istituzioni spagnole hanno ridefinito le proprie politiche residenziali pubbliche.

Il superamento dello storico modello orientato alla proprietà privata e alla privatizzazione dell'edilizia sociale si fonda oggi su molteplici strategie interconnesse: l'introduzione di una riforma normativa su scala nazionale, il sostegno finanziario dei fondi europei e l'attuazione di interventi di rigenerazione urbana e gestione patrimoniale nei contesti locali e metropolitani.

La *Ley de Vivienda* 12/2023 è la prima legge statale sul diritto all'alloggio, e nasce con l'obiettivo di dare concreta attuazione al principio costituzionale di un'abitazione adeguata. Come riportato dal sito ufficiale della Presidenza del Governo, il testo normativo delinea una strategia volta a supportare le fasce di popolazione che incontrano maggiori barriere nell'accesso al mercato immobiliare, introducendo sia meccanismi di controllo e regolamentazione dei prezzi delle locazioni, sia misure per l'incremento della disponibilità di alloggi sociali in affitto.

Dal sito del Ministero dell'edilizia abitativa e dell'agenda urbana (MIVAU), si evince che il Governo spagnolo ha stabilito come priorità strategica l'incremento del patrimonio pubblico di alloggi destinati all'affitto accessibile, intervenendo con misure volte a garantire standard elevati di qualità, efficienza energetica e sostenibilità, come la costruzione di nuovi edifici o la riqualificazione di immobili esistenti in aree di proprietà pubblica.

Per coordinare lo sviluppo di queste nuove abitazioni, è stato approvato il *Plan de Vivienda en Alquiler Asequible (PVAA)* che si articola in iniziative collegate al MIVAU e al Fondo Sociale per gli Alloggi in Affitto.

Il Ministero, attraverso l'attuazione di diversi programmi, mira a realizzare oltre 183.000 alloggi in affitto sociale o a prezzi calmierati in tutto il territorio spagnolo. Le principali linee di intervento includono: alloggi mobilitati tramite l'Ente Statale

per la Casa (CASA47), utilizzo dei fondi del Piano di Recupero, Trasformazione e Resilienza (PRTR) e i Piani Statali per la Casa. L'Ente Statale per l'Edilizia Abitativa (CASA47), il cui nome richiama l'articolo 47 della Costituzione spagnola sul diritto alla casa, è la nuova azienda pubblica statale spagnola nata a fine dicembre 2025. Si tratta dell'organismo incaricato della gestione della quota più rilevante di alloggi previsti dal PVAA, pari a oltre 68.000 unità. Svolge le funzioni operative ufficiali del Ministero della Casa (MIVAU) e si occupa della gestione dell'intero ciclo residenziale, non solo gestisce il territorio, ma costruisce ed amministra un patrimonio pubblico di alloggi in affitto a prezzi accessibili.

L'obiettivo primario prefissato è quello di risollevare la Spagna dal grande deficit di edilizia pubblica, portando il parco di alloggi sociali ad almeno l'8% del totale del parco residenziale del Paese.

Per fare questo, CASA47 interviene stanziando 13 miliardi di euro in 10 anni. Nel 2026, l'ente ha stanziato un fondo da 100 milioni di euro per acquistare alloggi da privati e inserirli nel circuito pubblico. Parallelamente, l'organismo introduce una profonda revisione delle modalità di affitto calmierato. Per la prima volta il prezzo del canone non si basa sul costo di costruzione o sul mercato, ma sulla capacità di pagamento dell'inquilino. Il canone di affitto non potrà mai superare il 30% del reddito medio del nucleo familiare in quella specifica zona, e si aggiornerà annualmente in base all'Indice dei Prezzi al Consumo (IPC) o all'Indice di Riferimento degli Affitti Abitativi (IRAV). Inoltre, per evitare la speculazione edilizia, il patrimonio immobiliare gestito da CASA47 mantiene in via permanente lo status di edilizia sociale.

Un'altra linea d'intervento è il Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza (PRTR), che, come dichiarato sulla pagina ufficiale del Governo spagnolo, mira ad aumentare in modo sostanziale l'offerta di alloggi in affitto a prezzi accessibili e a basso consumo energetico, in collaborazione con il settore privato. È dotato di una somma destinata a investimenti diretti da parte dei vari governi regionali e locali

per coprire, in tutto o in parte, i costi associati alla costruzione di circa 25.000 alloggi.



Programma per la costruzione di 25.000 alloggi sociali in affitto in edifici a basso consumo energetico.

(Fonte: sito del Governo di Spagna)

Importante è anche il programma di prestiti gestito dall'ICO (*Instituto de Crédito Oficial*). Questo canale di finanziamento mette a disposizione una linea di credito, destinata esclusivamente a promotori pubblici e privati, con l'obiettivo di finanziare la costruzione o la riqualificazione di alloggi da destinare all'affitto sociale o a prezzi calmierati a lungo termine.

La recente evoluzione delle politiche abitative spagnole si fonda sul *Plan Estatal de Acceso a la Vivienda*, uno strumento programmatico a cadenza quadriennale concepito per essere aggiornato progressivamente nel tempo.

Tale impostazione si riflette nell'evoluzione del *Plan Estatal de Acceso a la Vivienda 2022-2025* e nella pianificazione successiva per il periodo 2026-2030.

Come evidenziato dall'*Observatorio Provivienda*, centro studi di riferimento per il monitoraggio dell'alloggio accessibile in Spagna, l'obiettivo centrale di questo strumento, nel nuovo programma aggiornato al periodo 2026-2030, consiste

principalmente nell'ampliamento e nella salvaguardia del patrimonio residenziale a canone calmierato, un traguardo perseguito attraverso l'adozione di tre linee d'azione complementari.

Il Piano stabilisce innanzitutto che qualsiasi abitazione finanziata con fondi statali debba mantenere a tempo indeterminato lo status di edilizia protetta, così da tutelare gli investimenti pubblici. In secondo luogo, garantisce una riserva di finanziamento minima pari al 40% del bilancio totale per l'incremento dell'offerta di alloggi sociali e a prezzi accessibili. Infatti, il budget totale stimato ammonta a 7 miliardi di euro, di cui 4,2 miliardi spettano al governo centrale e 2,8 miliardi alle comunità autonome. Infine, la strategia prevede canali di finanziamento dedicati all'industrializzazione del territorio destinato agli alloggi sociali. Nello specifico, è previsto uno stanziamento che può arrivare fino a 8.000 euro per ciascuna abitazione edificata.

2. Le trasformazioni dell'area Mahou-Calderón nel contesto del piano di trasformazione della mobilità di Madrid

2.1 Relazione con il Paseo Imperial e i lotti circostanti

La zona di intervento si trova nel quartiere Imperial, all'interno del distretto di *Arganzuela*, collocato a sud-ovest della città di Madrid. Questo comparto urbano, storicamente definito dalla presenza del birrificio *Mahou* e dello stadio *Vicente Calderón*, occupa la frangia sud-occidentale del centro consolidato di Madrid.

L'adiacenza al *Paseo Imperial* conferisce all'area di progetto una forte esposizione urbana, determinando condizioni di accessibilità, visibilità e permeabilità che influenzano direttamente l'impianto architettonico. Uno dei temi principali da affrontare è la connessione tra il *Paseo* e il progetto, con l'obiettivo di instaurare una positiva relazione tra di essi.

Per comprendere meglio la struttura urbana della zona, si è analizzato l'evoluzione storica del comparto.

Durante il regno di Carlo III, nel XVIII secolo, si progettaronο diversi percorsi alberati nell'area. Si decise di prolungare il *Paseo* in linea retta, creando un collegamento tra l'area della Puerta de Toledo e i punti di accesso a sud della città. Questa decisione, di prolungare in modo rettilineo la via, le affida una funzione ordinatrice. I lotti attorno, di conseguenza, si svilupparono seguendo il tracciato lineare, facendo assumere alla maglia urbana, una direzione verso il fiume *Manzanarre* e il centro storico della città.

Nel 1866 fu inaugurata la ferrovia circolare che si snoda nel quartiere, e che permise l'insediamento nella zona di attività industriali. Qualche anno dopo, venne costruita la stazione Imperial, dedicata esclusivamente al trasporto di merci e situata tra *Paseo de los Melancólicos*, *Paseo Imperial* e *Pontones*.

Durante il XX secolo, il quartiere registra un'eterogenea presenza di ambiti dedicati al settore industriale e abitazioni per la classe media e bassa, che si collocavano principalmente nella zona settentrionale dell'area. Queste dinamiche confermarono il *Paseo Imperial* come uno degli snodi principali della città, già delineatasi fin dal XVIII secolo, e rafforzata con lo sviluppo delle industrie, fino ad arrivare ai giorni nostri.

Dal punto di vista urbano, il *Paseo* separa differenti tipologie di tessuto edilizio. In direzione della zona settentrionale di Madrid, si registra una maglia più compatta di edifici a destinazione residenziale a isolati chiusi, elementi tipici dell'espansione ottocentesca di Madrid, come evidenziato nella mappa sottostante in azzurro. Verso sud, la zona colorata in arancione, i lotti si affacciano direttamente sulla strada, dando così forma a fronti urbani regolari, che definiscono più chiaramente lo spazio pubblico.



Schwarzplan della città di Madrid (Fonte: autori)

Nella zona ancora più a sud, l'insediamento delle attività industriali introduce un cambiamento nel tessuto, che diventa più frammentato e irregolare, con lotti di dimensioni maggiori e spazi aperti più estesi. Questa differenza di maglia si percepisce ancora oggi, con una zona del quartiere più compatta e una più frammentata, in cui si mescolano edifici residenziali, infrastrutture storiche, spazi pubblici aperti e percorsi di connessione verso il fiume.

2.2 Arganzuela e il fiume: la riconversione del fiume del settore ex Mahou-Calderón

Il contesto urbano è caratterizzato da una prevalente destinazione residenziale e interessato da una serie di trasformazioni che hanno modificato lo storico assetto urbano e morfologico del quartiere. La presenza del fiume *Manzanarre* e del parco di recente realizzazione che costeggia le sponde del fiume costituiscono elementi di forte caratterizzazione di tutto il comparto.

Dal punto di vista morfologico, l'area ha rappresentato per decenni una complessa cerniera di transizione tra il tessuto storico ottocentesco e la sponda orientale del fiume *Manzanarre*. È stata proprio la sua posizione geografica a decretarne, nel tempo, sia la fortuna industriale sia il successivo isolamento. La causa principale va ricercata nel tracciato originario in superficie della M-30: questa superstrada orbitale tagliava longitudinalmente il lotto e passava direttamente sotto la tribuna ovest dello stadio, creando una barriera infrastrutturale quasi invalicabile tra i quartieri residenziali e l'alveo fluviale.

Guardando alle connessioni urbane, il sito si configura come un nodo strategico di penetrazione nella capitale. Il suo margine settentrionale è lambito dai flussi di traffico di *Paseo de los Pontones* e *Paseo de la Virgen del Puerto*, direttrici che collegano l'area direttamente al nucleo storico del Palazzo Reale e alla stazione di Príncipe Pío. A est, invece, l'asse commerciale di *Paseo Imperial* e la vicinanza alla M-30 chiudono un perimetro che oggi cambia volto. Con il completamento dei tunnel e la demolizione delle strutture industriali e sportive, questa porzione di città, un tempo racchiusa tra grandi infrastrutture, si trasforma in una delle principali porte d'accesso al sistema integrato di Madrid Río.

Nel dibattito europeo sul rinnovamento delle grandi metropoli, il progetto ex *Mahou-Calderón* assume quindi una centralità strategica. L'operazione mostra chiaramente i complessi meccanismi di sostituzione funzionale di un'ex area

produttiva e sportiva attraverso strategie di sviluppo a forte impronta pubblica e residenziale.

I numeri del piano urbanistico definitivo approvato dal Comune di Madrid descrivono un'area d'intervento complessiva di 193.804 metri quadrati. Di questi, oltre l'80% della superficie (circa 163.874 metri quadrati) è stato vincolato a destinazione pubblica e a reti locali, con una ripartizione tra nuove infrastrutture viarie, aree verdi e servizi di quartiere.

Per quanto riguarda invece la quota destinata all'edificazione residenziale e terziaria, i metri quadrati previsti si attestano esattamente su 132.345. Questo tassello, benché rilevante sotto l'aspetto quantitativo, non è isolato. Al contrario, si inserisce perfettamente in quella macro-strategia che ha rivoluzionato da cima a fondo la viabilità e la mobilità della capitale spagnola: un cambiamento epocale inaugurato proprio con la nascita del parco lineare *Madrid Río* lungo le sponde del *Manzanarre*, e reso possibile grazie alla complessa opera ingegneristica di interrimento dell'autostrada M-30.

2.3 L'interramento dell'autostrada M30

La M-30 è un tracciato autostradale ad anello che circonda la città vecchia di Madrid, ovvero il centro storico e i primi distretti di espansione ottocentesca.



Tracciato M-30 (Fonte: Wikipedia)

Al tessuto residenziale e terziario è stata invece riservata la restante superficie edificabile, pari a 132.345 metri quadrati. Al di là dell'impatto numerico, questo intervento va letto all'interno della profonda trasformazione della mobilità urbana che sta interessando la capitale spagnola. Si tratta di un percorso cominciato proprio con il progetto *Madrid Río* lungo le sponde del *Manzanarre* e legato a doppio filo all'interramento della M-30.

L'opera rispondeva infatti alla necessità strategica di governare i flussi di traffico metropolitani e regionali dentro una visione di mobilità intermodale, alleggerendo

la pressione del trasporto privato sull'*Almendra Central*, il cuore di Madrid. In quest'ottica, scegliere di interrare i tratti più critici dell'infrastruttura è stato lo strumento ingegneristico e urbanistico chiave per ricucire le storiche fratture del tessuto cittadino, riqualificare l'ambiente fluviale del *Manzanarre* e restituire spazio pubblico alla collettività.

Il Piano di Riforma e Gestione Integrale della M-30, partito nell'estate del 2004, dimostra come il tunnel rispondesse a una pluralità di obiettivi macro-urbani ben precisi.

Il primo traguardo riguarda la ricomposizione spaziale del territorio. Storicamente, il tracciato in superficie della M-30 funzionava come una barriera fisica invalicabile, che separava nettamente i quartieri centrali dalle periferie e isolava l'alveo del *Manzanarre*. Portare la strada nel sottosuolo ha eliminato questo effetto barriera, ripristinando la continuità della trama urbana e favorendo la coesione sociale ed economica tra i diversi distretti.

A questo si affiancano la riduzione degli incidenti e l'ottimizzazione dei flussi veicolari. Il passaggio da una viabilità di superficie eterogenea, frammentata e interrotta da semafori – come accadeva nell'*Avenida de la Ilustración* – a un sistema sotterraneo continuo ha permesso di dimezzare il tasso di sinistrosità stradale, con un abbattimento stimato del 50%.

Sotto il profilo trasportistico, lo studio tecnico-economico dell'Ingegnere J.A. de las Heras Azcona, pubblicato sulla rivista *Rutas* nel 2007, evidenzia dati significativi: la fluidificazione del traffico e l'eliminazione dei punti di intreccio generano un risparmio complessivo dei tempi di viaggio valutato in 708 milioni di ore nell'arco di un trentennio.

Infine, l'opera ha inciso in modo determinante sull'abbattimento degli impatti ambientali negativi. Convogliare i flussi pesanti e il traffico di attraversamento all'interno delle gallerie migliora in modo diretto la qualità della vita dei residenti.

Sotto il profilo ecologico, le stime basate sui modelli di simulazione hanno confermato come i quartieri adiacenti abbiano beneficiato subito di un crollo netto

dell'inquinamento acustico. Parallelamente, si è innescato un calo progressivo del biossido di carbonio nell'aria. Se si guardano i dati, il taglio della CO₂ è quantificabile in circa 35.000 tonnellate annue già nei primi blocchi attuativi del piano.

La tendenza virtuosa, secondo le proiezioni, è destinata a consolidarsi nel tempo: l'obiettivo è infatti quello di toccare una riduzione di 64.800 tonnellate all'anno nel 2037, momento in cui l'intero impianto infrastrutturale girerà a pieno regime (De las Heras Azcona, 2007).

La vera svolta urbanistica dell'interramento della M-30 riguarda però il destino dei terreni liberati dalle auto.

Sotto l'asfalto si è venuto a creare un immenso vuoto urbano, una tela bianca pronta per ospitare un'infrastruttura verde di scala metropolitana. Muovendosi in questa direzione, la Municipalità di Madrid ha bandito nel 2005 un concorso internazionale per ridisegnare completamente l'assetto dell'area. Ad aggiudicarsi la progettazione è stato il gruppo composto dagli studi *Burgos & Garrido*, *Porrás La Casta*, *Rubio & A-Sala* e dagli olandesi di *West 8*. Il loro lavoro ha dato vita a *Madrid Río*: un grande corridoio ecologico la cui costruzione è giunta al termine nel 2011 (West 8, 2005-2011).



Madrid Río (Fonte: Studio Burgos & Garrido, 2014)

L'idea alla base di *Madrid Río* supera la logica del semplice parco lineare: l'intervento è stato concepito come una vera e propria metropolitana verde, un'infrastruttura ecologica capace di connettere i grandi parchi della regione metropolitana con il sistema dei parchi urbani interni alla città.

Questa impostazione a scala territoriale dialoga direttamente con la letteratura scientifica di settore. In quest'ottica, il progetto non viene interpretato come un mero intervento estetico, quanto piuttosto come un vero e proprio corridoio di connettività biologica e ciclo-pedonale (Garrido, 2014).



Mappa delle connessioni territoriali ed ecologiche di Madrid Río (Fonte: Studio Burgos & Garrido, 2014)

2.4 La demolizione delle industrie Mahou e dello stadio Calderón

La demolizione dello stabilimento birrario *Mahou* e dello stadio *Vicente Calderón* hanno rappresentato l'ultimo fondamentale tassello per completare il quadro delle trasformazioni urbane connesse all'interramento della M30.



Vista dall'alto di come si presentava l'area nel 2005. 1) Stadio Vicente Calderón; 2) Birrificio Mahou
(Fonte: Google Earth)

Questo intervento, noto come *Nuevo Mahou-Calderón*, ha permesso l'interramento dell'ultimo tratto di M-30, in quanto tale porzione era posta esattamente sotto le tribune dello stadio, completando così l'operazione avviata nel 2004-2007.

Se l'inaugurazione di *Madrid Río* del 2011 ha ridefinito quasi l'interezza del comparto fluviale, l'area occupata dal vecchio stadio *Vicente Calderón* e dagli stabilimenti industriali del birrificio *Mahou* ha rappresentato per anni una discontinuità urbana.

L'intero processo si è concluso con la demolizione programmata di questi fabbricati, un'operazione formalizzata attraverso il *Plan Parcial de Reforma Interior* che ha permesso di ridefinire un'area di oltre 200.000 metri quadrati (*Ayuntamiento de Madrid*, 2016).

La vera sfida ingegneristica del piano, tuttavia, è stata la demolizione controllata dello stadio *Vicente Calderón*, portata avanti tra il 2019 e il 2020. I lavori hanno dovuto fare i conti con un vincolo non da poco: la vicinanza ravvicinata della M-30. Proprio per questo motivo, l'abbattimento è stato organizzato in macro-fasi successive. Le tribune nord, est e sud sono state le prime a essere smantellate, una sequenza temporale documentata anche nel fotoreportage pubblicato da EL PAÍS nel 2019.



Fasi di demolizione del vecchio stadio (Fonte: EL PAÍS, 2019)

Mentre la tribuna ovest (quella poggiata sopra l'autostrada) è stata isolata e smantellata progressivamente solo dopo aver deviato provvisoriamente il flusso automobilistico su un tracciato alternativo in superficie.



Vista delle tribune, poste esattamente sopra la M30, sulla sinistra è possibile notare anche il birrificio Mahou

(Fonte: The New York Times)

Una volta liberata l'impronta a terra dello stadio, si è proceduto alla costruzione del nuovo tunnel di collegamento. Questa nuova arteria interrata ha permesso di connettere in modo definitivo i due tronchi della M-30 precedentemente interrati.

Insieme ai lavori sullo stadio, sono state dismesse e poi abbattute anche le storiche fabbriche di birra della *Mahou*.

Lo smantellamento di questi due comparti ha reso disponibile una superficie pari a 193.804 m², come riportato nella Modifica al Piano Regolatore Generale, che il piano di riqualificazione urbana prevedeva di destinare parte a edilizia residenziale e servizi di quartiere (*Ayuntamiento de Madrid*, 2017).

2.5 Piano di trasformazione

L'abbattimento del birrificio e delle tribune del *Vicente Calderón* ha eliminato una barriera cieca che da decenni interrompeva l'asse del *Manzanarre*. Questa operazione ha permesso finalmente di saldare il tessuto storico di *Arganzuela* al parco lineare di *Madrid Río* (Burgos & Garrido, 2014). Parallelamente, il progetto ha richiesto la gestione di un cantiere delicatissimo per deviare il tracciato della M-30. Parliamo di un'arteria da 170.000 veicoli al giorno, che ha dovuto scivolare sotto le vecchie strutture in demolizione per connettersi alla rete sotterranea cittadina, il tutto senza mai interrompere il traffico (De las Heras Azcona, 2007).

Più che l'impatto visivo, la reale portata pubblica dell'intervento emerge chiaramente dai dati del piano definitivo approvato dall'*Ayuntamiento de Madrid* (2017). Su un'area complessiva di 193.804 metri quadrati, la quota riservata a servizi, viabilità locale e standard pubblici raggiunge infatti l'84,5%. In termini pratici, questo significa l'inserimento di oltre 73.000 metri quadrati di sole aree verdi e corridoi ecologici nel cuore della capitale.

Il piano supera così la classica zonizzazione monofunzionale di stampo novecentesco, puntando su un modello di tessuto urbano misto in cui convivono residenze, servizi di quartiere e spazi verdi. Una pluralità di funzioni pianificata calibrando i parametri di edificabilità e il disegno dei lotti. Nello specifico, i nuovi blocchi residenziali sono stati distribuiti alternando edifici a corte e a torre, fissando un'altezza massima di dieci piani.

Questa precisa disposizione geometrica assicura la permeabilità visiva dai quartieri storici verso l'acqua e agevola il passaggio delle correnti lungo l'asse del *Manzanarre*, un fattore chiave per mitigare l'effetto isola di calore urbana. L'Amministrazione ha poi preteso che una quota significativa della volumetria venisse riservata all'edilizia convenzionata e sociale. L'obiettivo politico e urbanistico è chiaro: frenare le dinamiche speculative che spesso accompagnano i grandi progetti di riqualificazione paesaggistica ad alto standard.

3. L'area di progetto e il rapporto con la città

3.1 Morfologia e caratteristiche del lotto di intervento

L'area di intervento presenta una geometria regolare, di forma trapezoidale, ma una configurazione altimetrica articolata, con un dislivello di nove metri, tra il vertice nord, verso il *Paseo*, e il vertice sud, verso la scuola. Si configura così un lotto con doppia pendenza, che influenza in maniera significativa l'impostazione dell'intervento.

A nord dell'area di intervento è presente un ulteriore complesso residenziale, caratterizzato dalla presenza di un supermercato al piano terra.

Sul lato est si sviluppa il *Paseo Imperial*, uno dei principali viali di Madrid, che connette la zona sud con il centro della città attraversando un contesto prevalentemente residenziale.



*Vista del fabbricato residenziale di recente costruzione, posto a nord rispetto al lotto di intervento
(Fonte: autori)*

A sud dell'area si trova una scuola, della quale è previsto un ampliamento che interessa sia l'edificio scolastico sia le aree verdi pertinenti.



Vista verso sud rispetto al lotto di intervento, dove sul lato sinistro si può vedere la scuola (Fonte: autori)

Sul lato ovest, infine, è presente un parco giochi confinante con l'area di progetto, circondato da ulteriori insediamenti residenziali.



Vista del parco, posto sul lato ovest, rispetto al lotto di intervento (Fonte: autori)

3.2 Principali prescrizioni del bando di concorso e design brief

In Europa si stima una domanda non soddisfatta di 9,6 milioni di alloggi, alimentata dalla dinamica demografica, dal sovraffollamento e dal divario fra prezzi di mercato e possibilità economiche degli abitanti.

Il bando di concorso prevede la realizzazione di residenze di *social housing*, ovvero residenze con una parte di alloggi accessibili a prezzi ridotti rispetto al libero mercato, con l'obiettivo di ottimizzare la capacità insediativa dell'area attraverso un'organizzazione efficiente degli spazi abitativi residenziali.

Sono previste tre differenti tipologie abitative:

- un alloggio di superficie complessiva di circa 45 m², con una stanza da letto matrimoniale, un bagno, soggiorno e cucina.
- un alloggio da circa 50/60 m², con una stanza matrimoniale e una singola, bagno, soggiorno e cucina.
- un alloggio di circa 70 m², con tre stanze da letto, di cui una matrimoniale e due singole, due bagni, soggiorno e cucina.

Una porzione dell'edificio è destinata al settore terziario.

È prescritta una dotazione di posti auto utili agli alloggi e al settore terziario.

In merito ai parametri morfologici dell'edificio, il brief fissa un limite verticale massimo pari a nove piani fuori terra. Tale prescrizione risponde non solo a criteri di controllo volumetrico, ma recepisce anche le istanze della comunità locale; la limitazione mira, infatti, a mitigare l'impatto visivo sullo skyline urbano, precedentemente oggetto di dibattito e contestazioni da parte dei residenti nei confronti dei recenti interventi edilizi.

3.3 Vincoli e normativa di riferimento

I criteri minimi di metratura adottati fanno riferimento alla normativa spagnola, che si distingue da quella italiana prevedendo standard dimensionali più contenuti.

La normativa di riferimento è il *Plan General de Ordenación Urbana de Madrid*.

STANZA	ITALIA	SPAGNA
Soggiorno	20 mq	14 mq
Camera principale	14 mq	12 mq
Camera secondaria	9 mq	7 mq
Bagno	4 mq	3 mq
Cucina	9 mq	7 mq
Altezza minima	2,70 m	2,50 m

Il Piano normativo è stato aggiornato negli ultimi anni per rispondere meglio alle nuove esigenze di mercato, ma eliminando anche alloggi troppo angusti con spazi inaccessibili, in modo da garantire all'utente standard di comfort più dignitosi.

Riguardo all'illuminazione naturale, le superfici vetrate devono occupare un'area di almeno il 12% della superficie utile della stanza.

Le aperture per la ventilazione naturale devono essere superiori all'8% della superficie utile del locale.

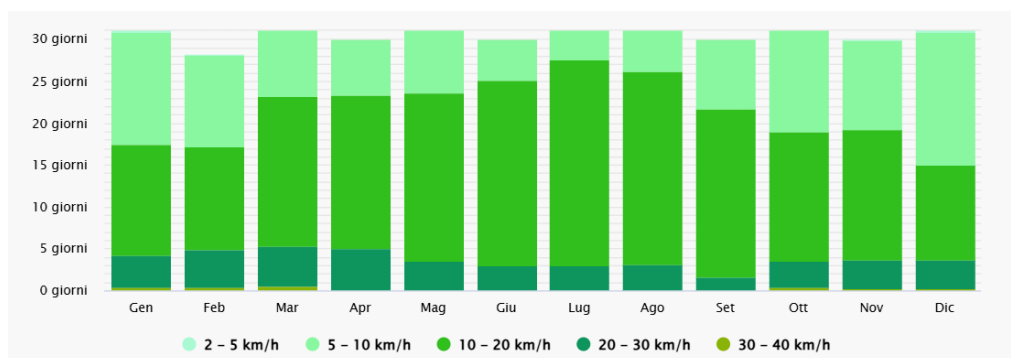
3.4 Analisi microclimatiche

La città di Madrid è caratterizzata da una forte isola di calore, con differenze che possono arrivare a 8°C fra le temperature delle zone più centrali e quelle di periferia. Durante la notte l'asfalto e le altre pavimentazioni rilasciano il calore accumulato durante la giornata, che non permette di raffrescare il quartiere neanche durante le ore notturne.

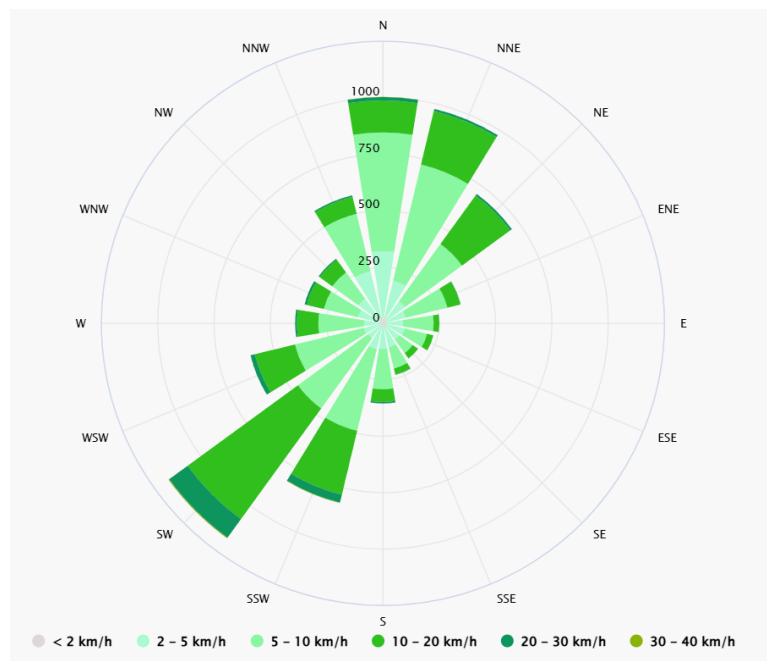
La zona che si sviluppa attorno al fiume, tra cui il parco fluviale di recente costruzione, è principalmente ricoperta da verde, che contribuisce all'abbassamento delle temperature rispetto alle zone pavimentate e edificate. Un ulteriore fattore è dato dall'acqua, che genera delle correnti fresche. Mescolando questi due fattori, il verde e l'acqua, si sviluppa un clima più fresco, più vivibile, soprattutto nelle giornate estive. Tramite anche la presenza di alberi, la zona è schermata dalle loro chiome che impediscono il surriscaldamento del suolo.

Il quartiere presenta forti contrasti termici e ambientali a causa della vicinanza al fiume. I caratteri tipici dell'area ex-industriale producono rilevanti effetti "isola di calore", a cui si contrappone l'azione mitigatrice del vicino fiume *Manzanarre*.

Nell'area più interna, troviamo invece pavimentazione, cemento e asfalto che accumulano calore nelle giornate più calde, rendendo la zona ancora più calda. Le aperture sono assenti o poco presenti, rendendo facile il surriscaldamento della pavimentazione, che, nei giorni più caldi, crea picchi di stress termico elevati.



Velocità del vento (Fonte: meteoblue.com)

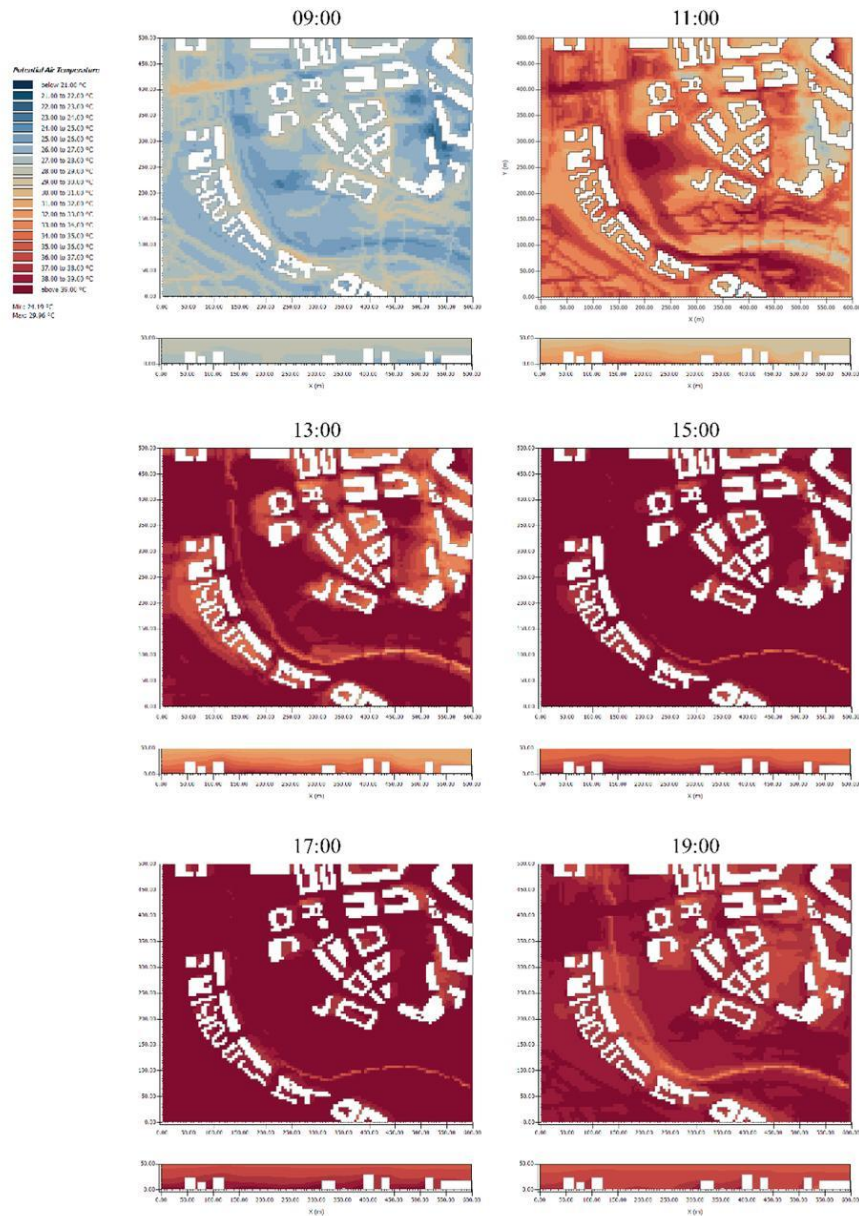


Rosa dei venti (Fonte: meteoblue.com)

La rosa dei venti rappresenta la direzione e l'intensità dei venti di Madrid. Tramite questa lettura, si nota come i venti principali arrivino da sud-ovest, chiamato *Ábrego* e da nord, detto *Cierzo*. I venti principali hanno una velocità compresa di 5 e 20 km/h. Sono presenti anche episodi di vento più forte, provenienti principalmente da sud-ovest, che arrivano fino a 20-30 km/h. Nelle direzioni est e ovest il vento è debole e quasi non presente.

Temperatura dell'aria (°C)

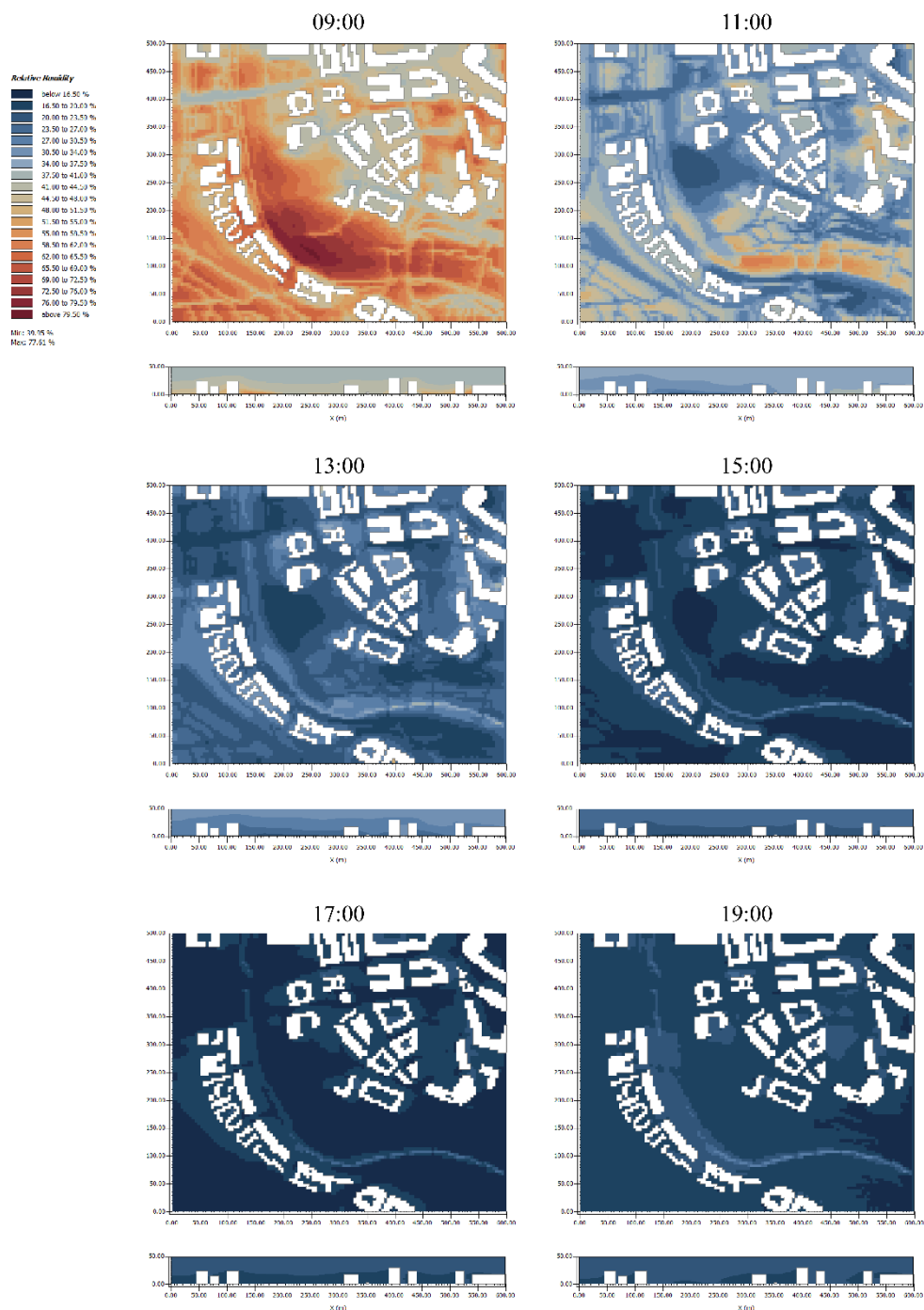
La simulazione evidenzia come varia la temperatura dell'aria nell'arco della giornata. In particolare si può notare che la temperatura ha dei picchi molto alti, oltre i 39°C, soprattutto a partire dalle 13:00.



Temperatura dell'aria del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Umidità relativa (%)

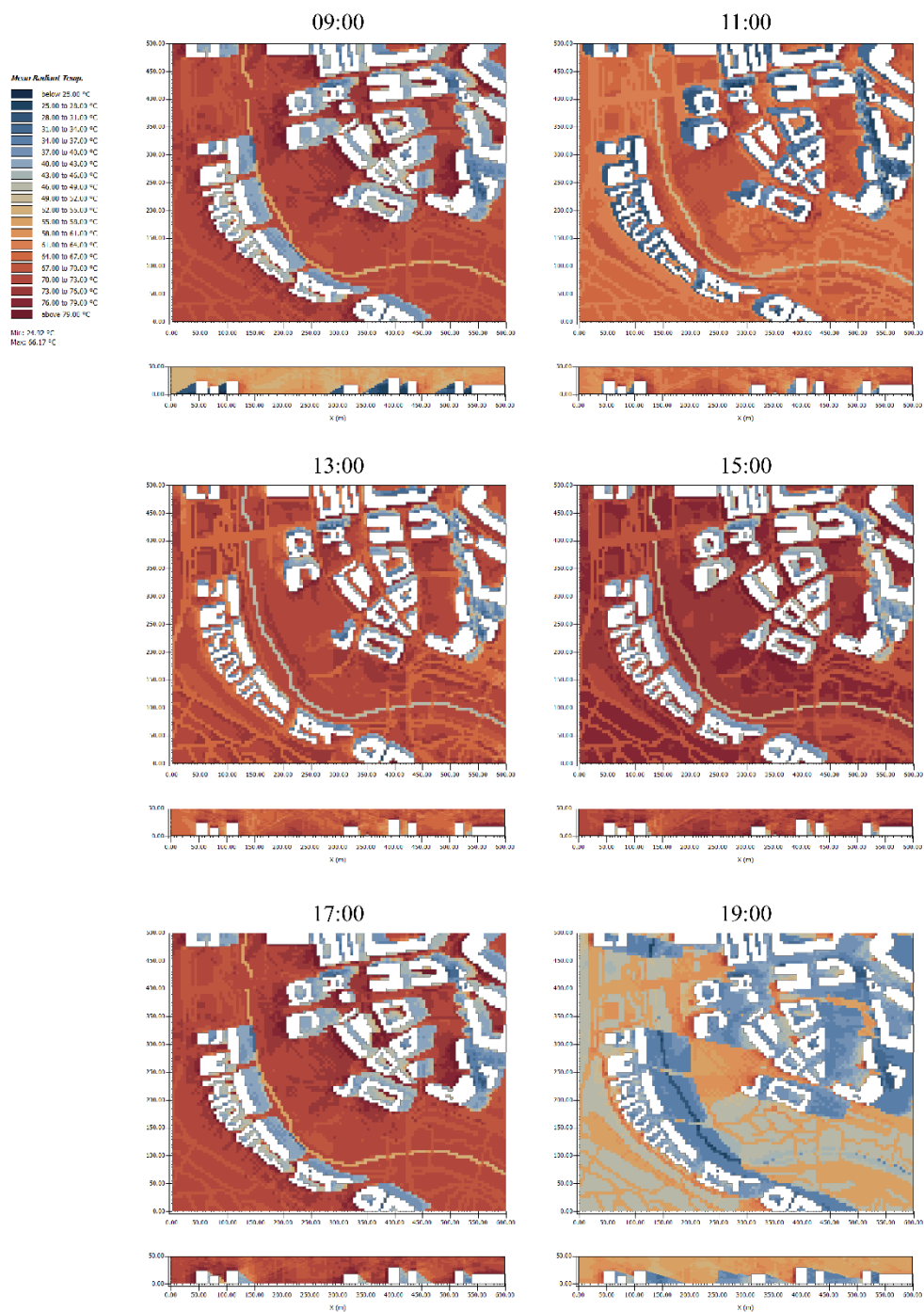
Il software restituisce un quadro complessivo dell'umidità della nostra area. In particolare, possiamo notare come l'umidità sia maggiore nelle aree subito vicine al fiume.



Umidità relativa del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura media radiante (°C)

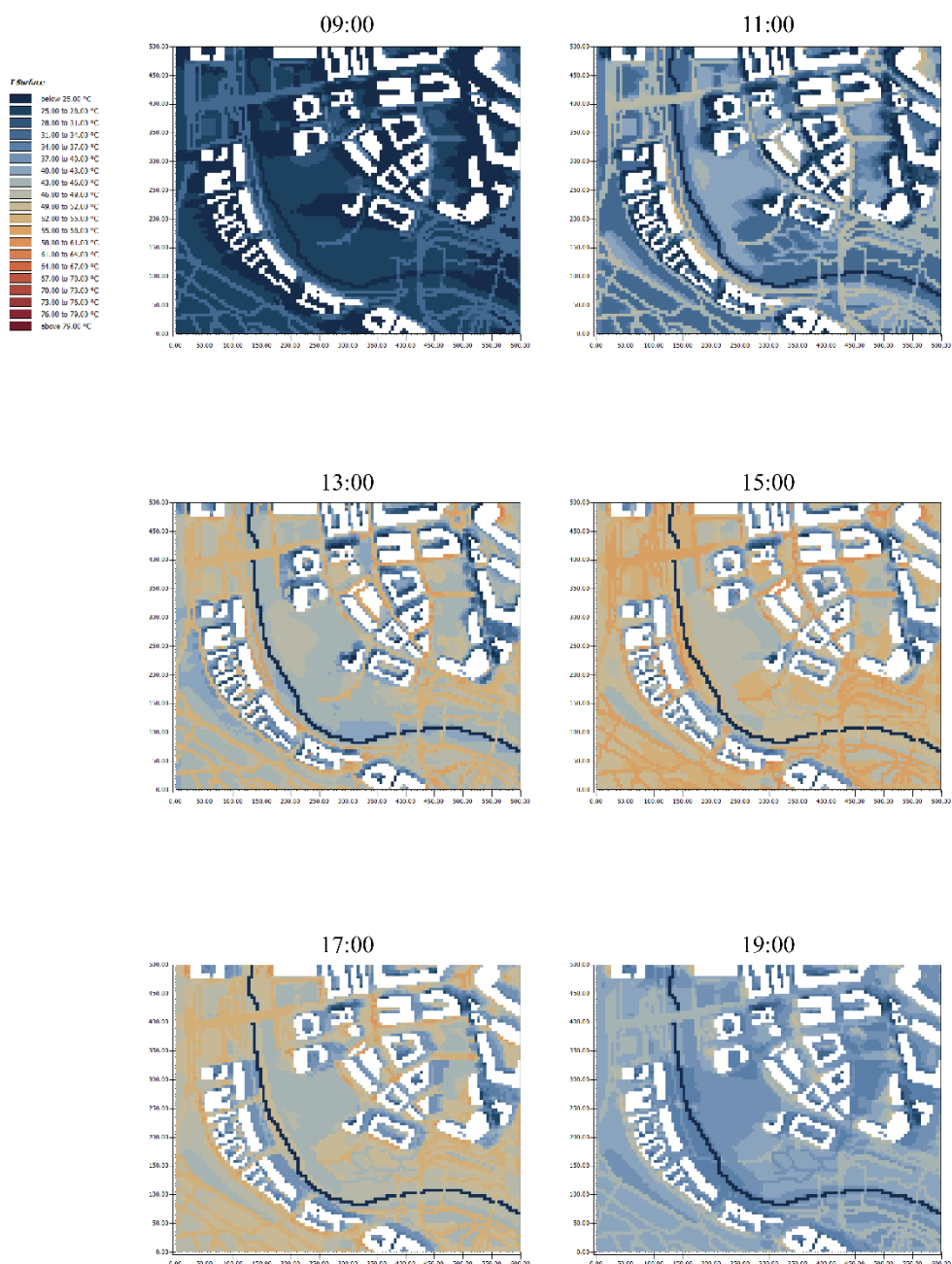
Dall'estrapolazione è possibile notare come le aree subito vicine agli edifici siano più fresche, mentre le altre risultano molto calde, con picchi oltre i 79°C a partire dalle ore 15:00.



Temperatura media radiante del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura superficiale (°C)

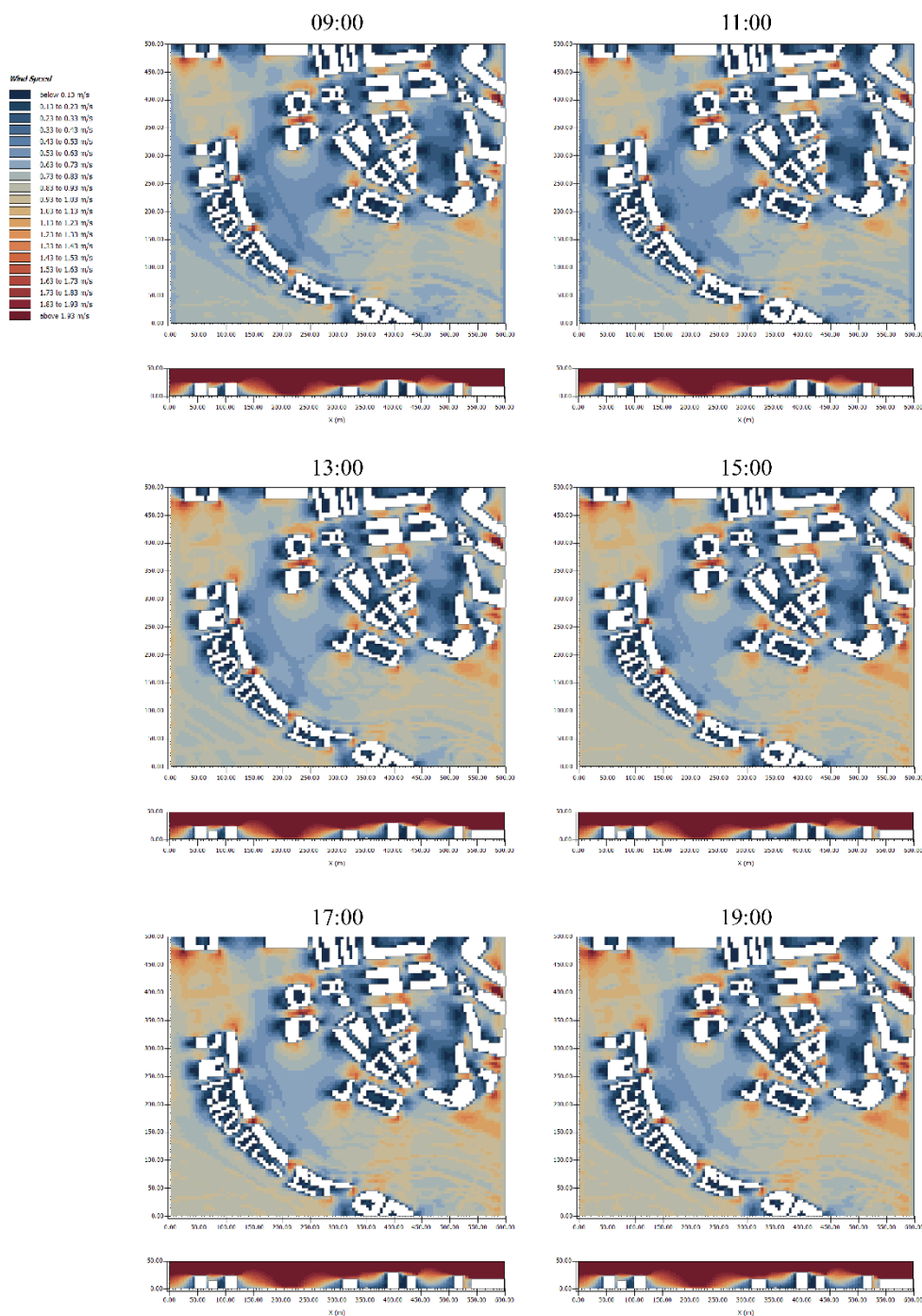
La temperatura superficiale dell'area varia e ha una media di 42 °C. La minima rimane di circa 20 °C mentre la massima arriva a picchi di 50 °C in alcune aree nelle zone più calde.



Temperatura superficiale del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Velocità vento (m/s)

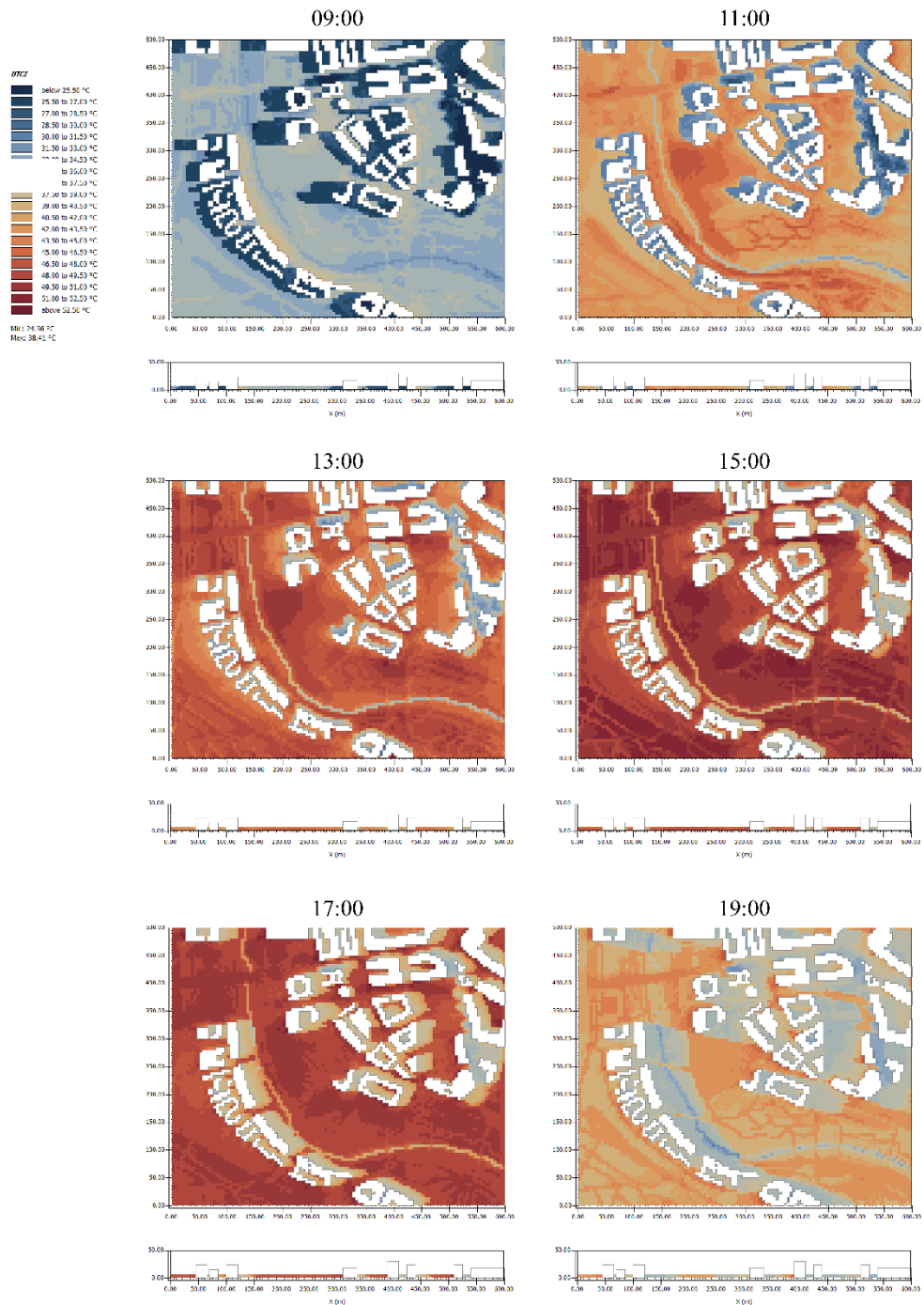
La restituzione grafica attraverso il software identifica la velocità del vento nel sito, che è caratterizzato da venti deboli, che si aggirano sui 0,8 m/s di media. La minima è di 0,03 m/s, mentre i picchi massimi raggiungono 1,48 m/s.



Velocità del vento nel lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Universal Thermal Climate Index (UTCI) (°C)

Tramite l'estrapolazione delle mappe emerge come le zone in condizioni di comfort termico sono molto limitate, esse si trovano nelle zone d'ombra degli edifici alle 9:00 del mattino, spariscono e l'area raggiunge valori di stress termico elevato.



UTCI nel lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

4. Concept progettuale

4.1 Scelte tipologiche a confronto

Scegliere la tipologia insediativa rappresenta uno dei momenti cruciali all'interno di un processo progettuale, perché questa scelta influenza non solo l'aspetto architettonico complessivo dell'intervento, ma anche e soprattutto il modo in cui gli abitanti fruiscono gli spazi, come si relazionano tra loro e utilizzano le aree comuni.

Nel caso specifico dell'area ex *Mahou-Calderón*, questa questione acquista ulteriore rilevanza. Il lotto si trova in una porzione di città in continua e profonda trasformazione, dove il nuovo quartiere residenziale deve instaurare un dialogo con il tessuto urbano consolidato di *Arganzuela* e con il sistema paesaggistico che *Madrid Río* ha generato. Per questo motivo, la scelta della configurazione edilizia diventa uno strumento strategico consentendo di stabilire relazioni significative con l'intorno, migliorare il comfort ambientale e assicurare una qualità della vita abitativa davvero soddisfacente.

Sulla base delle analisi urbane e microclimatiche condotte nei capitoli precedenti, si sono identificate due strategie insediative meritevoli, la prima si articola attorno a volumi edilizi indipendenti, mentre la seconda propone un impianto più chiuso che si sviluppa intorno a uno spazio collettivo interno. Queste due soluzioni rispondono in maniera diversa alle esigenze del sito e permettono di vagliare modalità differenti di sfruttamento dello spazio disponibile.

La tipologia a corte è connessa alla tradizione urbana madrilenà e, più ampiamente, anche al bacino mediterraneo. In questo schema progettuale, gli edifici creano un perimetro continuo che avvolge e protegge uno spazio interno. Nel corso della storia, questa soluzione è stata impiegata per conciliare la necessità di alta densità abitativa con la disponibilità di spazi condivisi di qualità, mantenendo al contempo un collegamento diretto con la strada e la vitalità urbana.

Nella condizione climatica di Madrid, questo modello presenta elementi di grande interesse. Le estati portano con sé temperature molto elevate e periodi prolungati di assenza di piogge; di conseguenza, la possibilità di generare zone d'ombra e spazi verdi riparati assume un valore notevole per il benessere di chi vive questi luoghi. La corte si trasforma così in uno strumento efficace per migliorare il microclima locale, limitando l'irraggiamento solare diretto e offrendo spazi d'incontro più ospitali durante i mesi caldi dell'anno.

La soluzione con volumi indipendenti segue una logica radicalmente diversa. Gli edifici rimangono separati fra loro, permettendo una trasparenza visiva maggiore e una circolazione dell'aria più libera. Questa impostazione favorisce l'illuminazione naturale all'interno degli alloggi e consente di sfruttare più pienamente la ventilazione naturale, un aspetto di sicuro rilievo se si considera la presenza delle correnti che provengono dal corridoio ecologico del *Manzanarre*.

Da un punto di vista urbano, inoltre, la configurazione a volumi indipendenti stabilisce un legame più franco e aperto con il tessuto circostante. Gli interstizi tra gli edifici possono fungere da aree verdi, percorsi pedonali o zone di socialità, favorendo in tal modo una continuità con la rete di spazi pubblici che gli ultimi anni hanno visto prendere forma grazie al progetto *Madrid Río*.

Le due tipologie presentano dunque profili nettamente differenti, e non è possibile dichiarare l'una superiore all'altra in modo categorico. L'impianto a corte assicura una compattezza strutturale maggiore, una definizione più nitida dello spazio collettivo e un legame forte con la memoria urbana madrilenà. I volumi indipendenti propongono invece una maggiore apertura verso l'esterno, condizioni di ventilazione superiori e un rapporto più immediato con il paesaggio e le aree verdi.

Per questa ragione, si ritiene opportuno sviluppare e analizzare entrambe le ipotesi.

4.2 L'impianto a corte nel contesto madrilen

Una delle configurazioni più significative nel contesto madrilen è l'impianto a corte, una scelta profondamente legata alle condizioni climatiche della zona, alla densità urbana che caratterizza la città e alla necessità di creare connessioni armoniose tra lo spazio pubblico e quello privato.



Foto aerea della manzana madrilen (Fonte: El Confidencial)

La configurazione a corte, diffusa storicamente in Spagna grazie alle influenze arabe e successivamente reinterpretata dall'urbanistica dell'Ottocento, rappresenta una vera soluzione architettonica capace di garantire un controllo climatico efficace, un'illuminazione naturale generosa e una socialità interna vibrante.

Madrid è una città dove il clima non perdona: estati torridi che mettono a dura prova e inverni che mordono con il freddo. In questo contesto climatico estremo, la corte assume una funzione bioclimatica che non è più solo desiderabile, ma fondamentale.

La corte favorisce infatti una buona ventilazione che attraversa gli spazi, fornisce l'ombreggiamento tanto necessario e migliora notevolmente la regolazione termica dell'edificio, riducendo l'irraggiamento diretto sulle varie superfici.

La presenza di patii, cortili alberati e sistemi distributivi aperti mitiga efficacemente l'isola di calore urbana, quel fenomeno che si fa particolarmente sentire nelle città densamente popolate come Madrid.

L'impianto a corte permette inoltre di conciliare due esigenze che spesso sembrano contrastanti: un'elevata densità abitativa e la qualità dello spazio collettivo.

La corte diventa così un elemento di filtro intelligente tra la città e l'abitazione, uno spazio semi-pubblico che promuove naturalmente l'incontro, la sosta e le attività comunitarie.

4.3 Tipologie abitative e standard funzionali

In Spagna è possibile accedere al servizio di social housing tramite le cosiddette “*Viviendas de Protección Oficial*” (VPO), ovvero “alloggi a protezione ufficiale”. Si tratta di una tipologia di immobile venduto a prezzo ridotto ma soggetto a una serie di requisiti e limitazioni che sono stabiliti dalle diverse comunità autonome.

I requisiti generali per poter accedere a un alloggio VPO sono:

1. Non superare i limiti di reddito stabiliti dalla normativa vigente;
2. Non essere proprietari di un'altra abitazione;
3. Utilizzare l'immobile come residenza abituale e permanente;
4. Essere registrati come residenti nel comune o nella zona prevista dai requisiti del programma abitativo;
5. Appartenere, in alcuni casi, a categorie considerate vulnerabili o prioritarie;
6. In determinate comunità autonome, avere meno di 35 anni può costituire un criterio preferenziale;

Per quanto riguarda le limitazioni imposte, invece, le comunità autonome stabiliscono che l'abitazione debba essere destinata alla residenza principale e permanente del proprietario e, per un determinato periodo, non possa essere venduta liberamente alle condizioni del mercato. Qualora si richieda la declassificazione dell'immobile, l'amministrazione competente può valutare la situazione e, in alcuni casi, richiedere la restituzione degli aiuti pubblici ricevuti al momento dell'acquisto.

Chiunque desideri accedere a un alloggio protetto deve registrarsi nel Registro dei Richiedenti di Alloggi Protetti, iscriversi alla lista d'attesa e presentare la documentazione richiesta dall'amministrazione competente.

Gli standard funzionali delle VPO sono definiti a livello nazionale dalle ordinanze di progettazione e successivamente dettagliati e adattati dalle singole comunità autonome.

Per ottenere la qualifica di VPO, i progetti edilizi devono rispettare determinati parametri rigidi volti a garantire la massima ottimizzazione degli spazi, la dignità abitativa e l'efficienza dei costi.

La superficie minima utile non può scendere sotto i 30-40 m². La superficie massima utile non deve superare i 90 m², ad eccezione degli alloggi dedicati alle famiglie numerose che estendono il limite a 120-150 m² a seconda della regione, mentre si aggira tra i 50 e i 70 m² il limite per le varianti destinate alla locazione giovanile.

Un ulteriore aspetto funzionale da considerare nella progettazione di nuove VPO include l'inserimento di un posto auto interrato associato univocamente all'alloggio.

Nella progettazione di VPO moderne non è possibile transigere sull'abbattimento delle barriere architettoniche: ogni nuova iniziativa edilizia di VPO deve riservare una percentuale fissa di alloggi che risulti interamente adattata a persone con mobilità ridotta o disabilità, che si aggira solitamente tra il 3% e il 5%, così come gli spazi distributivi devono consentire il transito delle sedie a rotelle.

Nonostante i costi di realizzazione dei nuovi progetti di VPO debbano rimanere contenuti, è tassativamente richiesto il rispetto dei criteri del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* spagnolo, quindi il soddisfacimento degli standard elevati di isolamento termico e acustico e l'integrazione di sistemi a energia rinnovabile.

4.4 Soluzione a volumi indipendenti

Tra le numerose tipologie abitative edilizie, la configurazione a volumi indipendenti si discosta nettamente dal tradizionale impianto a corte madrileni, tuttavia, una delle possibili soluzioni per la progettazione di social housing è la tipologia a torre, caratterizzata da uno sviluppo prevalentemente verticale dell'edificio, con una pianta relativamente contenuta rispetto all'altezza.

Optare per una soluzione a volumi indipendenti non significa isolare gli edifici e di conseguenza i residenti, bensì contribuire a creare nuclei abitativi e di ritrovo.

Una delle caratteristiche principali è il fatto di mantenere alta la densità abitativa pur riducendo l'impronta a terra, fattore chiave che permette di ottimizzare l'utilizzo del suolo liberando ulteriore spazio riservabile a zone pubbliche come piazze, corti aperte, giardini e spazi comunitari.

Un ulteriore aspetto vantaggioso nella progettazione a volumi indipendenti è quello di sfruttare la verticalità per massimizzare l'esposizione solare dal momento in cui la configurazione planimetrica tipica rende maggiormente possibile un eventuale doppio orientamento rispetto al sistema in linea compatto.

Allo stesso modo questa configurazione favorisce inoltre la ventilazione trasversale, riducendo l'effetto isola di calore.

Infine, il ruolo urbano che può assumere un edificio a torre risulta essere di spessore rilevante; dunque, la verticalità dell'intervento contribuisce alla costruzione di una nuova identità urbana, rendendo il complesso riconoscibile e capace di rapportarsi con la scala metropolitana di una città contemporanea come quella di Madrid.

4.5 Soluzione a volume compatto

Tra le diverse strategie che si possono mettere in pratica in un contesto urbano, la configurazione a volume compatto rappresenta una delle soluzioni più consolidate e dibattute, in particolare quando l'obiettivo è trovare un equilibrio consapevole tra densità edilizia, qualità abitativa e prestazioni ambientali.

I volumi compatti si caratterizzano per una forma unitaria e continua. Più ridotta è la superficie che si espone verso l'esterno rispetto al volume interno, tanto più un edificio può dirsi compatto. Più compatto è l'edificio, migliore risulta essere dal punto di vista energetico.

Uno dei principali vantaggi della configurazione compatta riguarda il comportamento energetico dell'edificio. Quando il volume è concentrato, la superficie esposta diminuisce e si riducono gli scambi termici. Durante l'inverno, infatti, l'edificio conserva più facilmente il calore accumulato, mentre in estate si limita l'esposizione complessiva delle superfici all'irraggiamento solare. Il risultato è una minore richiesta di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Gli effetti della compattezza si estendono anche alla scala urbana. Concentrando una densa quantità di volumetria in un unico blocco edilizio, diventa possibile liberare porzioni significative di suolo da destinare ad altri usi. Spazi verdi, aree comuni, percorsi pedonali e servizi di quartiere trovano così spazio all'interno dell'intervento senza compromettere la capacità insediativa richiesta dal progetto.

Tuttavia, non mancano alcuni limiti importanti da considerare.

Un organismo troppo compatto rischia infatti di compromettere la qualità ambientale degli spazi aperti e degli alloggi se non viene progettato con estrema attenzione. La presenza di corpi edilizi continui può intralciare il passaggio delle correnti d'aria, ridurre la ventilazione naturale e generare delle aree caratterizzate da un apporto di luce solare ridotto. In alcuni casi possono verificarsi situazioni di

surriscaldamento nelle corti interne o, al contrario, di eccessivo ombreggiamento che incidono negativamente sul comfort degli abitanti.

Per questi motivi, la compattezza va considerata come un principio da bilanciare attentamente attraverso una corretta progettazione degli spazi aperti, delle distanze tra i corpi di fabbrica, dell'orientamento e delle aperture. La qualità finale del progetto dipende dalla capacità di trovare il giusto equilibrio tra densità e vivibilità.

L'influenza della cultura mediterranea e delle dominazioni arabe ha lasciato un segno ben visibile nell'organizzazione dello spazio abitativo spagnolo. I patii e le corti interne si sono rivelati nel tempo elementi ricorrenti e straordinariamente versatili, capaci di offrire ombra, ventilazione naturale e luoghi di incontro protetti dal traffico e dal rumore urbano.

Questi principi continuano a essere reinterpretati all'interno di molti progetti contemporanei, testimoniando la validità di una visione dello spazio che unisce funzionalità e vivibilità. Madrid rappresenta probabilmente uno degli esempi più significativi di questa tradizione consolidata. Questo modello ha permesso di raggiungere densità elevate mantenendo una struttura urbana chiara e facilmente riconoscibile.

Nelle aree di espansione di Madrid, è possibile osservare come il rapporto tra strada, edificio e corte costituisca ancora oggi uno degli elementi fondativi dell'identità urbana della capitale spagnola. Gli interventi come *Madrid Río* e la nuova area *Mahou-Calderón* mostrano come il tema della densificazione possa essere affrontato senza rinunciare alla qualità dello spazio pubblico e alla sostenibilità ambientale.

La compattezza volumetrica viene reinterpretata attraverso criteri contemporanei, dove l'efficienza energetica si combina armonicamente con la presenza di aree verdi e spazi comuni che migliorano la qualità della vita.

4.6 Studio degli effetti di ventilazione in funzione alla tipologia

Nella predisposizione dei volumi di entrambe le soluzioni tipologiche si individuano determinate zone che possono essere oggetto di studio per quanto riguarda l'effetto della ventilazione.

La soluzione a volumi indipendenti identifica queste zone per definizione tipologica in quanto la verticalità stessa genera maggiore esposizione ai venti in quota. Inoltre, la scelta di accostare più elementi a torre in maniera ravvicinata può portare a una possibile criticità riguardo l'effetto Venturi, soprattutto in corrispondenza dei piani inferiori.

L'effetto Venturi è un fenomeno fisico secondo cui lo scorrimento di un fluido, che in questo caso è il flusso dell'aria, subisce un considerevole aumento di velocità nel momento in cui attraversa un restringimento spaziale geometrico.

La soluzione a volume compatto, al contrario, non presenta generalmente criticità rilevanti per quanto riguarda l'effetto Venturi, in quanto per definizione tipologica non presenta restringimenti delle geometrie. Di fatto, questa configurazione può contribuire alla schermatura del vento e generare un effetto barriera. Lo studio della ventilazione si rende invece necessaria nel momento in cui vengono accostati due o più volumi, creando di conseguenza dei "tunnel" in cui il flusso d'aria può venire incanalato e assumere un'accelerazione locale significativa.

Si è stabilito quindi di riprodurre un modellino in scala per entrambe le soluzioni tipologiche e di simulare l'effetto della ventilazione tramite l'utilizzo di uno strumento che generasse un getto d'aria e una polvere che andasse a individuare e a lasciare traccia del comportamento del vento. I risultati della simulazione sono esplicitati nei capitoli dedicati per le due diverse proposte progettuali.

5. Il nuovo complesso residenziale

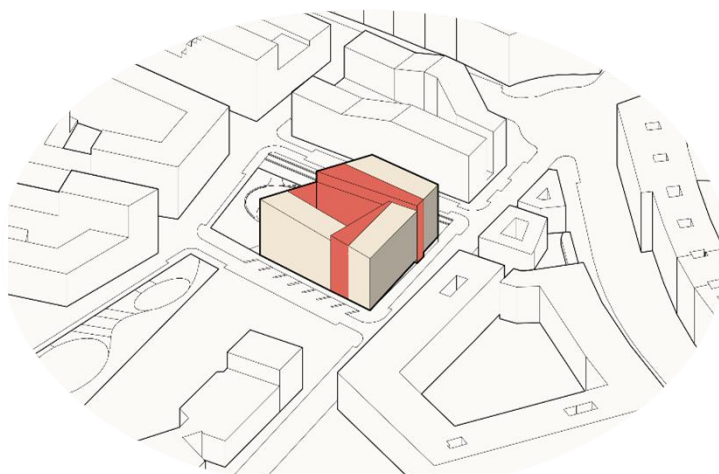
5.1 Configurazione volumetrica e aspetti di sostenibilità ambientale

La proposta progettuale parte da un'idea di forma a corte, tipica della zona madrilenà.

Ispirandosi a questa configurazione, si è deciso di eliminare il volume edificato sul lato ovest, per consentire una maggiore connessione con il parco già costruito e aprire maggiormente l'edificio all'ambiente circostante. Si arriva così ad un complesso edificato a corte aperta, sviluppato sui lati nord, est e sud del lotto.

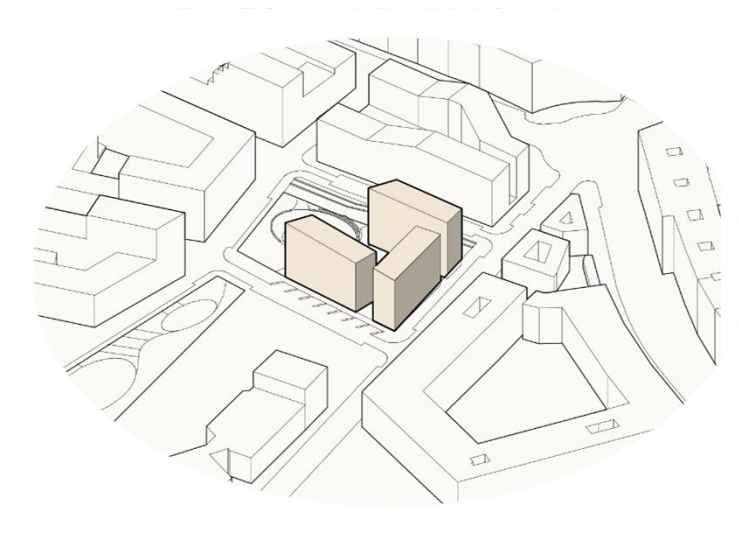
Partendo da questo impianto planimetrico, i singoli bracci sono stati separati da quelli contigui tramite degli "spacchi", che consentono di connettere le strade circostanti alla corte collocata nella zona centrale dell'area di progetto. I varchi progettati sono due: uno sul lato est, aperto verso il *Paseo Imperial*, l'altro a sud, accessibile dalla strada che si connette a questo lato del lotto.

Tramite queste spaccature, la forma unitaria lascia il posto a tre edifici separati, dislocati e allineati ai lati del lotto, instaurati attorno a una corte centrale aperta verso ovest.



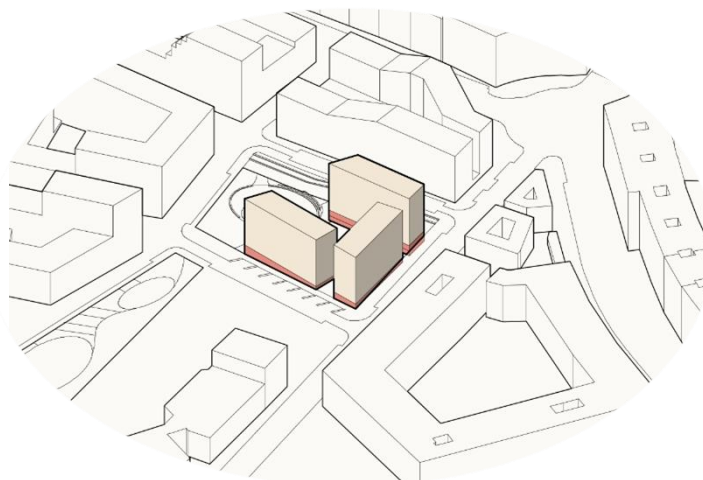
*Schema dei varchi angolari.
Elaborazione degli autori.*

I blocchi seguono quindi la forma del lotto e si allineano con i suoi lati. Il complesso sud si interrompe in modo perpendicolare verso l'edificio est, mentre il blocco est si interrompe in maniera perpendicolare a nord. Questa soluzione garantisce il rispetto dei confini esterni e delle strade preesistenti, integrando l'intervento nel tessuto urbano e massimizzando l'utilizzo del suolo edificabile. Le variazioni di trattamento degli angoli permettono poi di assorbire le irregolarità geometriche del perimetro, restituendo una corte interna più regolare e ordinata.

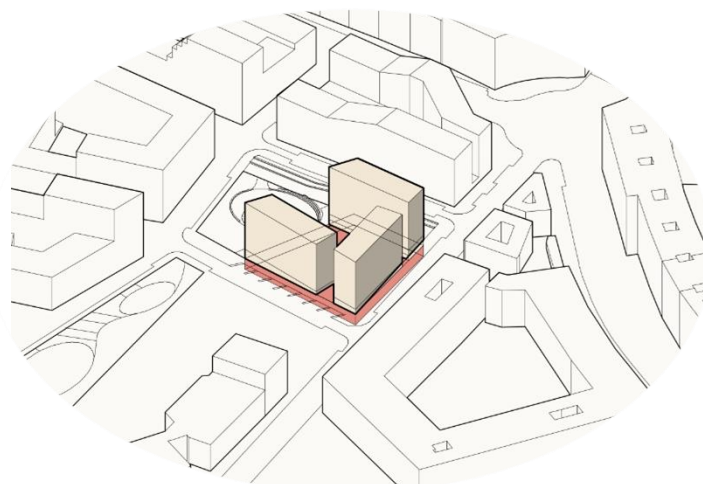


*Schema della configurazione degli edifici.
Elaborazione degli autori.*

Dal punto di vista volumetrico, i due corpi di fabbrica a est e a nord del lotto si sviluppano su nove piani fuori terra, di cui un piano basamentale destinato a funzioni terziarie e otto piani a uso residenziale, mentre il blocco a nord consiste in dieci piani, di cui i primi due a uso terziario. Al di sotto della corte interna sono inseriti due livelli di parcheggi interrati.

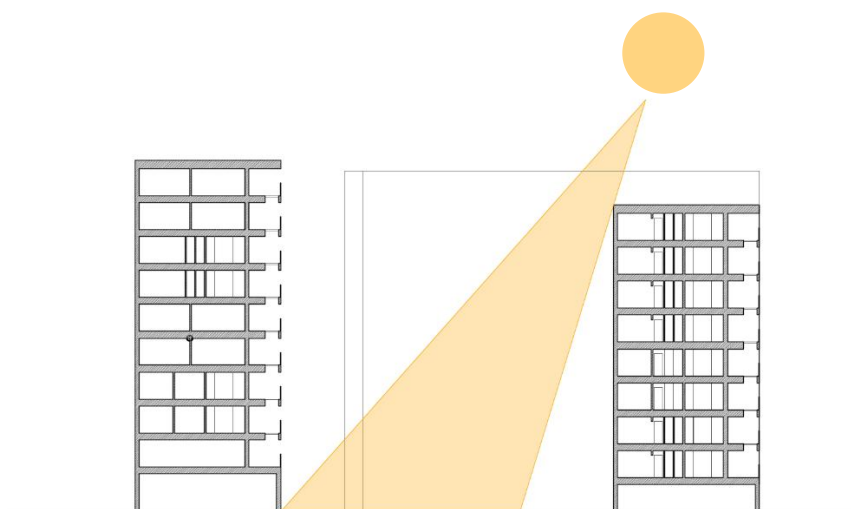


*Schema dell'aggiunta del settore terziario.
Elaborazione degli autori.*

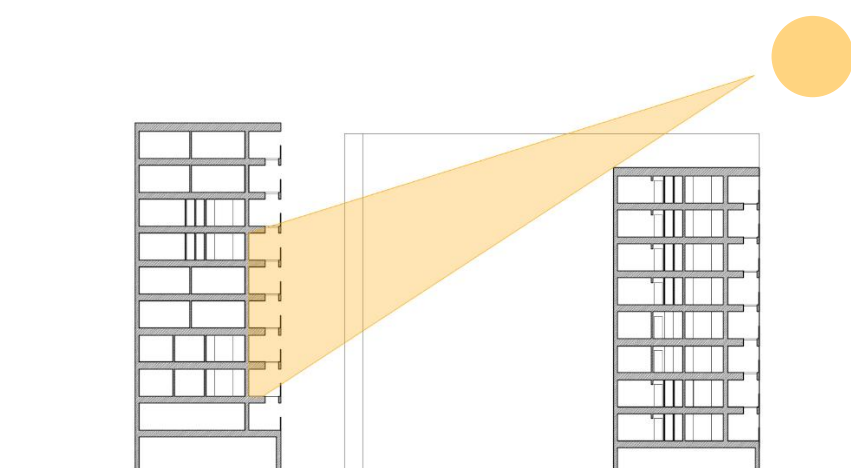


*Schema dell'aggiunta dei piani dedicati ai parcheggi interrati.
Elaborazione degli autori.*

Per assecondare i dislivelli dell'area e ottimizzare l'apporto di luce solare naturale agli alloggi, il blocco sud risulta ribassato di un piano rispetto agli altri due, a causa delle altezze diverse delle strade circostanti. Questa variazione genera un beneficio bioclimatico: la riduzione dell'altezza del corpo a sud garantisce infatti un miglior irraggiamento solare diretto nella facciata interna del blocco nord anche nei mesi invernali, ovvero quando i raggi solari sono più bassi (circa 30°) e il rischio di ombreggiamento portato è più alto.



Sezione eseguita dagli autori per lo studio dell'inclinazione del sole nei mesi estivi.
Elaborazione degli autori.



Sezione eseguita dagli autori per lo studio dell'inclinazione del sole nei mesi invernali.
Elaborazione degli autori.

5.2 Studio della ventilazione naturale

Per verificare gli effetti della ventilazione naturale sugli edifici è stata eseguita una simulazione su un modello in scala, generando un flusso d'aria per mezzo di un ventilatore e polvere di talco come tracciante. Le prove sono state eseguite sia con una velocità del vento simile alle condizioni reali, sia con una velocità volutamente amplificata, al fine di evidenziare con maggiore chiarezza le aerodinamiche. Come strumento di misurazione è stato utilizzato un anemometro.



Fotografia del modello in seguito alla simulazione.

Analizzando i risultati dell'esperimento si è giunti a diverse conclusioni.

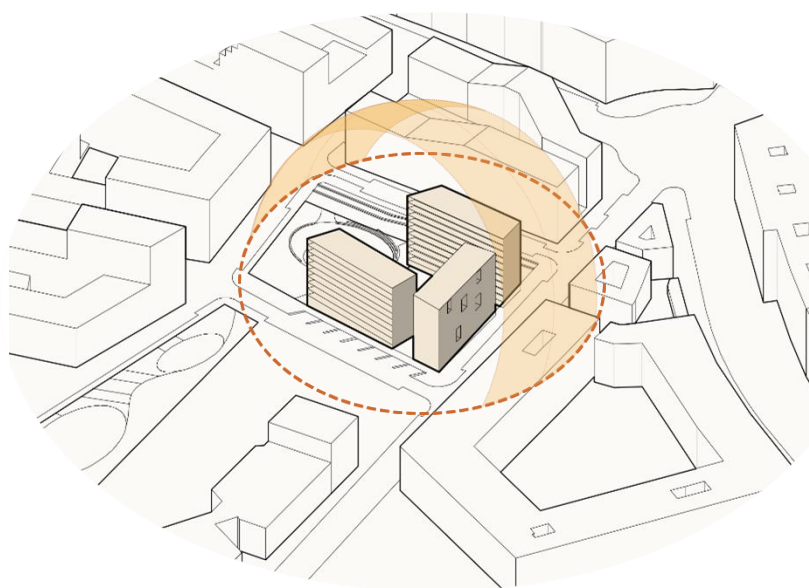
L'aria che attraversa la corte viene indirizzata attraverso i varchi tra gli edifici agli angoli del lotto, generando un effetto Venturi che accelera il flusso e favorisce il raffrescamento passivo della corte interna nei mesi estivi.

Il fabbisogno energetico in regime estivo risulta contenuto come risultato dell'ottima ventilazione naturale trasversale dei singoli alloggi, favorita da una profondità ridotta dei corpi di fabbrica.

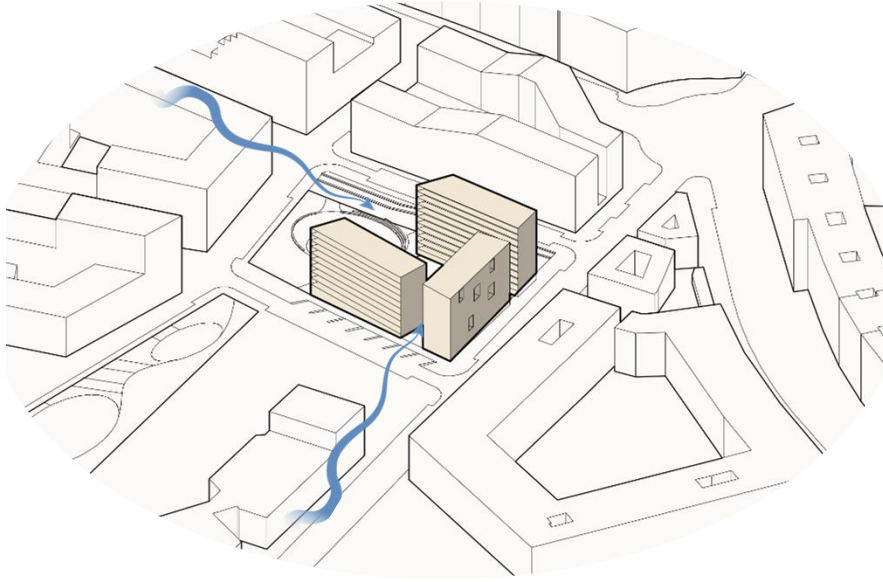
Il blocco sud costituisce una barriera rispetto ai venti provenienti da sud-ovest: ciò permette di proteggere sia sé stesso che la corte interna. Allo stesso modo, l'edificio posto a nord scherma i venti più forti provenienti da quella direzione, contribuendo a creare condizioni microclimatiche più favorevoli all'interno della corte, in particolare nella stagione invernale.

Tramite un'analisi delle fotografie dell'esperimento, si osserva come il talco si vada a depositare alle basi delle strutture nord ed est, confermando come gli edifici fungano da protettori rispetto alla corte interna.

La configurazione planivolumetrica adottata risulta quindi produrre un equilibrio efficace tra protezione dai venti più intensi e ventilazione naturale. Tale configurazione assicura elevati livelli di comfort ambientale sia negli spazi aperti sia all'interno delle singole abitazioni.



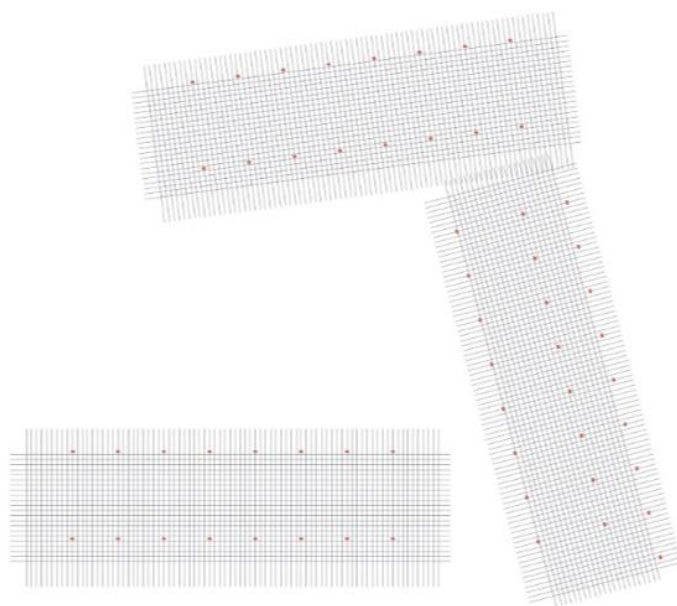
*Schema del comportamento del sole.
Elaborazione degli autori.*



*Schema del comportamento del vento.
Elaborazione degli autori.*

5.3 Aggregazione dei tipi abitativi

Il progetto poggia su una griglia ortogonale di coordinazione dimensionale che funge da guida sia per la struttura portante, sia per l'organizzazione degli spazi interni. Questa maglia modulare, di dimensioni 60×60 centimetri, regola tutte le decisioni formali, distributive e costruttive, garantendo il dialogo tra i vari elementi dell'edificio. La modularità non è quindi solo un principio astratto, ma il motore generatore del progetto e lo strumento con cui rispondere alla varietà delle esigenze abitative. La combinazione di diversi tipi abitativi modulari permette di evitare una soluzione unica ripetuta su ogni piano e di sviluppare un sistema flessibile capace di generare configurazioni differenti.



Schema strutturale degli edifici. Elaborazione degli autori.

Gli appartamenti sono aggregati in modo da dare origine ad una stratificazione di coppie di piani. Questo porta ad avere quattro diverse piante per ogni edificio, che si sviluppano con alloggi modulari e intercambiabili tra di loro.

In questa visione, la modularità assume un ruolo che va oltre il semplice coordinamento dimensionale e diventa uno strumento di flessibilità progettuale, capace di unire due esigenze che spesso risultano non coniugabili: standardizzazione e diversificazione. Questa caratteristica non si limita ad ottimizzare il sistema strutturale e il processo costruttivo, riducendo significativamente tempi e costi di realizzazione, ma permette anche una notevole varietà compositiva e distributiva, non comune nella maggioranza degli interventi di edilizia residenziale sociale.

Questo approccio rende inoltre il complesso molto più adattabile alle future trasformazioni. La maglia modulare regolare facilita infatti eventuali modifiche distributive, accorpamenti o suddivisioni delle unità abitative, senza compromettere il sistema strutturale dell'edificio, garantendo così una capacità di risposta maggiore all'evoluzione delle esigenze degli utenti nel corso di tutta la vita dell'intervento.

Per la distribuzione interna sono stati adottati due diversi schemi per ottimizzare l'esposizione solare e la qualità degli spazi in relazione all'orientamento e alla morfologia degli edifici.

Gli edifici nei lati nord e sud adottano un sistema di distribuzione a ballatoio esterno che permette di realizzare alloggi a doppio affaccio (verso la corte interna e verso l'esterno), soluzione utile per sfruttare al meglio la luce naturale e proteggere le facciate dal forte soleggiamento estivo. Il ballatoio è collocato infatti verso sud e vi si affacciano cucine e soggiorni, ambienti che necessitano di maggiore luce solare. Le stanze da letto si collocano invece nella zona settentrionale. Dal momento che non è richiesto che vengano forniti di luce naturale, i bagni invece si trovano tutti raggruppati lungo una direttrice mediana, per diminuire le colonne di scarico verticali. Questa soluzione sfrutta al meglio l'orientamento solare ed ottimizza il comfort termico, che con una soluzione a monoaffaccio non sarebbe possibile.

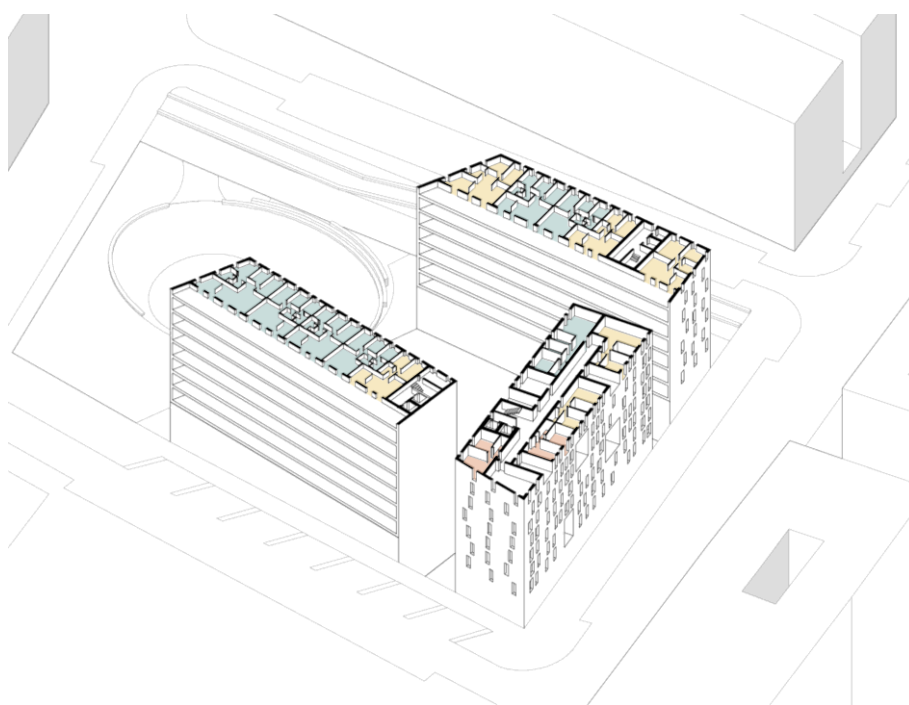
L'orientamento degli ambienti in base alla loro funzione evidenzia notevoli benefici bioclimatici.

Analizzando gli ambienti a sud e la loro funzione, si può constatare che questa soluzione offre buone prestazioni. Nei mesi freddi il sole è basso e i raggi penetrano in profondità attraverso le vetrate esposte a sud, riscaldando l'ambiente, rendendolo luminoso e riducendo il fabbisogno energetico per il riscaldamento artificiale. Durante i mesi estivi, invece, quando il sole è più alto, la facciata viene protetta da frangisole che aiutano a ridurre il surriscaldamento dello spazio interno. Posizionare a sud il salotto e la cucina, gli ambienti più utilizzati, rende l'intero appartamento più vivibile e confortevole per le attività diurne. Seguendo lo stesso ragionamento, la zona notte è stata posizionata a nord. Questo lato non riceve mai un irraggiamento solare diretto ma garantisce una luce sempre indiretta e diffusa. Inoltre, l'assenza di apporti termici diretti sulla facciata impedisce il surriscaldamento estivo delle camere, mantenendo gli ambienti freschi e più adeguati al riposo notturno.

L'edificio a est è invece organizzato secondo uno schema a corridoio centrale interno. Questo asse distributivo taglia longitudinalmente in due il blocco, dando origine a due linee di alloggi monoaffaccio, rivolte rispettivamente verso la corte interna e verso il *Paseo Imperial*.

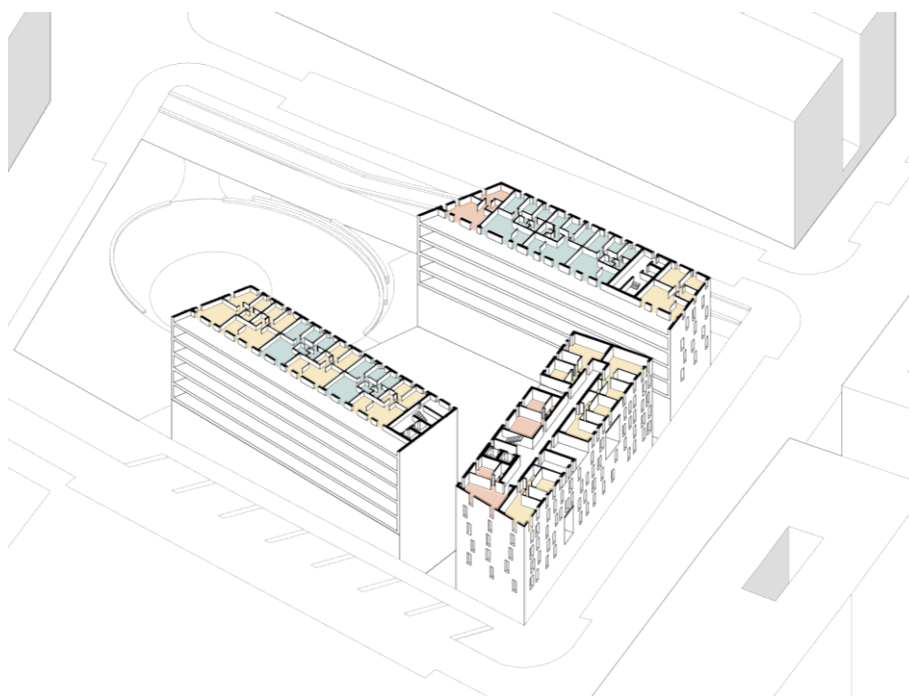
Questa soluzione è ideale in un edificio che ha una doppia esposizione est-ovest, poiché consente di sfruttare al meglio la luce naturale, garantendola ad ogni singolo alloggio. Gli appartamenti esposti a est beneficiano del soleggiamento durante le prime ore della giornata, mentre durante le ore pomeridiane gli spazi interni godono dell'ombra.

Le unità abitative esposte a ovest presentano invece la stessa dinamica invertita e questa configurazione rende l'alloggio luminoso nelle ore più vissute della casa, ovvero dal pomeriggio fino a sera, anche se richiede qualche accorgimento per proteggere le facciate dal forte soleggiamento estivo.



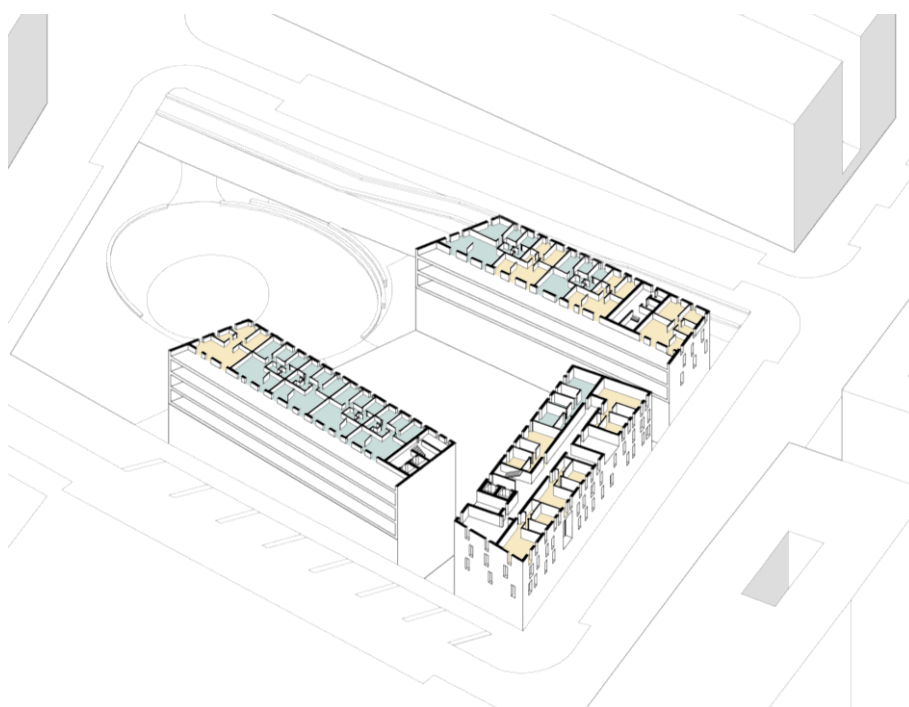
Distribuzione interna (piani 8-9).

Elaborazione degli autori.

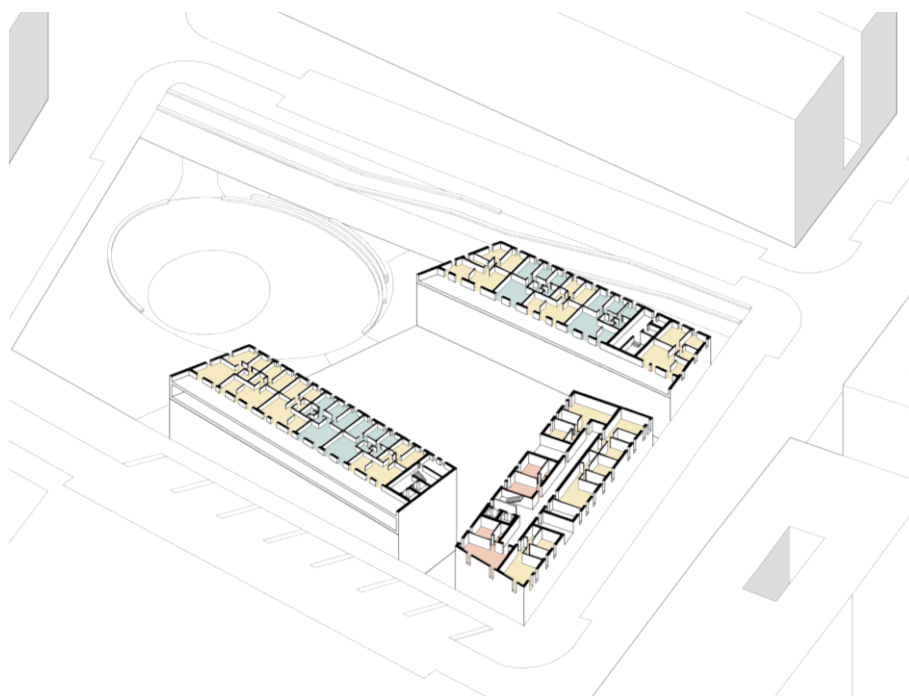


Distribuzione interna (piani 6-7).

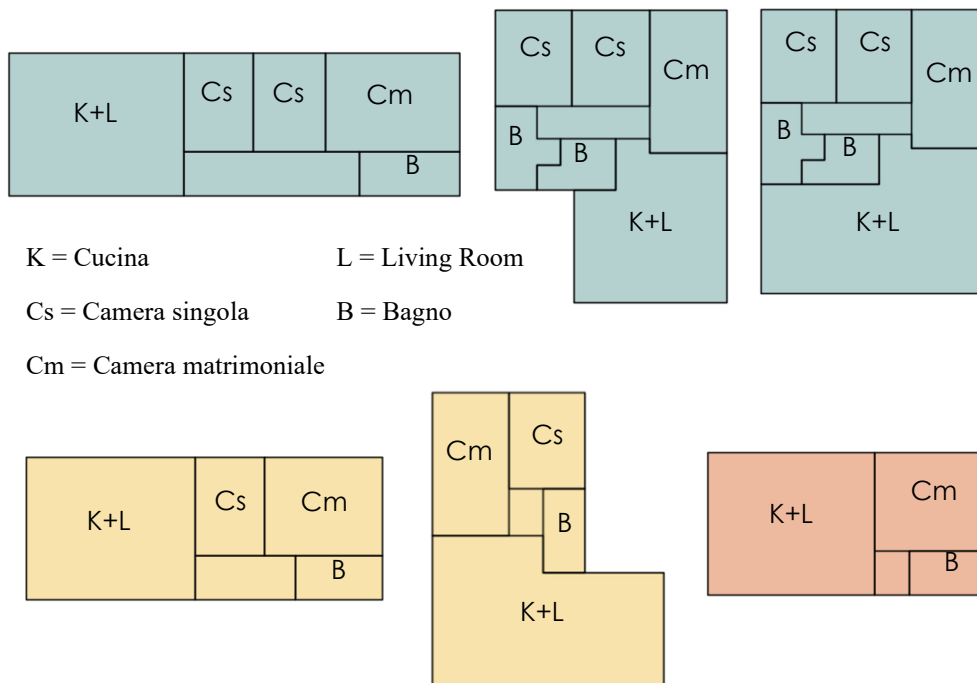
Elaborazione degli autori.



Distribuzione interna (piani 4-5).
Elaborazione degli autori.



Distribuzione interna (piani 2-3).
Elaborazione degli autori.



*Dettaglio della distribuzione degli alloggi.
 Elaborazione degli autori.*

Per rendere l'edificio e la facciata più diversificati, gli alloggi di diversa superficie si aggregano in modo diverso ogni due piani. I tipi di alloggio richiesti, quelli con una, con due e con tre camere da letto, si combinano ai vari piani, secondo quattro schemi diversi. Questo dinamismo nelle aggregazioni degli alloggi consente una varietà nel prospetto, consentendo di renderla mutevole e non ripetitiva.

Per rispondere alla forte densità degli alloggi e massimizzare la superficie utile interna delle singole unità, si è scelto di integrare alcuni spazi comuni destinati a stenditoio. Questo servizio collettivo rappresenta una scelta utile per i residenti, specialmente in considerazione delle dimensioni ridotte degli appartamenti.

A seguito delle istanze sollevate dai residenti del quartiere circa la carenza di spazi collettivi per assemblee condominiali e attività ricreative, si è optato per

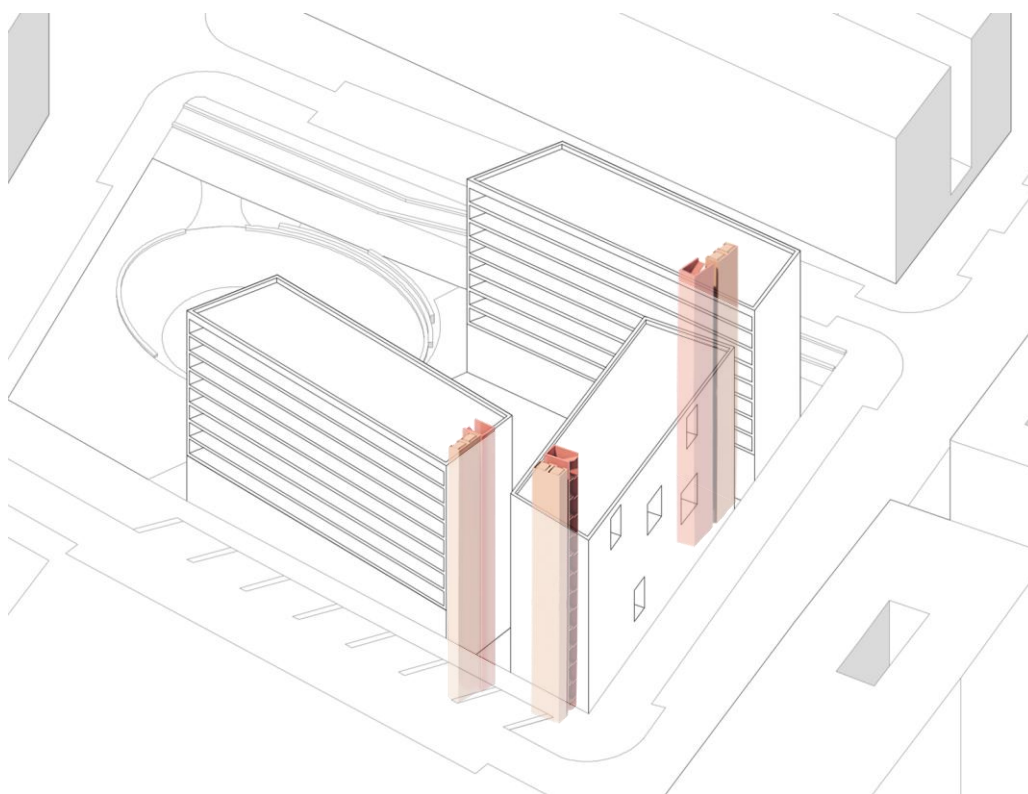
l'integrazione di tali funzioni all'interno del basamento dell'edificio. Tale scelta progettuale privilegia la dimensione sociale e la flessibilità d'uso degli ambienti.

Tali spazi polifunzionali, sommati alle aree dedicate ai servizi comuni come gli stenditoi, si configurano come fulcri di relazioni sociali tra i residenti. Questa strategia risponde alla definizione di *social housing*, dove la qualità dell'abitare è strettamente legata alla condivisione di servizi e alla vita collettiva.

5.4 Distribuzione verticale, orizzontale e spazi di relazione

L'accesso ai singoli alloggi avviene esclusivamente dalla corte interna, che funge da principale hub distributivo e relazionale di tutto l'intervento. Ogni corpo di fabbrica dispone di un ingresso indipendente: il blocco nord è raggiungibile dal piano terra con un ingresso che si affaccia direttamente sulla corte, mentre i blocchi est e ovest si aprono al livello -1, alla medesima quota della corte.

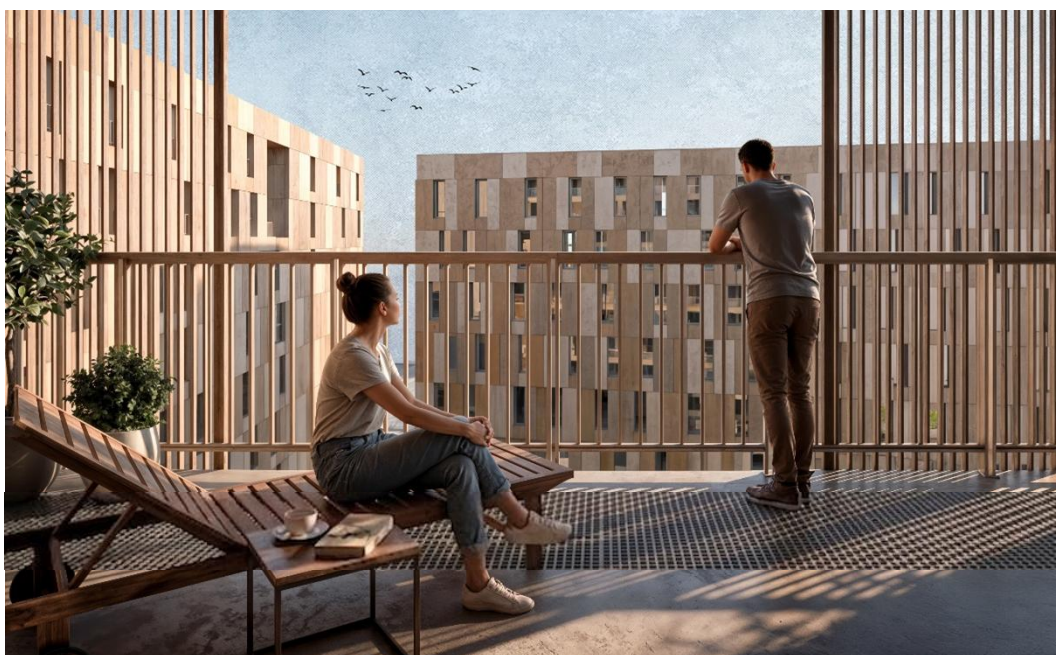
La circolazione verticale è garantita da un corpo scala per ogni edificio, che attraversa tutti i livelli dal livello dei parcheggi fino all'ultimo piano. Per favorire la mobilità e garantire un accesso agevole, sono stati incorporati due ascensori in ogni corpo di fabbrica, dimensionati a seconda del numero di abitanti stimato.



*Schema della distribuzione verticale.
Elaborazione degli autori.*

La distribuzione orizzontale nei blocchi nord e sud si basa su un sistema di ballatoi, pensati deliberatamente per superare la visione tradizionale dell'edificio come semplice insieme di appartamenti isolati. I percorsi di distribuzione giocano qui un ruolo cruciale: non servono solo a collegare le unità, ma diventano attivamente spazi dove nascono incontri e momenti di condivisione.

Il ballatoio non è un anonimo corridoio esterno, bensì una naturale estensione della sfera domestica e un ponte tra lo spazio privato dell'abitazione e l'atmosfera collettiva della corte. Questo elemento di transizione crea occasioni preziose per incontri informali, conversazioni tra vicini e un rafforzamento del legame comunitario, riportando in vita una dimensione di vicinato. La sua notevole ampiezza permette inoltre di accogliere attività temporanee e zone semiprivatizzate, trasformandosi in terrazze comuni particolarmente apprezzate durante l'estate, con un evidente beneficio sulla qualità della vita.



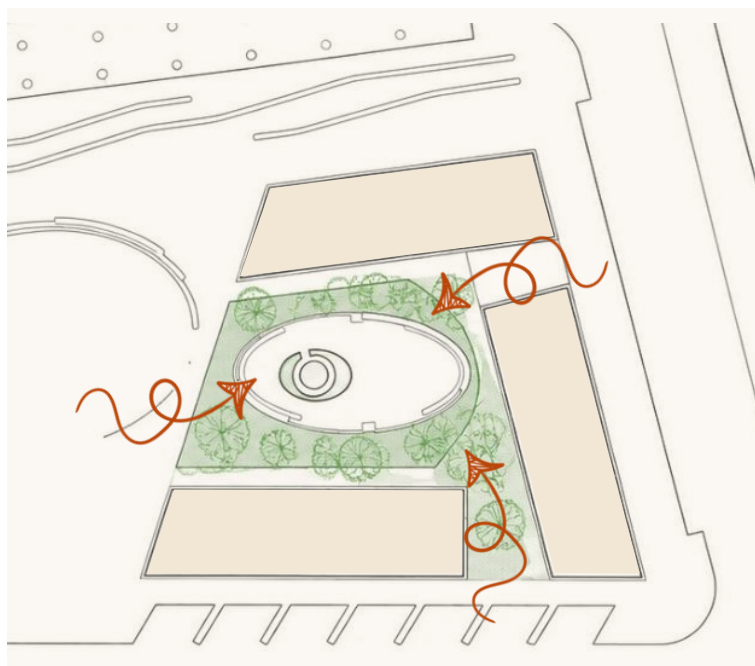
Vista dal ballatoio. Elaborazione degli autori.

Nel blocco est, lo spazio collettivo riceve un ulteriore arricchimento dalla presenza di *skygarden*, giardini pensili ricavati da volumi a doppia altezza che interrompono la linearità della facciata e la rendono più leggera visivamente. Queste aperture

infondono dinamismo e profondità al prospetto, esaltando gli effetti di luce e ombra e conferendo una maggiore qualità percettiva all'involucro.

Da una prospettiva sociale, gli *skygarden* rappresentano un elemento chiave del progetto di *social housing*. Mentre nei blocchi nord e sud il ballatoio rimane lo spazio di relazione per eccellenza, nel blocco est e ovest questi giardini sospesi assumono questo ruolo e si trasformano in zone di incontro, riposo e convivialità tra gli abitanti. Si moltiplicano così le possibilità di socializzazione e si colma il divario dovuto alla scarsità di spazi esterni privati, elevando significativamente la qualità degli ambienti comuni e dell'abitare in collettività.

Un altro elemento fondamentale del progetto è la corte, concepita come spazio sociale condiviso, un luogo che funge da filtro tra la città frenetica e la strada, dove tanto gli abitanti delle residenze quanto i visitatori possono incontrarsi e trascorrere del tempo.



Schema della corte progettata con evidenziati gli ingressi.

Elaborazione degli autori.

L'obiettivo è una corte che diventi il vero cuore pulsante dei tre blocchi edilizi, punto di incontro e aggregazione, arricchito anche dalla presenza di attività commerciali e servizi al piano terra.



Quartiere Arganzuela con gli interventi progettati (fonte: en.impais.com).

Questo spazio trae ispirazione dalle forme organiche del parco *Madrid Río*, uno degli interventi di rigenerazione urbana più importanti e ben strutturati della capitale spagnola. L'idea di base è creare un dialogo con l'ambiente circostante, mantenendo una coerenza di stile e di concetto con il verde che lo circonda.



Progetto del parco Madrid Río (fonte: eas.es).

Nel progetto madrileno, la forma ellittica gioca un ruolo centrale, funzionando come uno strumento che organizza lo spazio e crea piazze, zone di riposo e radure cittadine. La corte proposta riprende questo concetto, attingendo dal suo potenziale non solo dal punto di vista formale, ma soprattutto da quello pratico e funzionale.

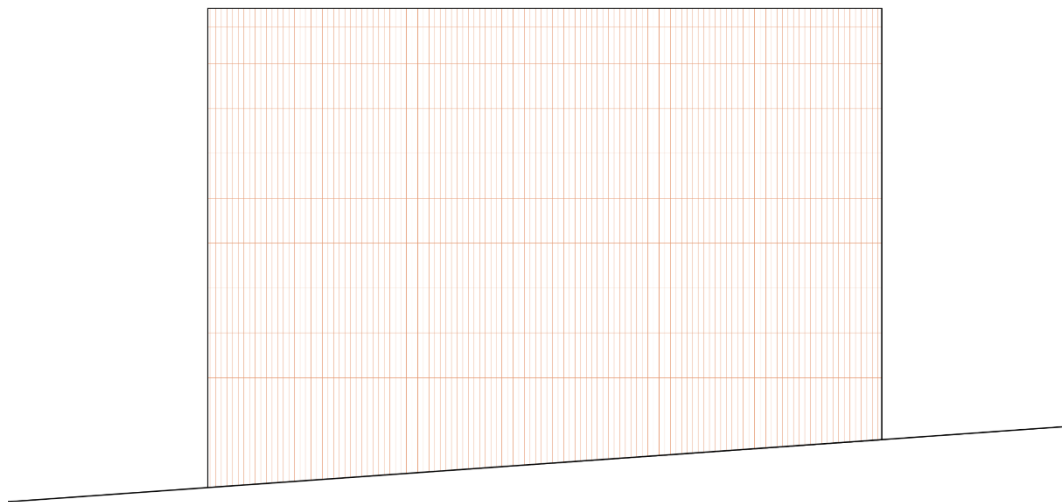
L'ellisse che occupa il centro diventa una vera piazza riparata, uno spazio pubblico a dimensione umana pensato per stare insieme, per riposare e per il gioco dei bambini. Le pareti curve fanno da contenimento e, al contempo, creano sedute continue attorno allo spazio. Il disegno converge verso un elemento centrale che attira lo sguardo: un albero isolato che funge da punto di riferimento visivo, circondato da una vasca d'acqua. Si crea così un'atmosfera protetta con un buon microclima e un'acustica naturale, che distacca chi vi sta da tutto il caos urbano esterno e trasforma l'idea tradizionale di corte interna in un vero rifugio collettivo.



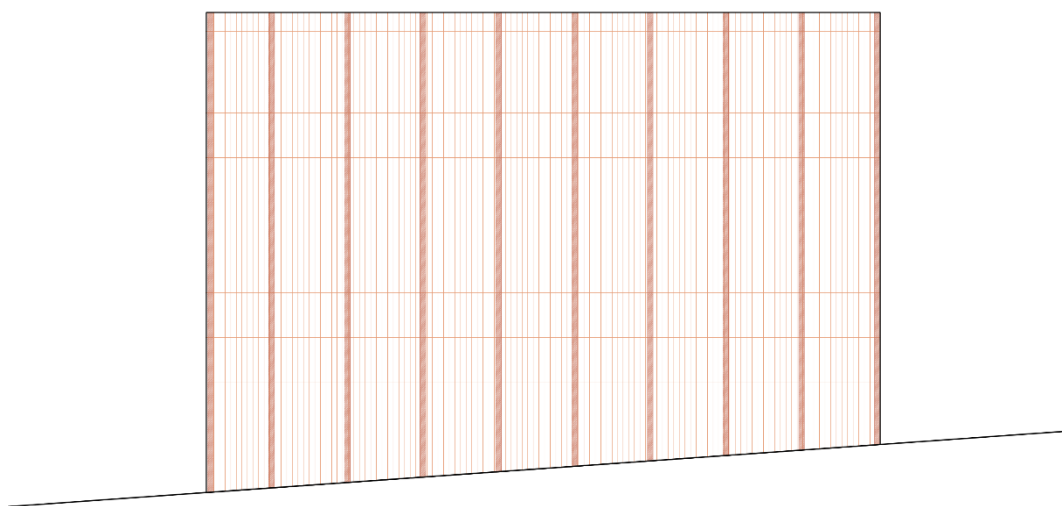
Vista della corte interna.
Elaborazione degli autori.

5.5 Il ruolo dell'involucro: scelte figurative ed efficienza energetica

Nella progettazione del nuovo complesso, abbiamo deciso di adottare un approccio basato su una griglia modulare. Partendo dai vincoli strutturali costituiti dai pilastri e i muri interni, si è applicata una griglia regolare con modulo di 40 centimetri, che ha orientato tutte le scelte progettuali successive.

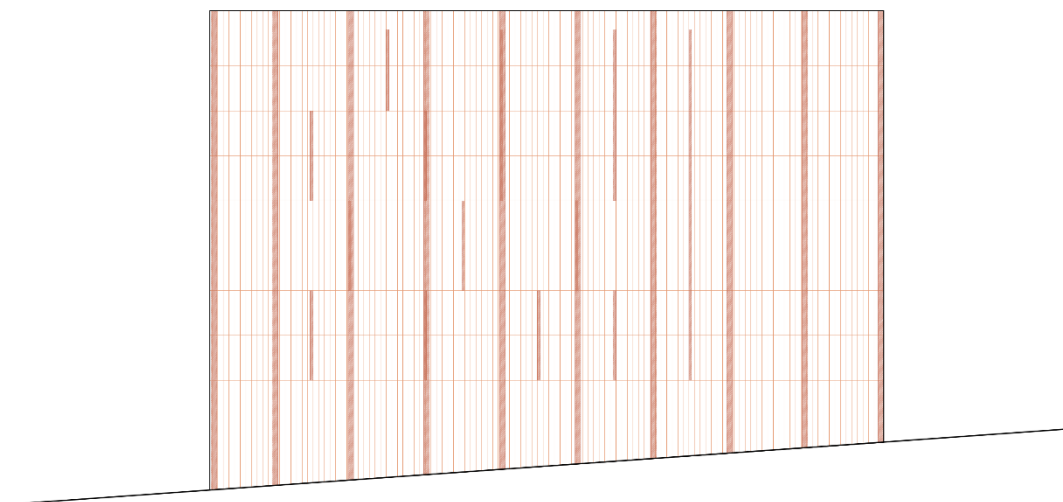


Inserimento griglia in facciata. Elaborazione degli autori.



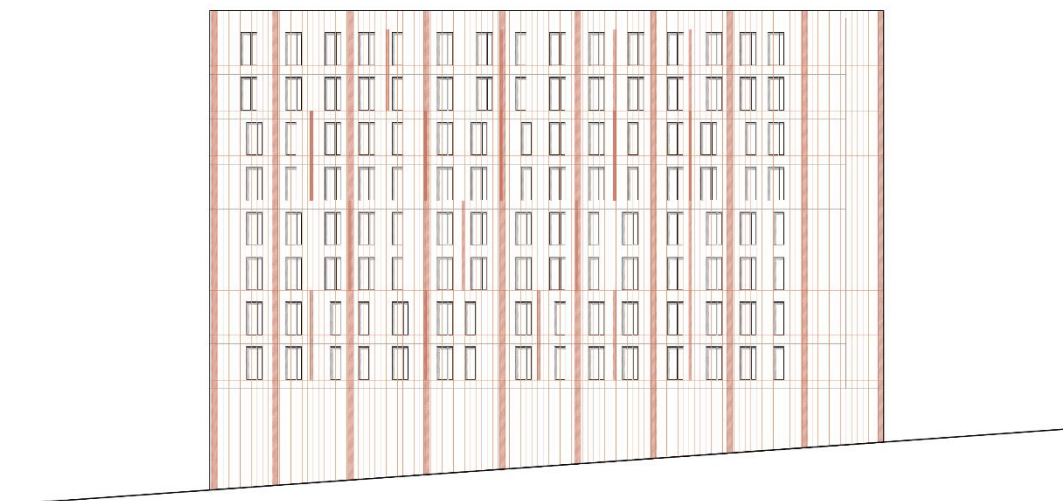
Vincoli in facciata: pilastri. Elaborazione degli autori.

Il prospetto è nato da questa griglia: nelle fasce non occupate dai pilastri e dalle murature interne sono state inserite aperture di 80x240 cm e 120x240 cm, che si ripetono ai vari piani in modo sfalsato.



Vincoli in facciata: pilastri e tramezzi. Elaborazione degli autori.

Le aperture si dispongono rispettando rigorosamente il modulo di 40 cm, benché elementi come il blocco scala e gli ascensori abbiano richiesto di introdurre alcune limitate eccezioni.



Inserimento delle bucatore regolari. Elaborazione degli autori.



Scostamento delle bucature. Elaborazione degli autori.



Vista della facciata con ballatoi. Elaborazione degli autori.



Vista in dettaglio della facciata con il ballatoio.

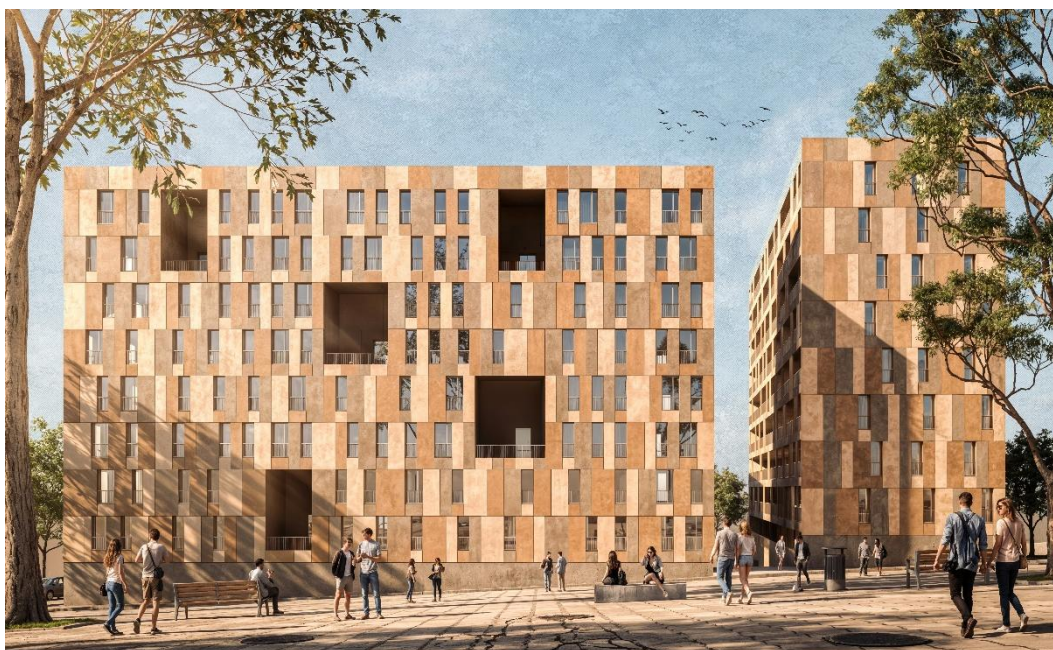
Elaborazione degli autori.

Anche nei prospetti est-ovest si è mantenuta la stessa logica modulare per definire le aperture degli *skygarden*, così da garantire una coerenza visiva in tutte le direzioni.



Vista in dettaglio della facciata con gli skygarden.

Elaborazione degli autori.



Vista della facciata con gli skygarden di giorno.

Elaborazione degli autori.



Vista della facciata con gli skygarden di notte.

Elaborazione degli autori.

Questa struttura modulare è stata ulteriormente enfatizzata dalla scelta del GRC (Glass Fibre Reinforced Concrete) come materiale di rivestimento.

Tra i principali vantaggi emerge la sua leggerezza, che consente di ridurre significativamente i carichi che gravano sulla struttura portante. In aggiunta, il GRC vanta un'elevata resistenza agli agenti atmosferici e una buona durabilità nel tempo, con l'ulteriore vantaggio di possedere esigenze di manutenzione molto limitate.

Da un punto di vista progettuale e creativo, il GRC si distingue per la grande libertà che mette a disposizione del progettista, permettendo di realizzare innumerevoli varianti di pannelli: diverse dimensioni, forme originali e finiture personalizzate, così da adattarsi perfettamente a qualsiasi visione architettonica.



Vista dal Paseo Imperial.

Elaborazione degli autori.

L'integrazione di pannelli in GRC in una facciata ventilata ottimizza le prestazioni energetiche estive dell'edificio attraverso la sinergia tra le proprietà radiative del materiale e la termofluidodinamica dell'involucro. Grazie a matrici cementizie chiare ad alto indice di riflessione solare, il GRC respinge la maggior parte della radiazione incidente, limitando il proprio riscaldamento superficiale. Il calore residuo che attraversa lo spessore del pannello viene asportato per convezione

naturale nell'intercapedine retrostante grazie all'effetto camino; questo moto ascensionale dell'aria è massimizzato dall'elevata stabilità dimensionale del GRC, che previene dilatazioni termiche e garantisce la costanza geometrica del canale di ventilazione, azzerando le strozzature, le perdite di carico ed evitando fenomeni di condensa nell'isolante. L'accoppiamento tra la densità del GRC e lo strato isolante principale attenua e ritarda l'ingresso dell'onda termica diurna verso gli interni.

Questo blocco dei flussi di calore stabilizza la temperatura radiante delle pareti interne, migliorando significativamente il comfort termoigrometrico globale degli occupanti e abbattendo il fabbisogno energetico legato al raffrescamento artificiale.

Per i pannelli si sono selezionati quattro formati (80×240, 120×240, 160×240 e 200×240) e tre tonalità cromatiche diverse, alternate combinando colore e dimensioni per creare un ritmo visivo coerente sulla facciata. Sotto ogni finestra, infine, si posiziona un pannello di rivestimento più piccolo di 60×80, che funge da elemento di transizione e conclude ogni apertura.

La peculiarità della facciata ventilata sta nella separazione, tramite un'intercapedine ventilata, tra il rivestimento esterno e la chiusura verticale retrostante. Durante i mesi estivi, l'irraggiamento solare scalda la facciata e l'aria al suo interno. Grazie a questa intercapedine, l'aria calda sale verso l'alto e lascia posto a quella più fresca richiamata dal basso, che asporta parte del calore limitando così il surriscaldamento della chiusura verticale vera e propria.

La facciata a sud risulta quella più critica per il bilancio termico dell'edificio. Durante il periodo estivo, si possono verificare fenomeni di surriscaldamento delle superfici sia opache che trasparenti. Una soluzione pratica è l'utilizzo di un sistema di frangisole fissi basato sui moduli del GRC in facciata. Questi dispositivi, combinati con la copertura del ballatoio, portano molteplici vantaggi. Il sistema opera, infatti, secondo diversi livelli di protezione della facciata. Durante i mesi estivi, quando l'angolo di altitudine solare raggiunge gli angoli maggiori, il frangisole filtra e blocca i raggi del sole prima che colpiscano l'edificio. Un'altra

funzione è quella di rendere più ombreggiato il ballatoio, consentendone l'utilizzo come terrazzo comune.

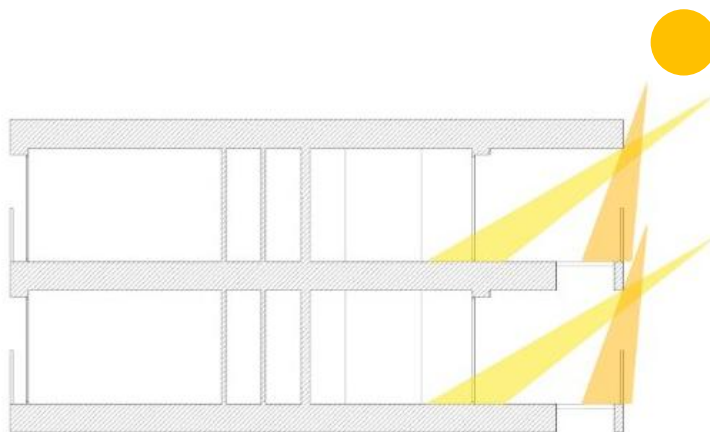


Vista del complesso di notte.

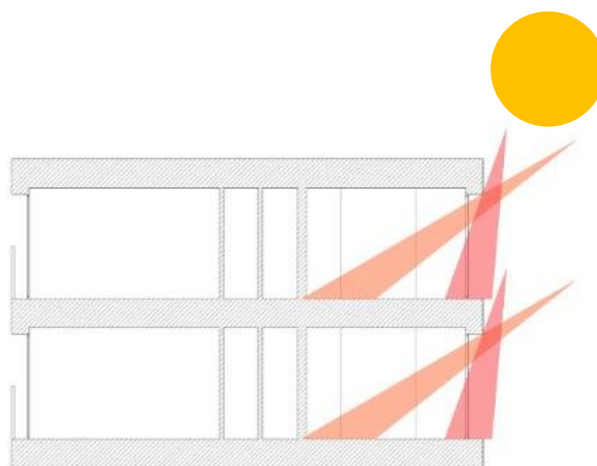
Elaborazione degli autori.

5.6 Effetto dell'utilizzo del ballatoio

Al fine di valutare l'impatto architettonico e prestazionale del ballatoio su un edificio, si sono confrontate le due soluzioni su un medesimo prospetto. La prima che fa riferimento all'ipotesi con il ballatoio e la seconda senza l'elemento sporgente, al fine di evidenziare le differenze a livello di luce e di comportamento termico.



Sezione dell'edificio con ballatoio che evidenzia l'incidenza del sole sulla facciata, in regime estivo e invernale.

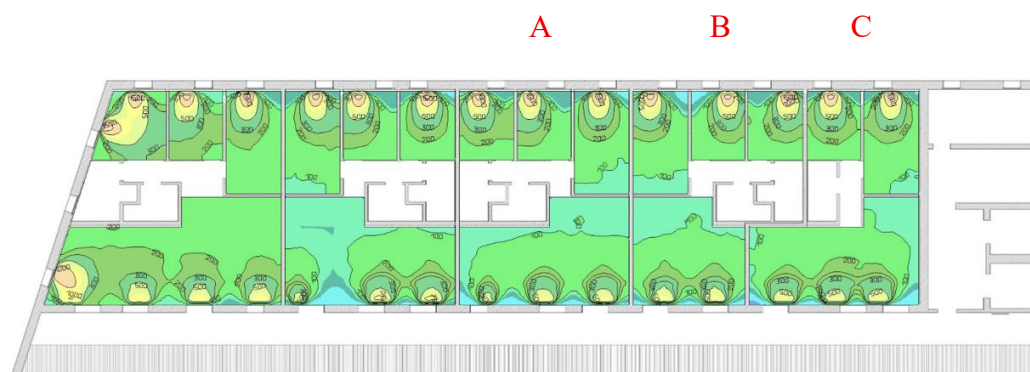


Sezione dell'edificio senza la presenza del ballatoio che evidenzia l'incidenza del sole sulla facciata, in regime estivo e invernale

L'indagine parte dallo studio della luce diurna e della radiazione solare all'interno dell'abitazione che attraversa l'involucro edilizio. L'incidenza del sole nella soluzione con ballatoio è smorzata da una griglia metallica calpestabile; tuttavia, una volta oltrepassata la profondità di tre metri dell'aggetto, la radiazione solare non colpisce mai direttamente le superfici vetrate e si attenua. All'opposto, nella seconda ipotesi, la mancanza del ballatoio lascia che la luce e la radiazione termica diretta investano la facciata, offrendo una migliore illuminazione naturale degli ambienti interni.

L'impiego del software di simulazione DIALux ha permesso di verificare i livelli di illuminamento reali all'interno dei locali, monitorando la distribuzione dei lux sulle superfici utili.

Si sono presi in analisi tre differenti alloggi, di cui due con due camere da letto (appartamento A e C) e uno con tre camere da letto (appartamento B).



Restituzione grafica attraverso il software DIALux dell'edificio sud con il ballatoio.



Restituzione grafica attraverso il software DIALux dell'edificio sud senza il ballatoio.

	Con ballatoio			Senza ballatoio		
	App. A	App.B	App.C	App. A*	App.B*	App.C*
valore LUX medio	248	246	243	310	318	353
profondità 200 lux (m)	2.08	2.26	2.33	3.05	3.05	3.15

Utilizzando il software Termolog si è studiato il comportamento termico dell'edificio, in particolare il raffrescamento durante la stagione estiva.

	Con ballatoio			Senza ballatoio		
	App. A	App.B	App.C	App. A*	App.B*	App.C*
Sup.Utile	75.31	65.45	59.61	75.31	65.45	59.61
$Q_{sol,i} / m^2$	23.31	19.86	31.89	32.09	25.94	51.20
$Q_{C,nd} / m^2$	54.60	46.18	88.96	73.54	59.03	139.51

Confronto tra le due soluzioni			
	A-A*	B-B*	C-C*
$Q_{sol,i} / m^2$	-8.78	-6.09	-19.32
$Q_{C,nd} / m^2$	-18.94	-12.85	-50.55

Lux = unità di misura del Sistema Internazionale per l'illuminamento. Indica la quantità di luce che cade e si distribuisce effettivamente su una determinata superficie.

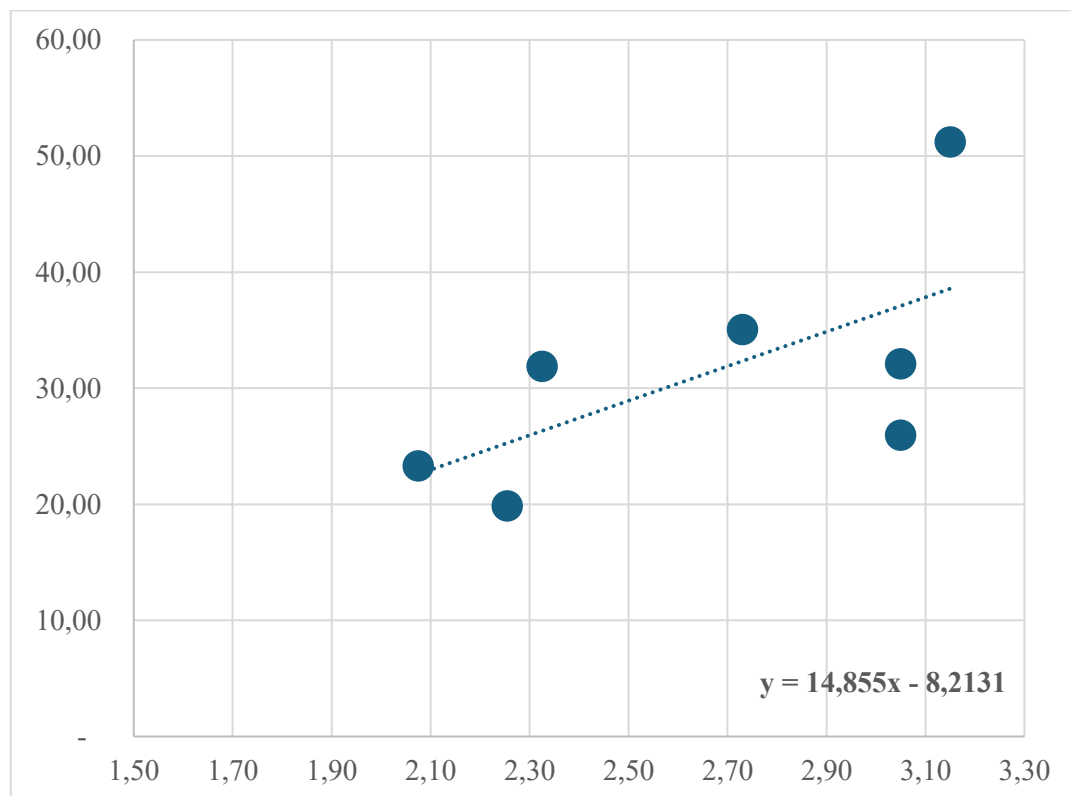
$Q_{sol,i}$ = Energia dovuta agli apporti solari su superfici trasparenti

$Q_{C,nd}$ = Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di raffrescamento.

I risultati dell'analisi comparativa permettono di trarre alcune conclusioni sull'efficacia delle due soluzioni. L'introduzione del ballatoio riduce mediamente del 38% la luce solare diretta sulle superfici vetrate. Il valore raggiunge il 60%

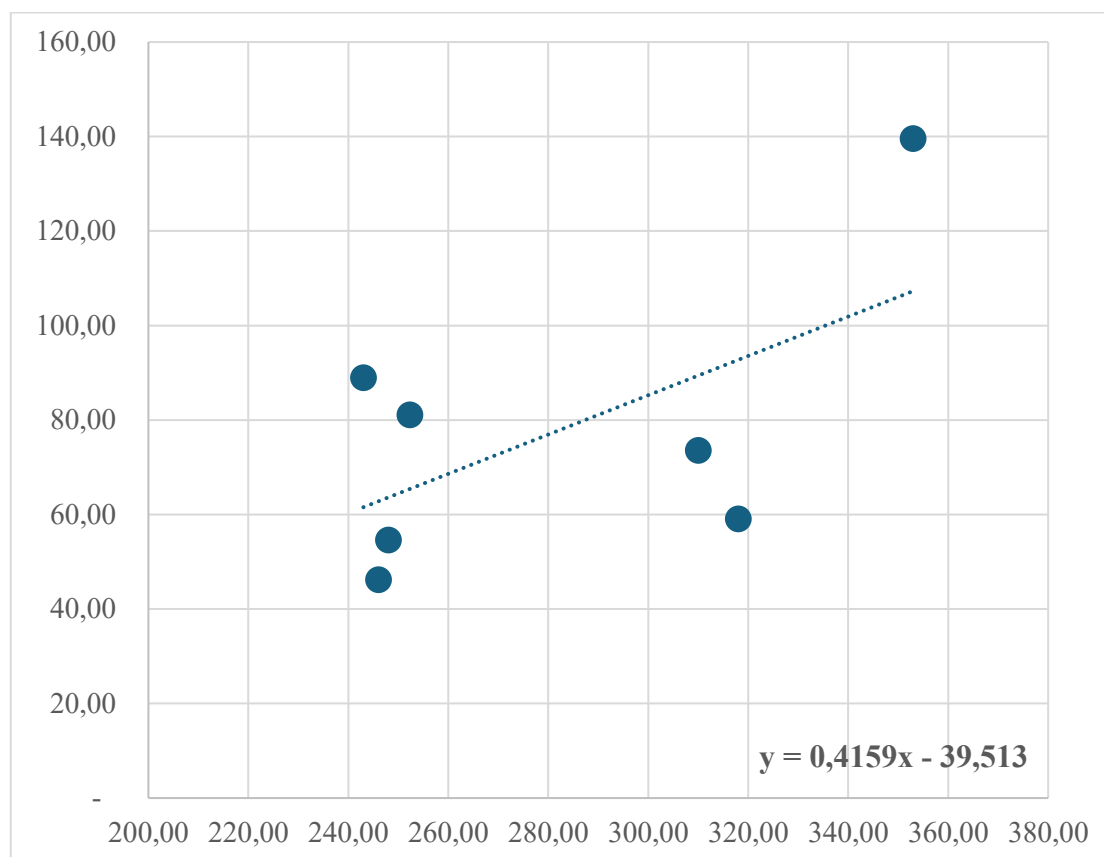
nell'appartamento C e questa schermatura si riflette in modo direttamente proporzionale anche sul fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo. Ciò si traduce in un notevole risparmio di energia per la climatizzazione dell'edificio durante le stagioni calde.

Al contrario, il ballatoio penalizza il comfort visivo, riducendo la profondità di penetrazione della luce naturale negli spazi di circa il 35%. Tuttavia, l'analisi mostra che la principale criticità non è nei livelli medi di illuminamento, poiché questi raggiungono valori in linea con i requisiti normativi per l'edilizia residenziale. Il problema riguarda la distribuzione della luce negli ambienti, che è disomogenea. Questa situazione può essere migliorata ottimizzando il layout degli arredi, destinando le aree meno illuminate ad attività che richiedono meno luce naturale.



Il grafico mostra la correlazione tra la profondità media di penetrazione dell'illuminamento a 200 lux (espressa in metri sull'asse delle ascisse) e l'apporto solare specifico interno riferito alla superficie utile, $Q_{sol,i}/m^2$ (espresso in kWh/ m²).

La retta lineare evidenzia la tendenza direttamente proporzionale tra le due variabili analizzate. L'equazione di regressione lineare ottenuta ($y=14,855x-8,2131$) fornisce uno strumento predittivo matematico per questo specifico orientamento e contesto: per ogni metro lineare in più di profondità utile della luce diurna (200 lux), l'apporto solare specifico subisce un incremento di circa 14,86 unità ($Q_{sol,i}/m^2$).



Questo grafico a dispersione riportato illustra la relazione tra l'illuminamento medio (espresso in lux sull'asse delle ascisse) e il fabbisogno di energia utile per il raffrescamento estivo riferito alla superficie utile, $Q_{c,nd}/m^2$ (espresso sull'asse delle ordinate). Attraverso i dati, si evidenzia come la retta di tendenza abbia un andamento congiunto delle prestazioni illuminotecniche e dei consumi energetici per la climatizzazione estiva.

Dall'interpolazione dei dati mostrati nel grafico si può estrarre un'equazione di regressione lineare ($y=0,4159x-39,513$), dalla quale è possibile trarre alcune deduzioni. La pendenza positiva della retta di tendenza conferma che all'aumentare dei lux medi all'interno degli ambienti corrisponde un incremento lineare del fabbisogno energetico per il raffrescamento. Questo accade perché una maggiore penetrazione della luce diurna all'interno degli ambienti è quasi sempre associata a un ingresso significativo di radiazione solare termica e quindi di surriscaldamento della facciata.

I punti concentrati nella fascia tra i 240 e i 250 lux medi presentano un fabbisogno di raffrescamento nettamente inferiore (compreso tra circa 45 e 90 kWh/m²). Questo dimostra l'efficacia del ballatoio come dispositivo di schermatura passiva, capace di contenere i carichi termici estivi pur garantendo un livello di illuminamento medio ampiamente soddisfacente per le funzioni residenziali. Nell'analisi della soluzione senza ballatoio, il valore singolo che si attesta a oltre 350 lux medi sconta un picco drastico nel fabbisogno di raffrescamento, che sfiora i 140 kWh/m². L'assenza di aggetti massimizza l'illuminamento, ma genera un surriscaldamento interno critico.

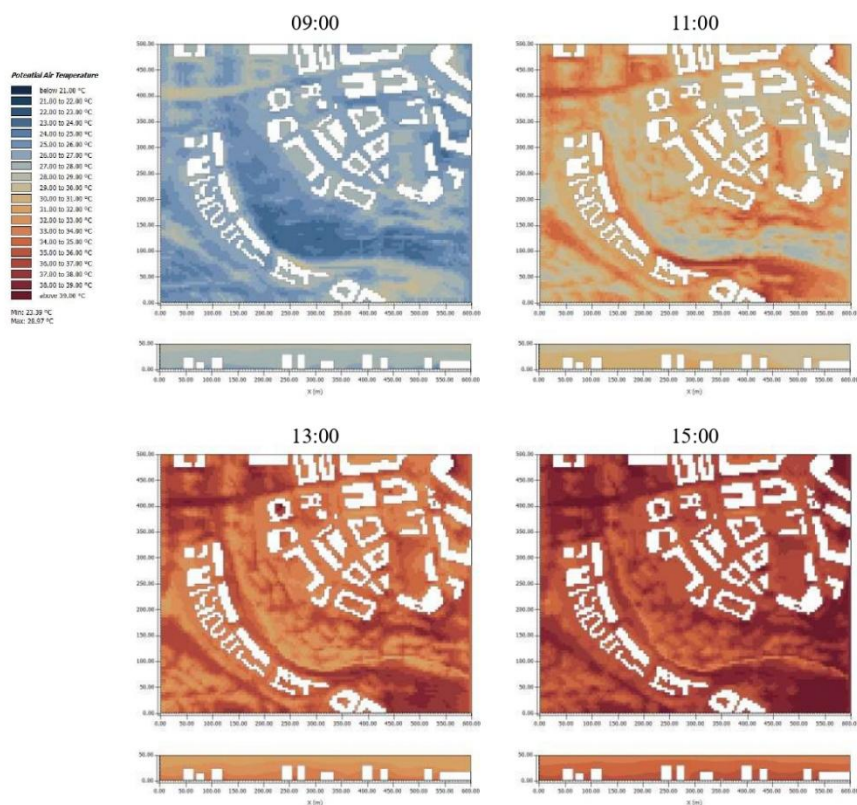
L'equazione offre un indicatore di sensibilità del sistema: per ogni incremento di 10 lux nell'illuminamento medio dell'alloggio, il fabbisogno di energia utile per il raffrescamento aumenta di circa 4,16 kWh/m². Tale dato numerico conferma la necessità di mediare tra comfort visivo ed efficienza energetica, promuovendo la soluzione con ballatoio come il miglior compromesso prestazionale.

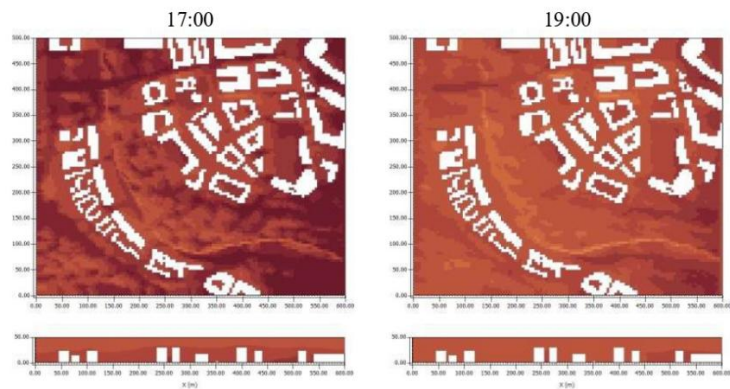
5.7 Analisi Microclimatica Outdoor

Temperatura dell'aria (°C)

Dalla simulazione del microclima outdoor eseguita utilizzando il software ENVI-MET emerge che il nuovo parco adiacente al fiume produce un abbassamento della temperatura nella zona, rispetto alla temperatura analizzata dallo stato di fatto.

Tramite l'analisi della temperatura dell'aria esterna, si nota come nelle ore più calde, si ha un abbassamento di circa 6°C nella nostra area, rispetto allo stato di fatto. Alle ore 13:00 si passa da circa 39°C a 33°C, mentre alle 15:00 la temperatura si abbassa di circa 4°C tra lo stato di fatto e lo stato di progetto.



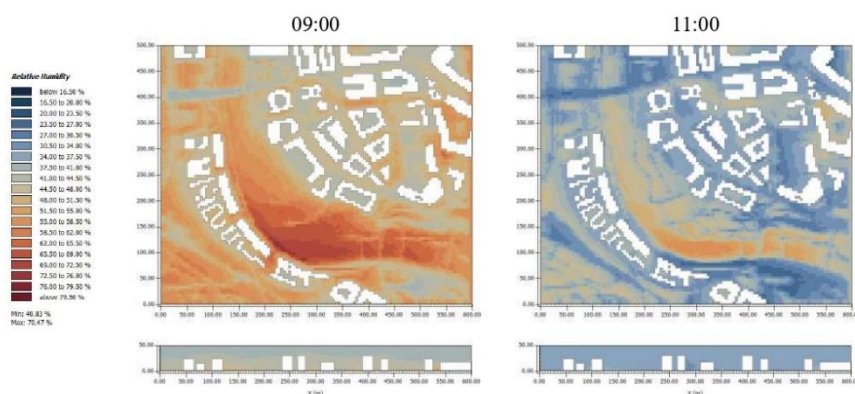


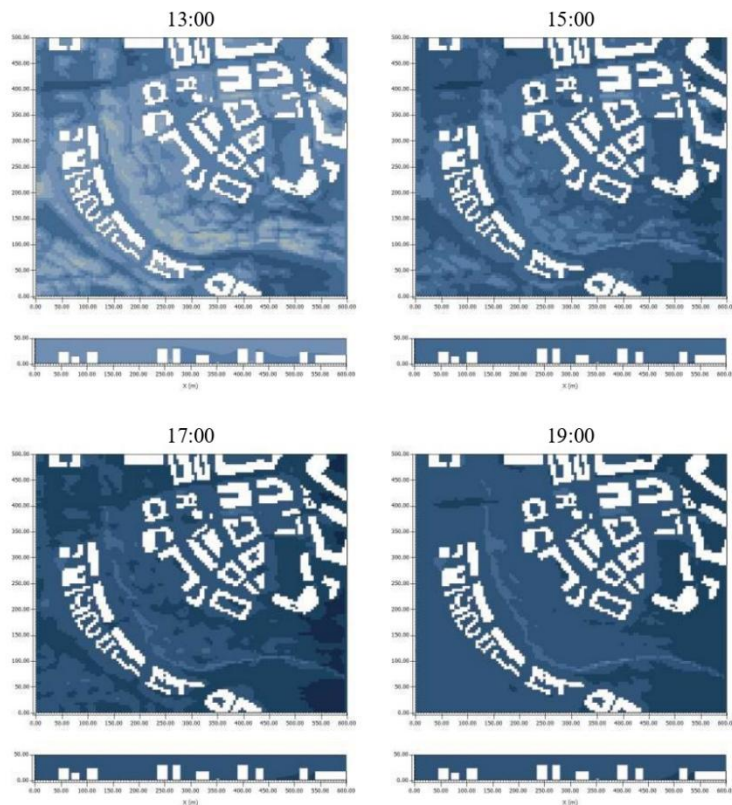
Temperatura dell'aria del lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Umidità relativa (%)

Questa simulazione evidenzia invece il comportamento inverso rispetto alla temperatura e la stretta correlazione tra riscaldamento solare e umidità dell'aria.

Nelle prime ore del mattino prevalgono i colori arancioni/rossastri, che indicano un'umidità relativa più alta. L'aria è ancora fresca e riesce a trattenere meno vapore acqueo in percentuale prima di saturarsi. Con il passare delle ore, la capacità dell'aria di contenere umidità aumenta drasticamente, facendo crollare l'umidità relativa ai minimi giornalieri. Al calare del sole, l'aria si raffredda nuovamente e l'umidità relativa ricomincia a salire.



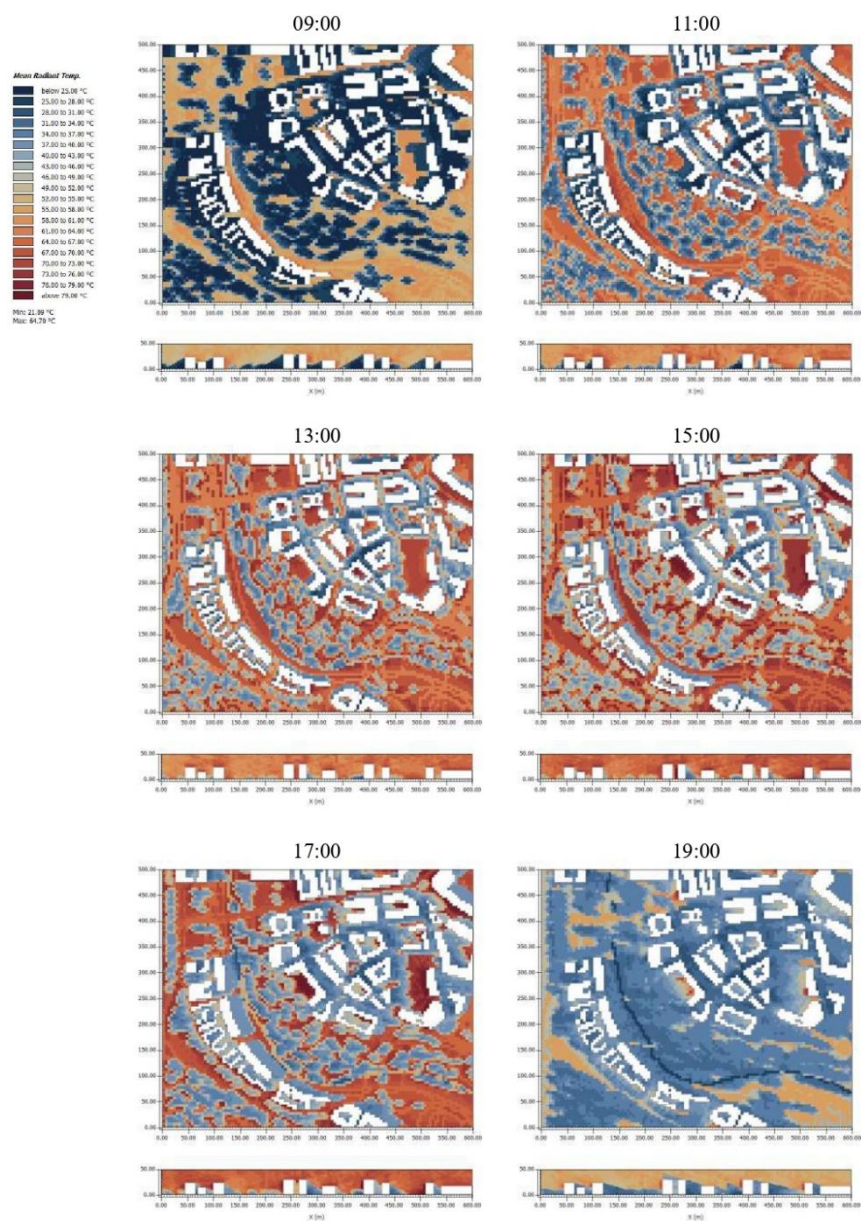


Umidità relativa del lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura Media Radiante (°C)

La Temperatura Media Radiante esprime la totalità dei flussi radiativi (solari diretti, diffusi dall'atmosfera e riflessi/emessi dalle superfici circostanti come asfalto e facciate) che colpiscono il corpo umano. È il fattore più influente nel determinare l'indice di comfort termico all'aperto durante le giornate soleggiate.

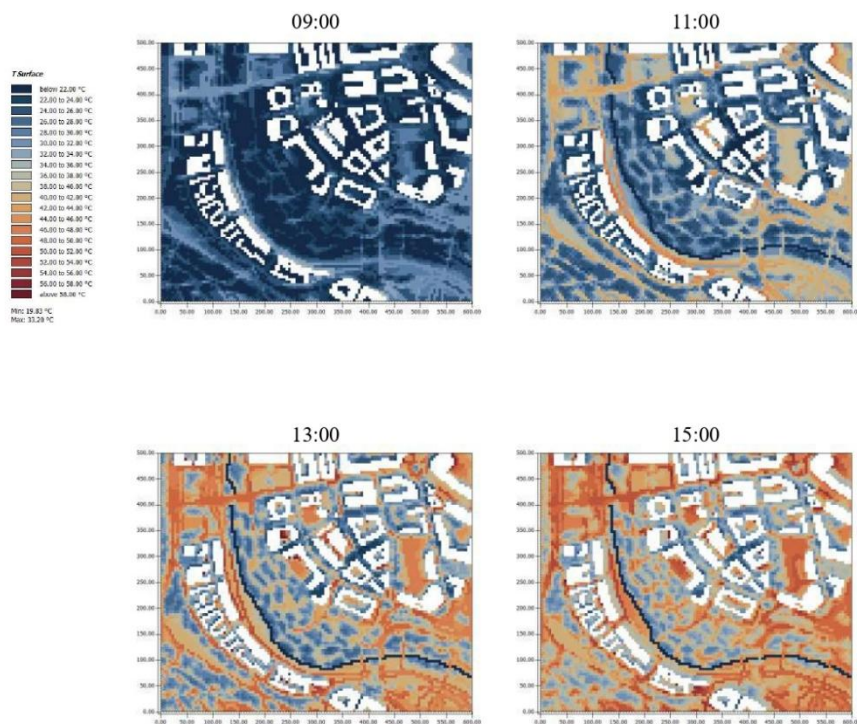
Come si nota dai colori blu, le ombre degli edifici proteggono lo spazio pubblico, e garantiscono un buon comfort termico. Nelle ore centrali si raggiunge il picco dello stress termico dovuto al sole e all'accumulo di calore nei materiali cementizi.

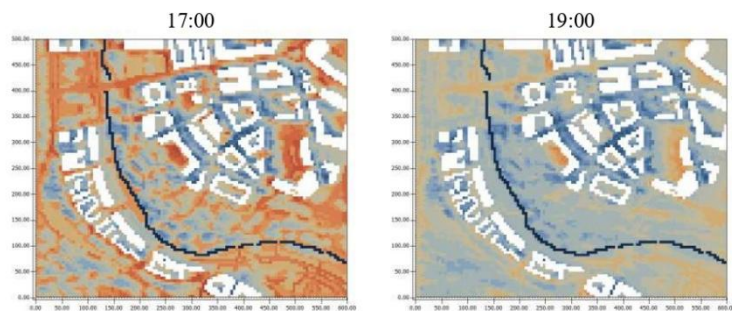


Temperatura media radiante del lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura superficiale (°C)

L'introduzione della nuova vegetazione nel parco *Madrid Rio* favorisce la diffusione di "isole di frescura" (contrassegnate dalle tonalità azzurre e blu scuro), che risultano decisamente più estese e visibili rispetto allo scenario attuale. Questa configurazione permette di distribuire il calore in modo più uniforme e di mantenere le temperature complessivamente più basse. Nello scenario di progetto, infatti, il riscaldamento diurno è molto meno accentuato, mentre il raffreddamento serale (ore 19:00) avviene in modo più rapido e profondo, garantendo temperature inferiori.



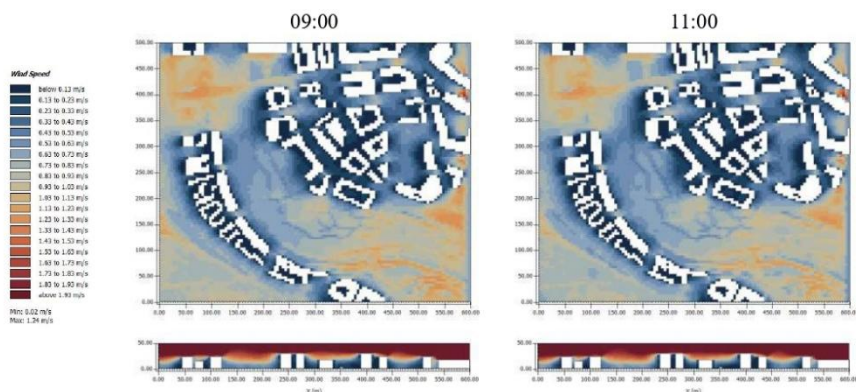


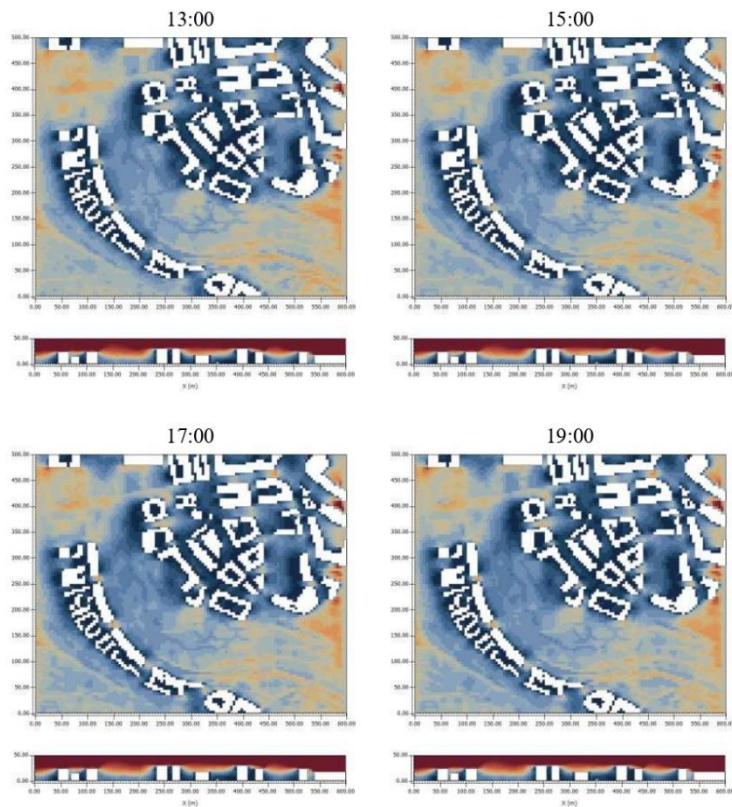
Temperatura superficiale nel lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Velocità vento (m/s)

La nuova vegetazione inserita nel parco funge da vera e propria barriera frangivento. Nello stato di progetto, la mappa è dominata da tonalità più fredde e neutre, segno di una velocità del vento più contenuta, costante e uniforme (generalmente sotto 1.0–1.2 m/s).

Questo decremento della velocità contribuisce a creare un microclima molto più confortevole e protetto per i pedoni, riducendo le correnti fastidiose o improvvise causate dalle geometrie degli edifici esistenti.



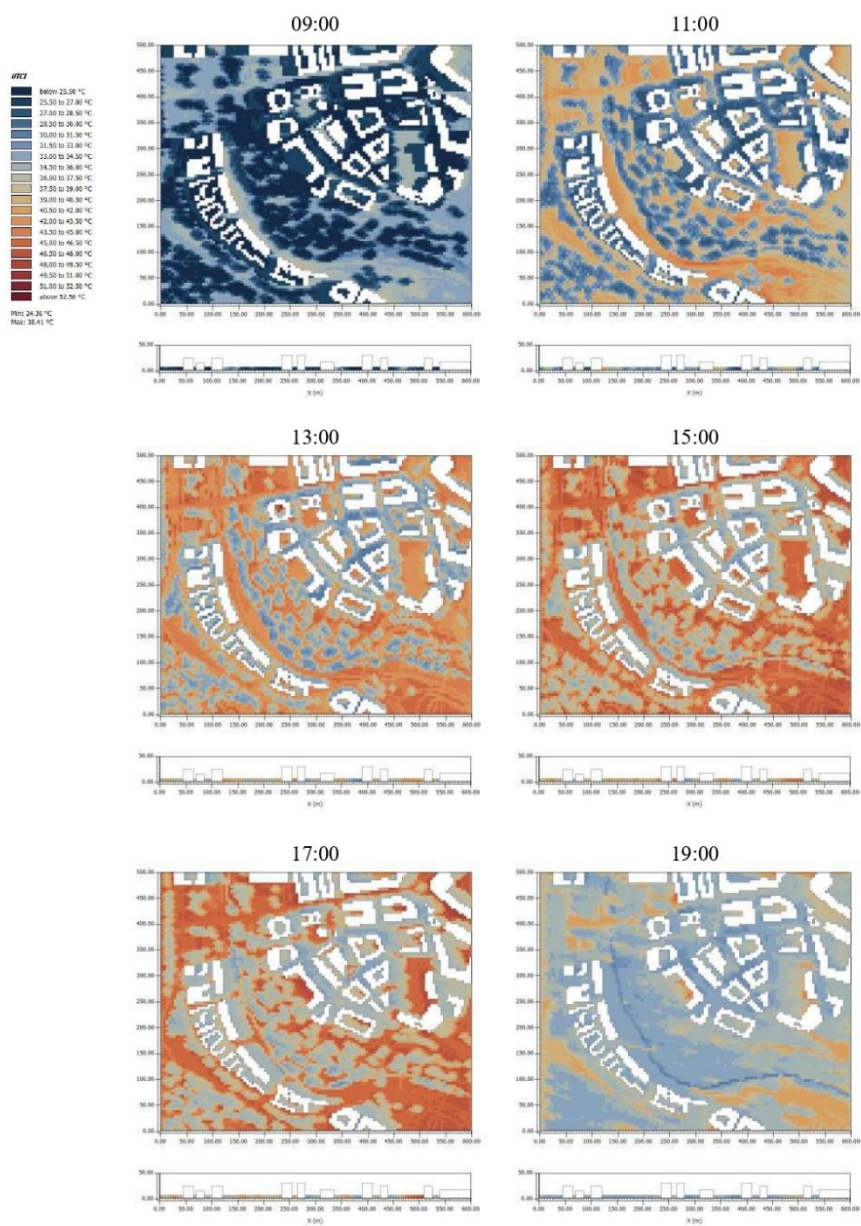


Velocità del vento nel lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Universal Thermal Climate Index (UTCI) (°C)

Questo grafico rappresenta la sintesi delle diverse simulazioni, poiché unisce in un unico valore tutti i parametri visti in precedenza (temperatura radiante, umidità e vento) per calcolare la temperatura effettivamente percepita dal corpo umano.

Al mattino la combinazione di aria fresca e ombreggiamento garantisce una situazione di benessere termico o di stress da calore nullo o lieve. Durante la giornata, le mappe virano sul rosso acceso e sul marrone, ovvero il massimo stress termico per l'organismo. In seguito, nonostante il sole inizi a calare, l'indice percepito rimane pericolosamente alto a causa del calore accumulato e riemesso dai materiali, soprattutto dalle pavimentazioni stradali.



UTCI nel lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

5.8 Scelte tecnologiche e impiantistiche

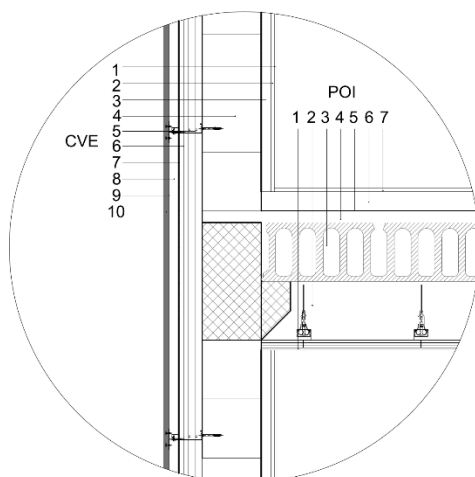
L'obiettivo di ottenere un complesso residenziale ad alte prestazioni energetiche ha richiesto di progettare nel dettaglio la configurazione tecnologica e, in particolare, le chiusure esterne.

Per quanto riguarda la struttura, si è optato per un intelaiato di travi e pilastri in calcestruzzo armato, su una platea di fondazione in calcestruzzo armato.

I solai sono realizzati con pannelli prefabbricati alveolari in calcestruzzo precompresso (tipo Spiroll) di spessore 30 centimetri, completati superiormente da una soletta collaborante in calcestruzzo gettata in opera con rete elettrosaldata. Successivamente viene posato in opera un massetto impiantistico per il riscaldamento radiante a pavimento. La restante parte degli impianti è collocata fra l'intradosso dei solai e i controsoffitti in cartongesso, posizionati in modo da lasciare una cavità di spessore 20 centimetri.

La chiusura orizzontale esterna è realizzata con le stesse tecnologie previste per i solai intermedi, con l'aggiunta di isolamento termico e impermeabilizzazione all'estradosso e predisposizioni per l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

Per le chiusure verticali esterne è stato ipotizzato l'utilizzo di blocchi in calcestruzzo cellulare, rivestiti sulla faccia esterna da due pannelli di isolante, uno a bassa densità verso l'interno e uno ad alta densità verso l'esterno, per migliorare l'inerzia termica. Il rivestimento esterno è costituito da pannelli di GRC, agganciati alla struttura tramite staffe metalliche, che consentono di mantenere un'intercapedine d'aria fra l'intradosso del rivestimento e l'estradosso dell'isolante.



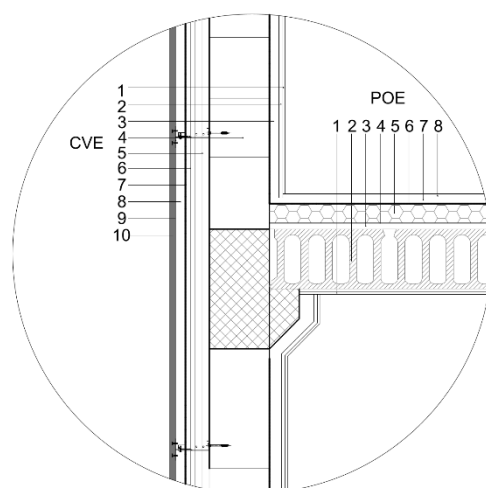
PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA (POI)

1. Controsoffitto in lastre di cartongesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartongesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Soletta collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosalda mm 80
6. Massetto per impianto radiante a pavimento mm 8
7. Pavimento mm 15

CHIUSURA VERTICALE ESTERNE (CVE)

1. Controparete in lastre di cartongesso mm 15
2. Struttura metallica per controparete in lastre di cartongesso
3. Intercapedine 40 mm
4. Blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato mm 250
5. Strato isolante a bassa densità
6. Strato isolante ad alta densità
7. Membrana impermeabile
8. Intercapedine d'aria 40 mm
9. Struttura per rivestimento esterno in GRC
10. Pannelli di GRC 15 mm

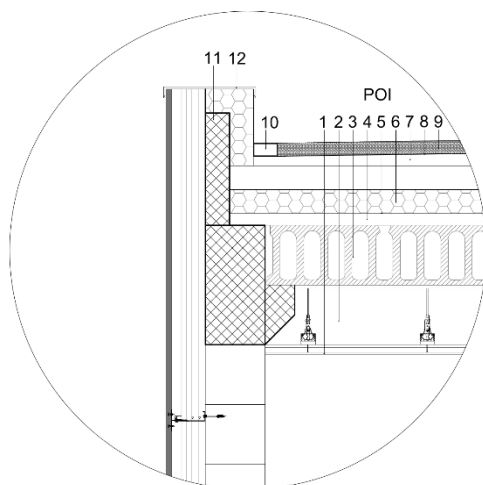
*Dettaglio del nodo tra la pavimentazione interna e
la chiusura verticale esterna.*



PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA BALLATOIO (POE2)

1. Rivestimento esterno
2. Cavità impiantistica 250mm
3. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 25
4. Membrana anticalpestio
5. Isolante in XPS mm 80
6. Membrana impermeabilizzante
7. Massetto autoportante
8. Pavimento mm 15

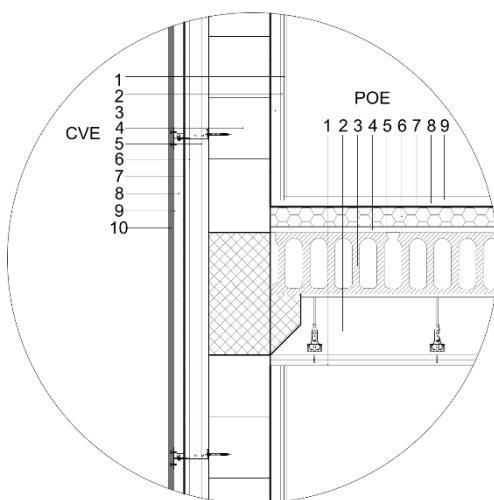
*Dettaglio del nodo tra la pavimentazione esterna del ballatoio e
la chiusura verticale esterna.*



CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA (COS)

1. Controsoffitto in lastre di cartongesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartongesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Soletta collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosalda mm 80
6. Doppio strato isolante 100+100mm
7. Massetto alleggerito pendenzato 50mm
8. Membrana impermeabile
9. Ghiaia
10. Canale di gronda perimetrale nascosto
11. Cordolo perimetrale in c.a.
12. Scossalina in lamiera ripiegata

*Dettaglio del nodo tra la copertura esterna e
la chiusura verticale esterna.*



PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA SKYGARDEN (POE1)

1. Controsoffitto in lastre di cartongesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartongesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Membrana anticalpestio
6. Isolante in XPS mm 80
7. Membrana impermeabilizzante
8. Massetto autoportante
9. Pavimento mm 15

*Dettaglio del nodo tra la pavimentazione esterna dello skygarden e
la chiusura verticale esterna.*

L'obiettivo della progettazione degli edifici è stato quello di eliminare l'uso di combustibili fossili e massimizzare l'efficienza energetica. Per questo motivo si è sviluppato un sistema impiantistico distinto per ogni blocco, allo scopo di renderlo indipendente dagli altri, caratterizzato da un insieme di dispositivi tra loro integrati: pompe di calore, terminali radianti, sistemi di ventilazione meccanica e captatori di energia rinnovabile.

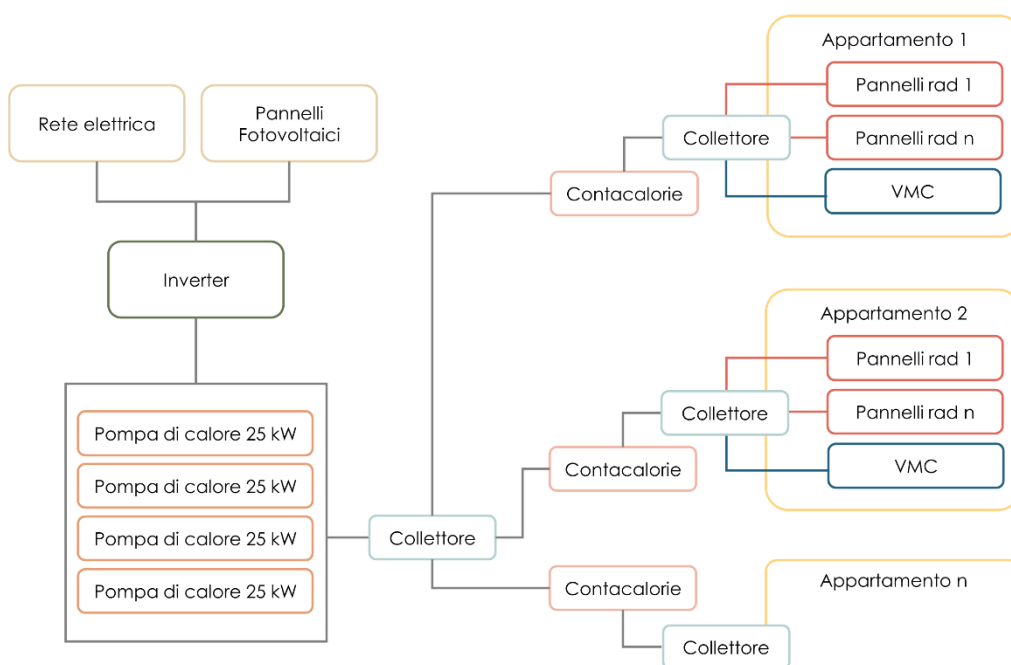
Il sistema di riscaldamento e raffrescamento si compone di quattro pompe di calore che utilizzano l'acqua come sorgente termica. Questo consente di operare con rapporti di compressione ridotti e ottimizzati, garantendo indici elevati di efficienza anche in condizioni esterne estreme. La suddivisione della potenza termica totale su quattro unità distinte permette una parzializzazione della potenza erogata. Grazie alla logica di cascata, il sistema attiva solo il numero di compressori strettamente necessario a coprire il carico termico istantaneo richiesto dall'edificio, senza disperdere energia inutilmente.

Durante i mesi freddi, l'energia prodotta dalle pompe di calore viene trasmessa agli appartamenti tramite un impianto di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento. Il riscaldamento a pavimento opera come un sistema a bassa temperatura e lo scambio termico avviene prevalentemente per irraggiamento anziché per convezione, garantendo un profilo di temperature verticale ideale per il corpo umano (caldo ai piedi e fresco alla testa) e l'assenza di moti convettivi d'aria, prevenendo la circolazione di polveri e allergeni.

Per il raffrescamento si è optato invece per un sistema integrato con quello di ventilazione meccanica controllata. Il sistema VMC permette il ricambio d'aria igienico con recupero di calore ad alta efficienza dall'aria esausta e il convogliamento dell'aria esterna di rinnovo attraverso unità di trattamento dotate di batterie alimentate dal fluido refrigerato proveniente dalle pompe di calore. L'aria immessa nei locali risulta così opportunamente filtrata, raffrescata e deumidificata.

La scelta progettuale di utilizzare la VMC per il raffrescamento, escludendo il pavimento radiante in estate, risponde ad una logica di prevenzione del rischio di

condensazione interstiziale e superficiale del pavimento qualora i tassi di umidità relativa interna aumentino improvvisamente. Il sistema aeraulico della VMC permette invece un controllo dinamico e simultaneo sia della temperatura sia dell'umidità, garantendo un'efficace deumidificazione estiva, l'assenza di correnti fredde dirette e la prevenzione di muffe e fenomeni di condensa. Un ulteriore motivo di questa scelta risiede nel fatto che il sistema radiante a pavimento presenta tempi di risposta estremamente lenti, a causa della massa strutturale coinvolta. Questa bassa reattività è accettabile in regime invernale, ma in estate il sistema aeraulico della VMC offre una risposta dinamica e immediata molto più efficace.



Schema impiantistico.

A completamento della transizione verso un modello edilizio sostenibile, sulla copertura di ogni edificio è integrato un impianto a pannelli fotovoltaici.

Dal momento che l'intera infrastruttura impiantistica è alimentata esclusivamente dall'energia elettrica, l'impianto fotovoltaico si configura come un'ottima integrazione energetica del sistema. La curva di produzione diurna dell'impianto solare coincide ampiamente con i picchi di richiesta elettrica dei sistemi di

trattamento dell'aria in estate, sollecitati dalle temperature elevate che si riscontrano a Madrid, mentre assicura i consumi di mantenimento invernali.

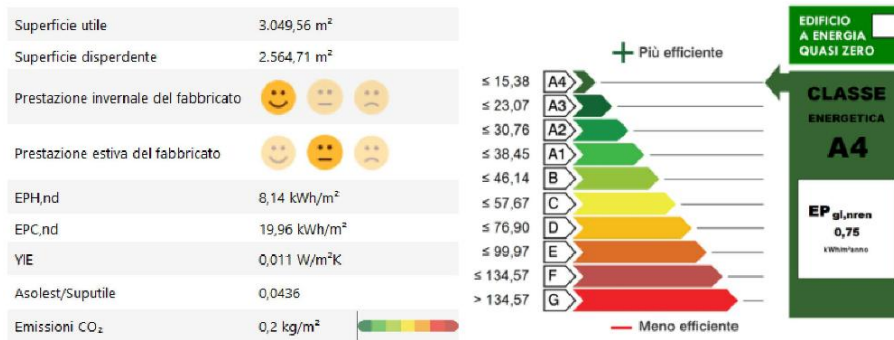
L'integrazione del fotovoltaico compensa l'impronta di carbonio associata ai consumi energetici residui dell'edificio, innalzandone l'indice di prestazione energetica globale e garantendo il rispetto dei più stringenti vincoli normativi in materia di fonti rinnovabili.

Attestazione di Prestazione Energetica degli edifici

Edificio SUD

Intero edificio

Prestazione energetica



Consumi ed energia rinnovabile



Principali risultati del calcolo:

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata Su,H 3.049,56 m²
Superficie utile raffrescata Su,C 3.049,56 m²
Volume lordo riscaldata V,H 10.843,28 m³
Volume lordo raffrescato V,C 10.843,28 m³
Superficie disperdente Sdisp 2.564,71 m²

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione di riferimento

Edificio reale					Edificio di riferimento				
Riscaldamento involucro	QH,nd	24.824,7 kWh	Indice di prestazione tecnica utile riscaldamento...	EPH,nd	8,14 kWh/m²	Indice di prestazione tecnica utile riscaldamento...	EPH,nd,rif	18,85 kWh/m²	
Raffrescamento involucro	QC,nd	60.861,4 kWh	Indice di prestazione tecnica utile raffrescamento...	EPC,nd	19,96 kWh/m²	Indice di prestazione tecnica utile raffrescamento...	EPC,nd,rif	11,73 kWh/m²	
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione tecnica utile acs	EPW,nd	0,81 kWh/m²	Indice di prestazione tecnica utile acs	EPW,nd,rif	0,81 kWh/m²	

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione effettiva

Edificio reale						Edificio di riferimento	
Riscaldamento involucro	QH,nd	24.824,7 kWh	Indice di prestazione tecnica utile riscaldamento...	EPH,nd	8,14 kWh/m²		
Raffrescamento involucro	QC,nd	60.861,4 kWh	Indice di prestazione tecnica utile raffrescamento...	EPC,nd	19,96 kWh/m²		
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione tecnica utile acs	EPW,nd	0,81 kWh/m²		

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria riscaldamento non rinnovabile	Q _{p,H,nren}	2.205,1 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH _{nren}	0,72 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH _{nren,rif}	14,27 kWh/m ²
Energia primaria rinnovabile	Q _{p,H,ren}	25.338,7 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPH _{ren}	8,31 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPH _{ren,rif}	19,40 kWh/m ²
Energia primaria totale	Q _{p,H,tot}	27.543,8 kWh	Indice di prestazione totale	EPH _{tot}	9,03 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPH _{tot,rif}	33,67 kWh/m ²
Efficienza globale stagionale				η _{H,tot}	0,901	Efficienza globale limite	η _{H,rif}	0,560
Quota rinnovabile				QR,H	92,0 %			

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale								Edificio di riferimento			
Energia primaria raffrescamento non rinnovabile	Qp,C,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren	0,00 kWh/m²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren,rif	8,45 kWh/m²			
Energia primaria rinnovabile	Qp,C,ren	7.959,5 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren	2,61 kWh/m²	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren,rif	2,59 kWh/m²			
Energia primaria totale	Qp,C,tot	7.959,5 kWh	Indice di prestazione totale	EPC,tot	2,61 kWh/m²	Indice di prestazione totale	EPC,tot,rif	11,04 kWh/m²			
				ηC,tot	7,646	Efficienza globale limite	ηC,rif	1,062			
				QR,C	100,0 %						

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti								
Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria acs non rinnovabile	Qp,W,nren	75,5 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren	0,02 kWh/m²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren,rif	0,63 kWh/m²
Energia primaria rinnovabile	Qp,W,ren	2.746,1 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren	0,90 kWh/m²	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren,rif	0,99 kWh/m²
Energia primaria totale	Qp,W,tot	2.821,6 kWh	Indice di prestazione totale	EPW,tot	0,93 kWh/m²	Indice di prestazione totale	EPW,tot,rif	1,62 kWh/m²
Efficienza globale stagionale				ηW,tot	0,876	Efficienza globale limite	ηW,rif	0,500
Quota rinnovabile				QR,W	97,3 %	Limite normativo	QR,W,lim	60,00 %

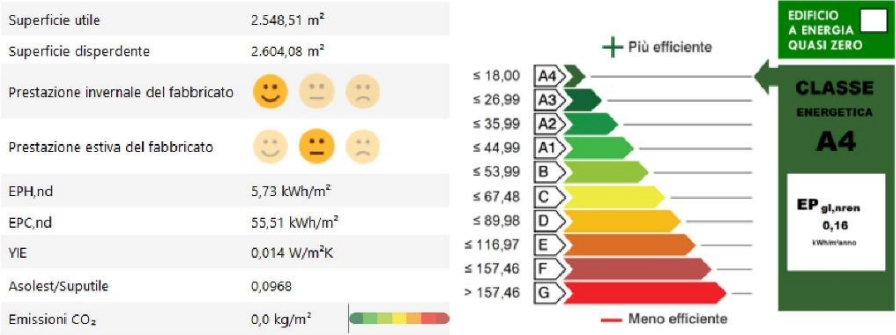
FABBISOGNO GLOBALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale								Edificio di riferimento			
Energia primaria non rinnovabile	Q _{p,gl,nren}	2.280,5 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EP _{gl,nren}	0,75 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EP _{gl,nren,rif}	23,36 kWh/m ²			
Energia primaria rinnovabile	Q _{p,gl,ren}	36.044,3 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EP _{gl,ren}	11,82 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EP _{gl,ren,rif}	22,97 kWh/m ²			
Energia primaria totale	Q _{p,gl,tot}	38.324,8 kWh	Indice di prestazione totale	EP _{gl,tot}	12,57 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EP _{gl,tot,rif}	46,33 kWh/m ²			

Edificio EST

Intero edificio

Prestazione energetica



Consumi ed energia rinnovabile



Principali risultati del calcolo:

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata Su,H 2.548,51 m²
Superficie utile raffrescata Su,C 2.548,51 m²
Volume lordo riscaldato V,H 9.277,87 m³
Volume lordo raffrescato V,C 9.277,87 m³
Superficie disperdente Sdisp 2.604,08 m²

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione di riferimento

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Riscaldamento involucro	QH,nd	14.593,4 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd	5,73 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd,rif
Raffrescamento involucro	QC,nd	141.465,3 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd	55,51 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd,rif
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd	0,97 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd,rif

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione effettiva

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Riscaldamento involucro	QH,nd	14.593,4 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd	5,73 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd,rif
Raffrescamento involucro	QC,nd	141.465,3 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd	55,51 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd,rif
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd	0,97 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd,rif

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Energia primaria riscaldamento non rinnovabile	Qp,H,nren	398,4 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren	0,16 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren,rif
Energia primaria rinnovabile	Qp,H,ren	6.130,2 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren	2,41 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren,rif
Energia primaria totale	Qp,H,tot	6.528,6 kWh	Indice di prestazione totale	EPH,tot	2,56 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPH,tot,rif
Efficienza globale stagionale				ηH,tot	2,235	Efficienza globale limite	ηH,rif
Quota rinnovabile				QR,H	93,9 %		

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Energia primaria raffrescamento non rinnovabile	Qp,C,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren	0,00 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren,rif
Energia primaria rinnovabile	Qp,C,ren	3.536,2 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren	1,39 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren,rif
Energia primaria totale	Qp,C,tot	3.536,2 kWh	Indice di prestazione totale	EPC,tot	1,39 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPC,tot,rif
Efficienza globale stagionale				ηC,tot	40,005	Efficienza globale limite	ηC,rif
Quota rinnovabile				QR,C	100,0 %		

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Energia primaria acs non rinnovabile	Qp,W,nren	16,6 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren	0,01 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren,rif
Energia primaria rinnovabile	Qp,W,ren	2.762,1 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren	1,08 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren,rif
Energia primaria totale	Qp,W,tot	2.778,7 kWh	Indice di prestazione totale	EPW,tot	1,09 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPW,tot,rif
Efficienza globale stagionale				ηW,tot	0,889	Efficienza globale limite	ηW,rif
Quota rinnovabile				QR,W	99,4 %	Limite normativo	QR,W,lim

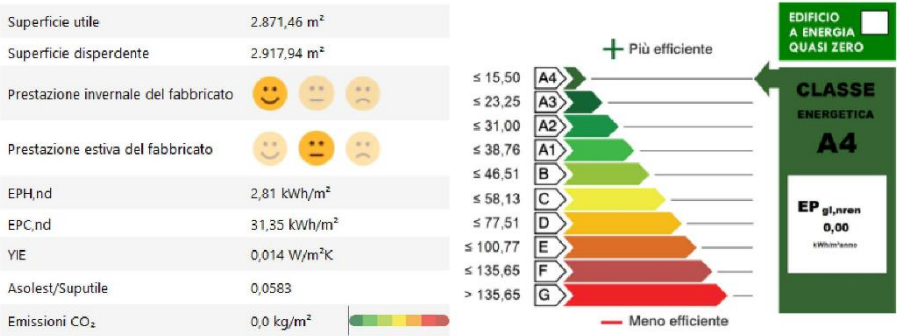
FABBISOGNO GLOBALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento			
Energia primaria non rinnovabile	Qp,gl,nren	415,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren	0,16 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren,rif
Energia primaria rinnovabile	Qp,gl,ren	12.428,5 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren	4,88 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren,rif
Energia primaria totale	Qp,gl,tot	12.843,5 kWh	Indice di prestazione totale	EPgl,tot	5,04 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPgl,tot,rif

Edificio NORD

Intero edificio

Prestazione energetica



Consumi ed energia rinnovabile



Principali risultati del calcolo:

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata Su,H 2.871,46 m²
Superficie utile raffrescata Su,C 2.871,46 m²
Volume lordo riscaldato V,H 10.816,62 m³
Volume lordo raffrescato V,C 10.816,62 m³
Superficie disperdente Sdisp 2.917,94 m²

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione di riferimento

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Riscaldamento involucro	QH,nd	8.080,9 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd	2,81 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd,rif	16,70 kWh/m ²			
Raffrescamento involucro	QC,nd	90.019,6 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd	31,35 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd,rif	15,00 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione termica utile acqua...	EPW,nd	0,86 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile acqua...	EPW,nd,rif	0,86 kWh/m ²			

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione effettiva

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Riscaldamento involucro	QH,nd	8.080,9 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd	2,81 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile riscaldamento...	EPH,nd,rif	16,70 kWh/m ²			
Raffrescamento involucro	QC,nd	90.019,6 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd	31,35 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile raffrescamento...	EPC,nd,rif	15,00 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	QW	2.470,6 kWh	Indice di prestazione termica utile acqua...	EPW,nd	0,86 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile acqua...	EPW,nd,rif	0,86 kWh/m ²			

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Energia primaria riscaldamento non rinnovabile	Qp,H,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren	0,00 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren,rif	12,57 kWh/m ²			
Energia primaria rinnovabile	Qp,H,ren	4.603,6 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren	1,60 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren,rif	17,07 kWh/m ²			
Energia primaria totale	Qp,H,tot	4.603,6 kWh	Indice di prestazione totale	EPH,tot	1,60 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPH,tot,rif	29,64 kWh/m ²			
			Efficienza globale stagionale	ηH,tot	1,755	Efficienza globale limite	ηH,rif	0,563			
			Quota rinnovabile	QR,H	100,0 %						

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Energia primaria raffrescamento non rinnovabile	Qp,C,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren	0,00 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren,rif	9,94 kWh/m ²			
Energia primaria rinnovabile	Qp,C,ren	11.468,6 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren	3,99 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren,rif	3,02 kWh/m ²			
Energia primaria totale	Qp,C,tot	11.468,6 kWh	Indice di prestazione totale	EPC,tot	3,99 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPC,tot,rif	12,95 kWh/m ²			
			Efficienza globale stagionale	ηC,tot	7,849	Efficienza globale limite	ηC,rif	1,158			
			Quota rinnovabile	QR,C	100,0 %						

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Energia primaria acqua non rinnovabile	Qp,W,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren	0,00 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren,rif	0,68 kWh/m ²			
Energia primaria rinnovabile	Qp,W,ren	2.766,6 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren	0,96 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren,rif	1,04 kWh/m ²			
Energia primaria totale	Qp,W,tot	2.766,6 kWh	Indice di prestazione totale	EPW,tot	0,96 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPW,tot,rif	1,73 kWh/m ²			
			Efficienza globale stagionale	ηW,tot	0,893	Efficienza globale limite	ηW,rif	0,498			
			Quota rinnovabile	QR,W	100,0 %	Limite normativo	QR,W,lim	60,00 %			

FABBISOGNO GLOBALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale						Edificio di riferimento					
Energia primaria non rinnovabile	Qp,gl,nren	0,0 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren	0,00 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren,rif	23,20 kWh/m ²			
Energia primaria rinnovabile	Qp,gl,ren	18.838,7 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren	6,56 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren,rif	21,13 kWh/m ²			
Energia primaria totale	Qp,gl,tot	18.838,7 kWh	Indice di prestazione totale	EPgl,tot	6,56 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPgl,tot,rif	44,32 kWh/m ²			

Attraverso l'analisi degli APE, ovvero Attestati di Prestazione Energetica, si sono tratte alcune conclusioni.

Tutti e tre gli edifici hanno un fabbisogno di energia primaria pari o prossimo allo zero; pertanto, i costi energetici di funzionamento si possono considerare pari a zero. Inoltre, tutti e tre ricadono nella definizione di *EDIFICIO A EMISSIONI ZERO* (ZEB – Zero Emission Building) prevista dalla Direttiva EPBD IV (ovvero Directive 1275/2024, nota come Direttiva Case Green), che è la normativa europea per la decarbonizzazione del patrimonio edilizio, puntando a raggiungere edifici a emissioni zero entro il 2050. Tutti i nuovi edifici dovranno essere a zero emissioni a partire dal 2028 (dal 2026 quelli pubblici).

6. Riflessioni conclusive

Il progetto presentato si configura come una risposta concreta e mirata alle problematiche del sovraffollamento urbano e della crisi abitativa che colpiscono l'Europa e, più in generale, il contesto globale. L'edificio, concepito come intervento di *social housing*, dimostra come sia possibile ottimizzare superfici ridotte senza scendere a compromessi sulla qualità e sugli standard abitativi.

Un secondo aspetto dell'intervento risiede nella sua flessibilità strutturale. Grazie a una maglia strutturale che confina i pilastri nella muratura perimetrale esterna e che, nel blocco a est, si attesta anche lungo il corridoio distributivo, lo spazio interno viene completamente liberato da setti portanti. Questa modularità strutturale rende l'alloggio un organismo flessibile, capace di accogliere modifiche interne, così da potersi adattare a modifiche future della comunità residente.

Sotto il profilo energetico, il progetto persegue i massimi standard di sostenibilità: l'elevata efficienza dell'involucro, combinata a sistemi impiantistici d'avanguardia, qualifica i corpi di fabbrica come edifici a emissioni zero (ZEB). Tale scelta risponde ai requisiti imposti dalla recente Direttiva europea sulle Case Green, che mira alla transizione ecologica e alla completa decarbonizzazione del settore civile entro il 2050. In questo modo, l'intervento non si limita a soddisfare i requisiti normativi attuali, ma si proietta verso il futuro scenario europeo, configurandosi come un possibile modello di architettura a impatto zero.

In conclusione, il progetto dimostra come la sfida della sostenibilità non si esaurisca nella sola efficienza energetica, ma richieda una sinergia profonda tra flessibilità strutturale, accessibilità sociale e qualità dello spazio. La soluzione proposta si pone così come una sintesi concreta di questa visione, offrendo un contributo tangibile alla definizione dell'abitare contemporaneo e futuro.

7. Bibliografía

7.1 Bibliografía

- Ayuntamiento de Madrid (2016). Plan Parcial de Reforma Interior del ámbito APR 02.02 "Mahou-Calderón";
- Ayuntamiento de Madrid (2017). Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 para l'definición dell'Ámbito de Suelo Urbano No Consolidado APR 02.02 "Nuevo Mahou-Calderón". Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible.
- Ayuntamiento de Madrid (2019). Aprobada la reparcelación del ámbito Nuevo Mahou Calderón. Diario del Ayuntamiento de Madrid, Nota del 4 de abril de 2019;
- Ayuntamiento de Madrid (2024). Plan Estratégico de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo (EMVS): Diagnóstico del parque residencial y necesidades di vivienda asequible en la ciudad de Madrid. Madrid: Área de Gobierno de Políticas de Vivienda.
- Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid - BOCM (2019);
- De las Heras Azcona, J. A. (2007). M-30. Finalizado un gran proyecto de remodelación urbana. Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras, (121), 4-22,
- El País. (2019. La demolición del estadio Vicente Calderón, en imágenes. (Fotografie di D. G. Folgueiras e C. Rosillo). EL PAÍS.

7.2 Sitografía

- Costituzione Spagnola:
<https://www.boe.es/buscar/pdf/1978/BOE-A-1978-40003-consolidado.pdf>;
- Del pisito a la burbuja inmobiliare, Jose Candela, 2019:
https://puv.uv.es/media/relatedcontent/ZARCH_20_11_21.pdf;
- Vivienda de protección oficial:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_de_protecci%C3%B3n_oficial_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_de_protecci%C3%B3n_oficial_(Espa%C3%B1a));
- La vivienda, quinto pilar del Estado de bienestar. De la asignación a la transformación social, Propuesta elaborada por el Grupo ViSO, 2024.
https://asval.com/wp-content/uploads/2025/02/Ingeus_Informe_VIVIENDA-5o-PILAR.pdf;
- Informe Anual, Banco de España, 2025
<https://www.bde.es/wbe/es/publicaciones/informes-memorias-anales/informe-anual/informe-anual-2025.html>;
- Ley de vivienda, La Moncloa
<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transportes/paginas/2023/040523-nueva-ley-vivienda-2023.aspx>;
- Plan de rehabilitación de vivienda y regeneración urbana
<https://planderecuperacion.gob.es/noticias/conoce-proyectos-plan-rehabilitacion-vivienda-regeneracion-urbana-plan-recuperacion-prtr>;
- Plan de Vivienda en Alquiler Asequible, Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana
<https://www.mivau.gob.es/vivienda/plan-estatal-de-vivienda/plan-vivienda-alquiler-asequible>;
- Casa 47 en 2026: qué es, cómo funciona y cómo pedir una vivienda, Brainsre:
<https://brainsre.news/casa-47-nueva-empresa-publica-vivienda-alquileres-75-anos/>;

- Observatorio de vivienda asequible:
<https://provivienda.org/observatorio/plan-estatal-de-vivienda-2026-2030/>;
- Autopista M-30, Wikipedia:
https://it.wikipedia.org/wiki/Autopista_M-30;
- Sito Web del Comune di Madrid:
www.madrid.es;
- West 8 Urban Design & Landscape Architecture (Rotterdam) (2005-2011). Project Masterplan Madrid Río (2005-2011). Archivio digitale ufficiale del gruppo di co-progettazione olandese:
<https://www.west8.com/projects/madrid-rio/>;
- ElMundo:
<https://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/02/madrid/1328184342.html>;
- Meteoblue:
https://www.meteoblue.com/it/tempo/historyclimate/climatemodelled/madrid_spagna_3117735;
- Imperial Madrid:
https://es.wikipedia.org/wiki/Imperial_%28Madrid%29?utm=
- Burgos, F., & Garrido, G. (2014). Madrid Río: Un proyecto de transformación urbana. Madrid: Ayuntamiento de Madrid / Turner.
<https://www.burgos-garrido.com/proyectos/madrid-rio>;
- <https://www.realia.es/inmopedia/vivienda-proteccion-oficial>
- El Confidencial: https://www.elconfidencial.com/vivienda/2022-04-11/casas-de-lujo-barrio-prime-salamanca-mercado-inmobiliario_3381104/



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SOCIAL HOUSING E RIGENERAZIONE URBANA NELL'AREA MAHOU-CALDERÓN A MADRID

Laboratorio di Laurea Architettura Sostenibile

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Dipartimento di Architettura

Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Architettura, sede di Cesena, A.A. 2025-2026

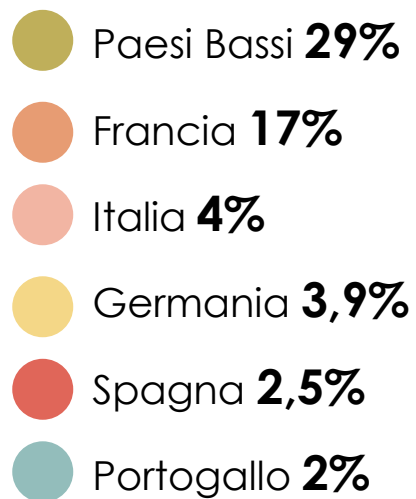
Relatore: Prof. Jacopo Gaspari | Correlatori: Prof. Ernesto Antonini, Prof. Kristian Fabbri, Lia Marchi

Laureande: Alice Capiluppi, Gaia Masciangelo, Sara Santandrea, Klelia Sphendi, Zita Spampinato

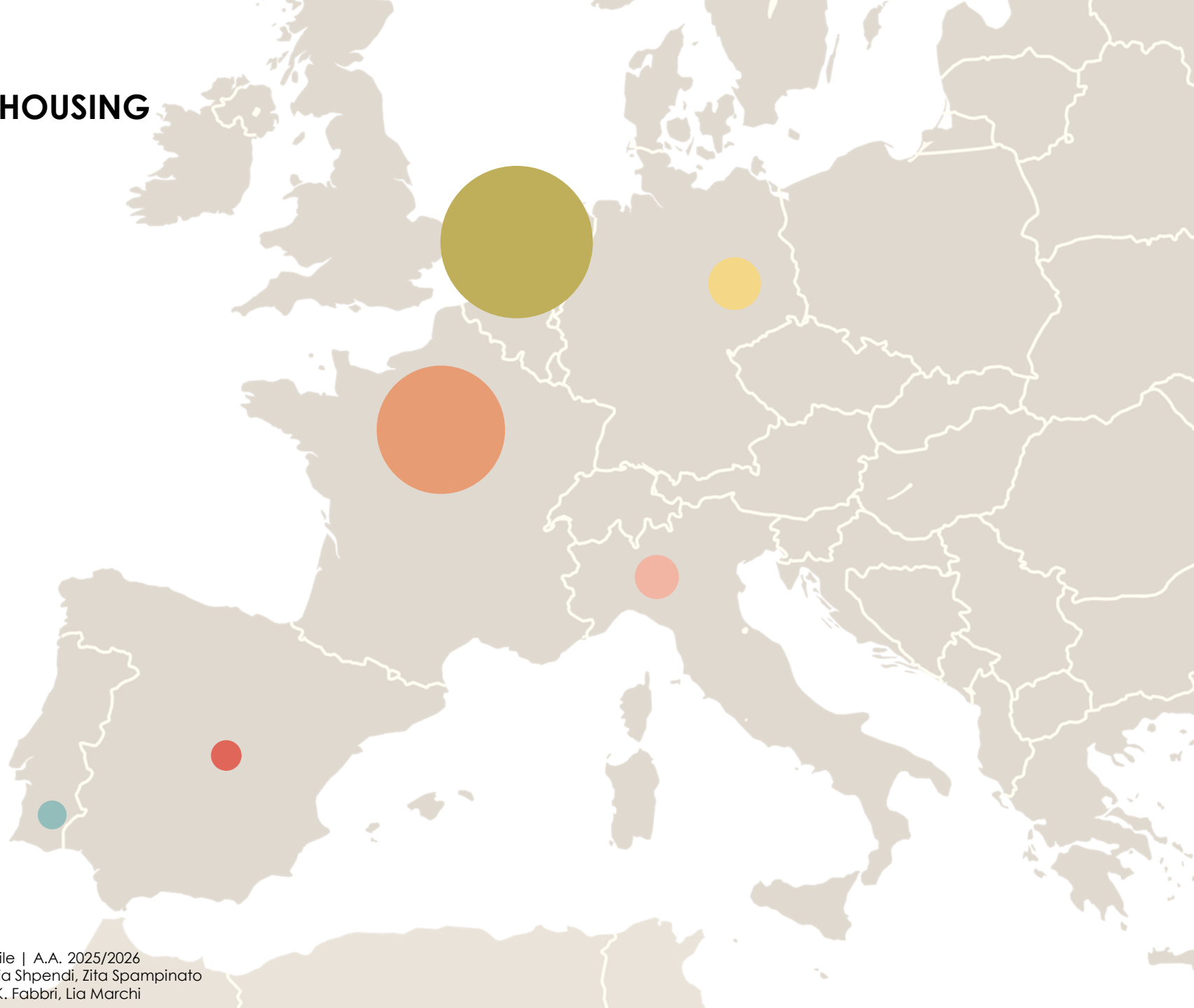
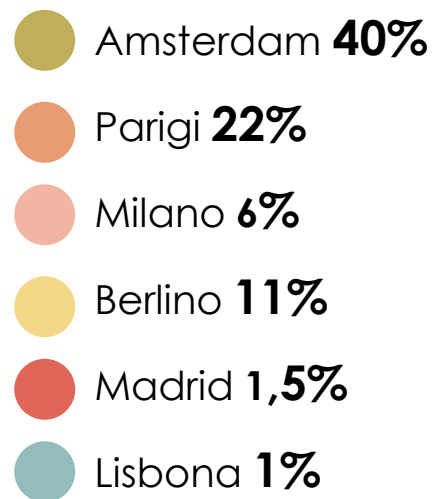
9.6000.0000

ALLOGGI MANCANTI IN EUROPA

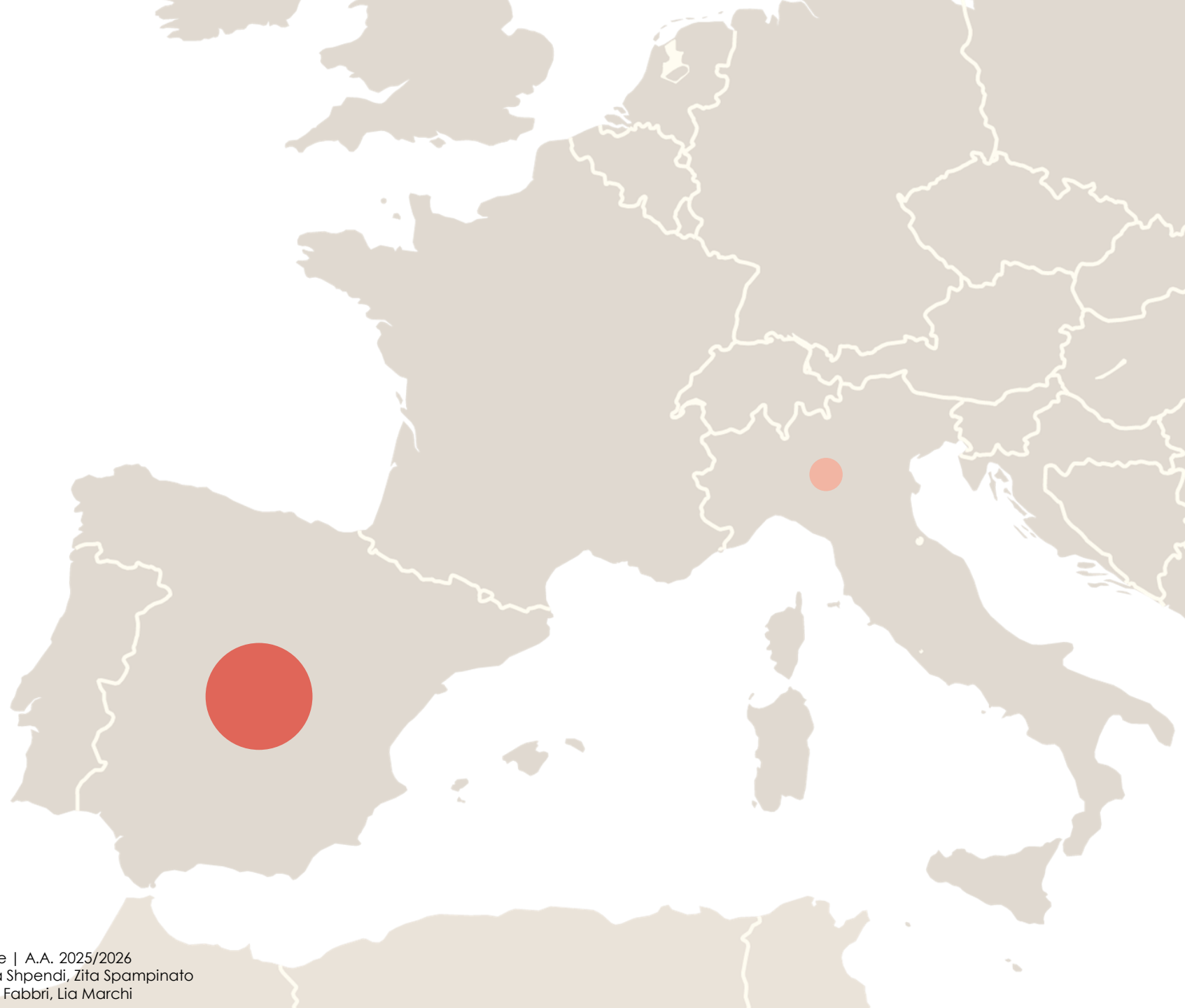
QUOTA DI ALLOGGI DI SOCIAL-HOUSING ESISTENTI



QUOTA DI ALLOGGI DI SOCIAL-HOUSING NAZIONALE SUL TOTALE COSTRUITO



DEFICIT DELLA CITTÀ



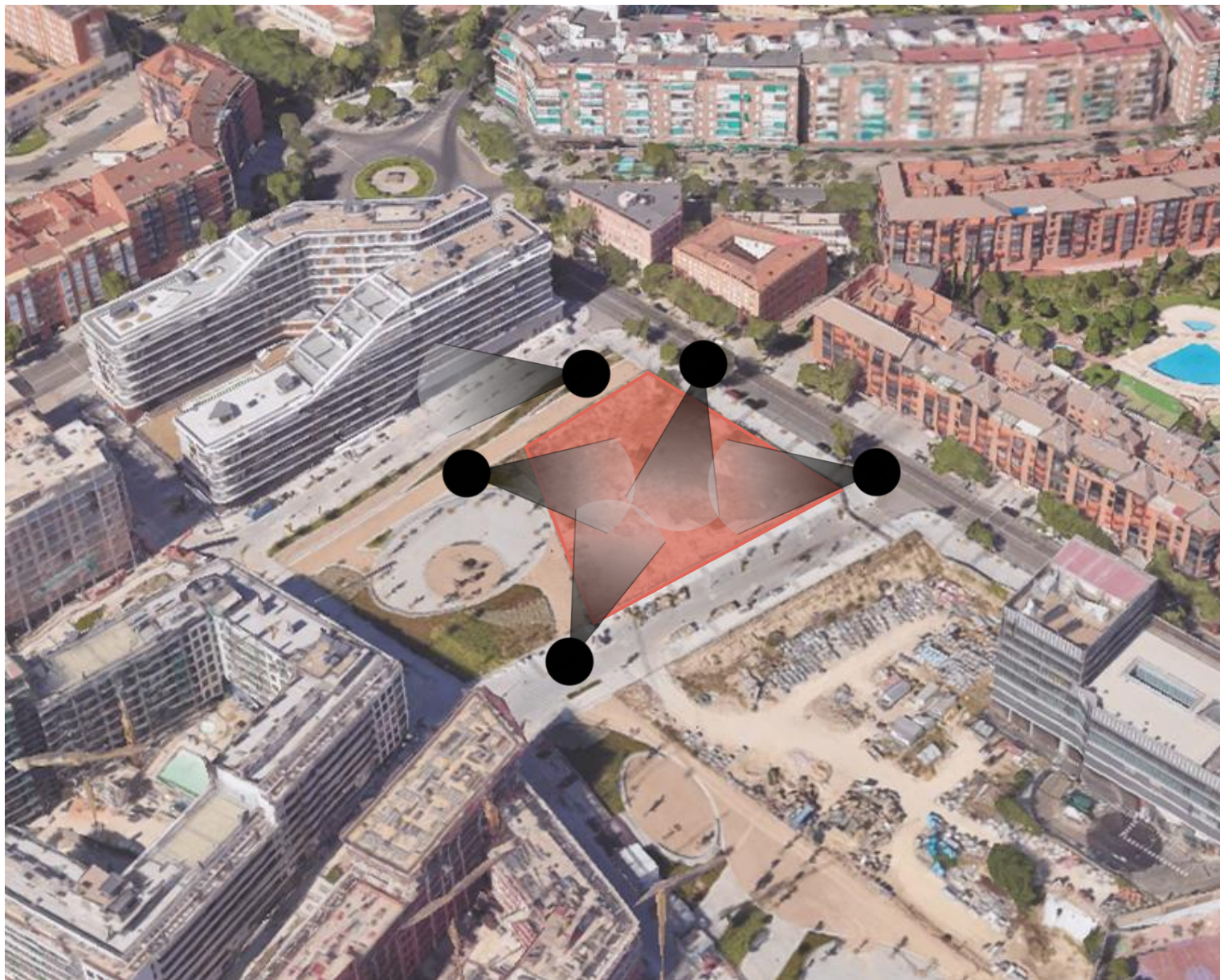


2012 - demolizione birrificio Mahou

2019 - demolizione stadio
Vicente-Calderón

2022 - interramento M30





RICHIESTE DEL BRIEF

- Residenze di social housing
- Alloggi di tre tipologie
- Parcheggi
- Spazi per il settore terziario e per i residenti
- Senso di comunità

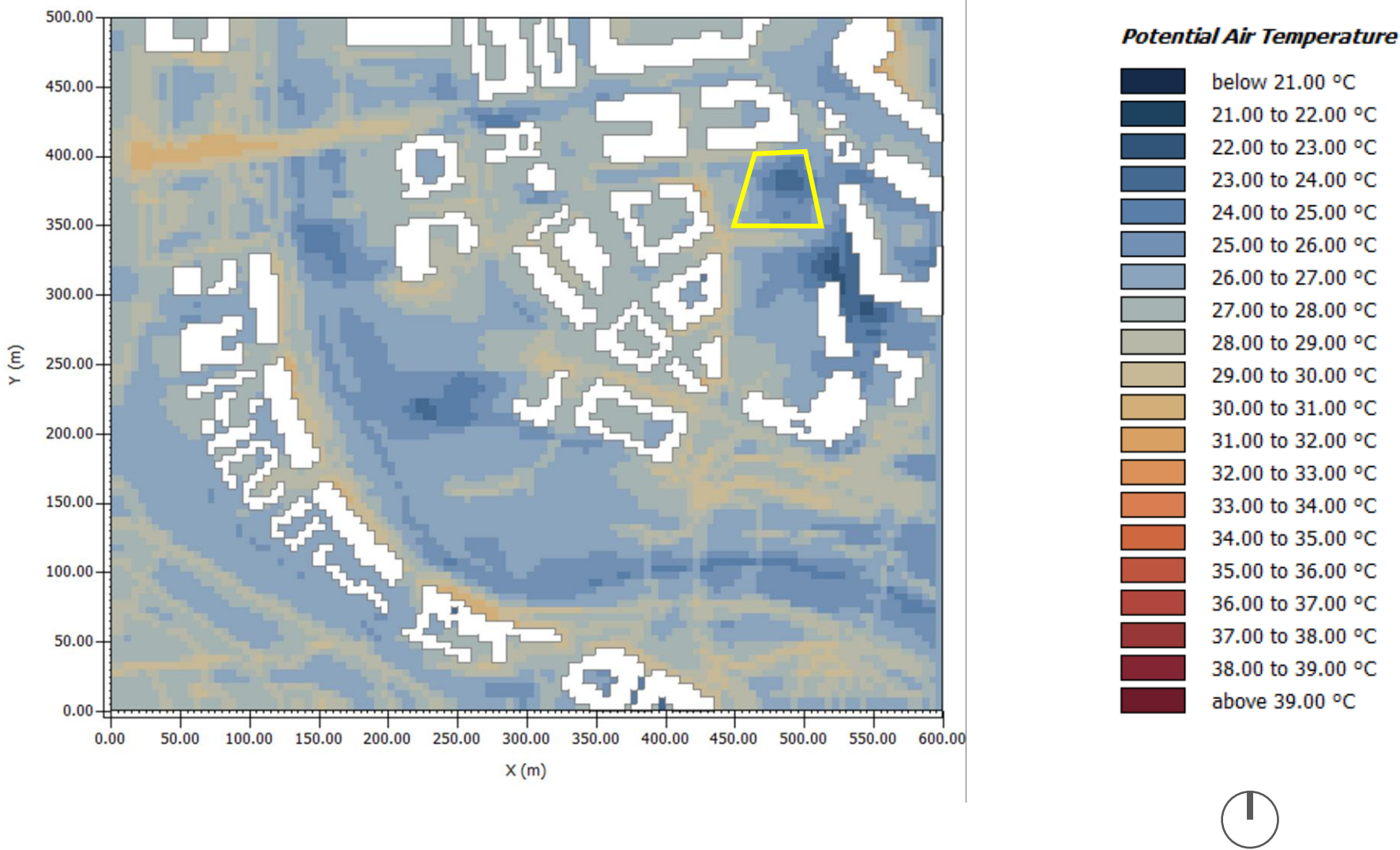
TIPOLOGIE DI ALLOGGIO

- con 1 camera da letto (45 mq utili)
- con 2 camere da letto (50-60 mq utili)
- con 3 camere da letto (65-70 mq utili)

STANDARD DI RIFERIMENTO

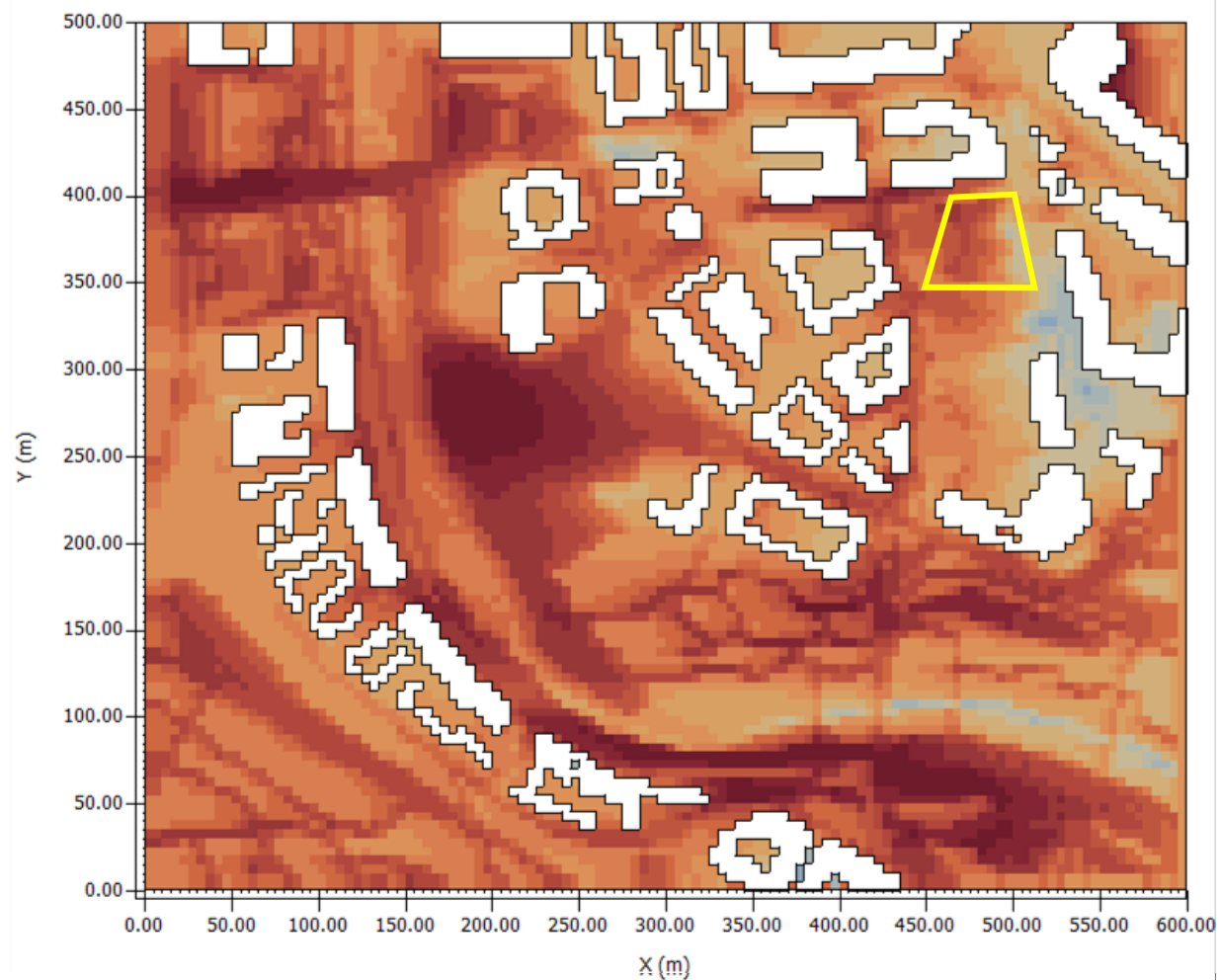
STANZA	ITALIA	SPAGNA
Soggiorno	20 mq	14 mq
Camera principale	14 mq	12 mq
Camera secondaria	9 mq	7 mq
Bagno	4 mq	3 mq
Cucina	9 mq	7 mq
Altezza minima	2,70 m	2,50 m

TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)
Ore 09:00

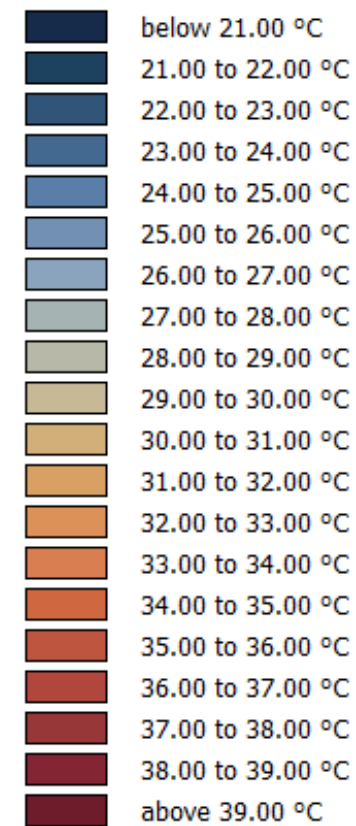


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 11:00

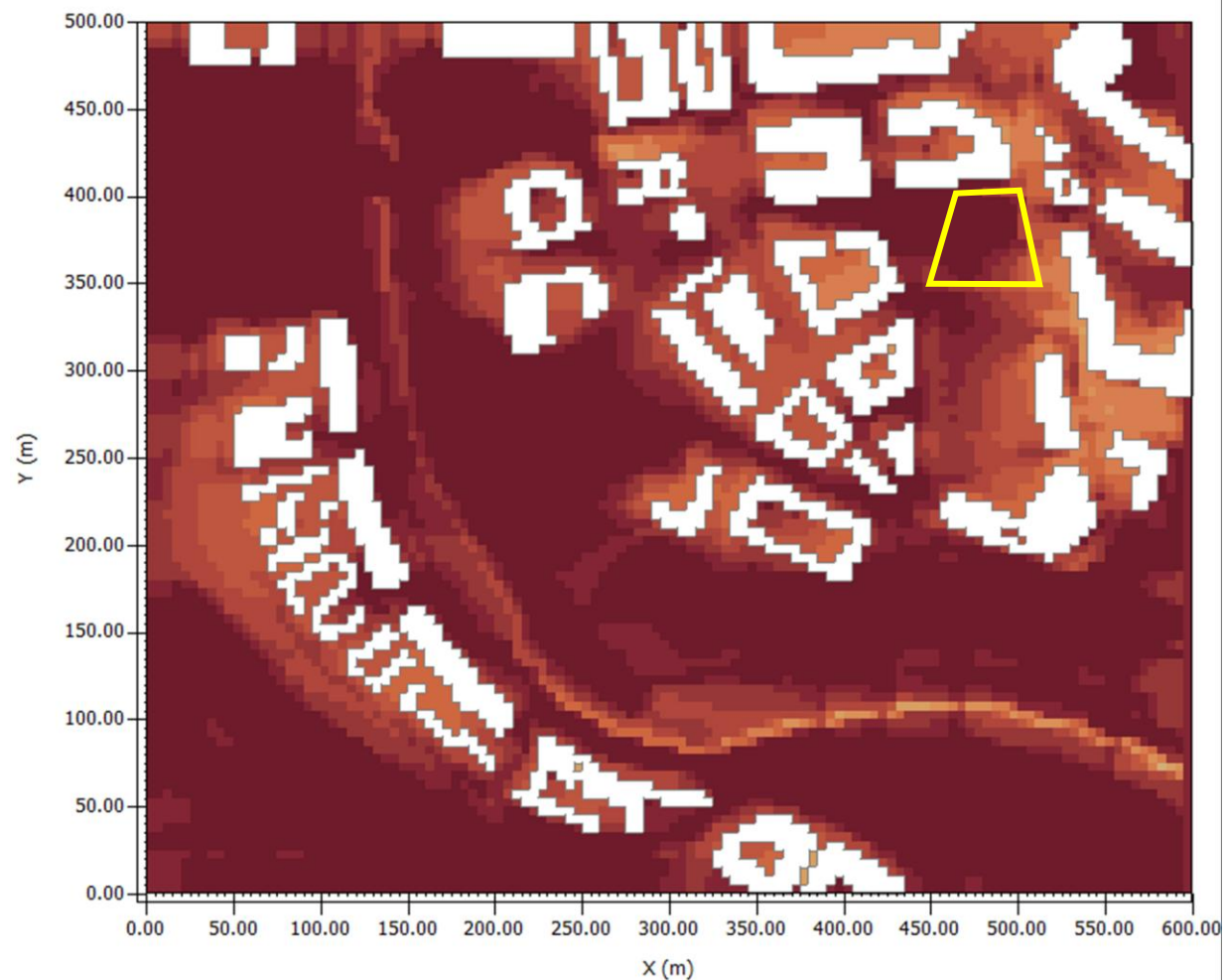


Potential Air Temperature

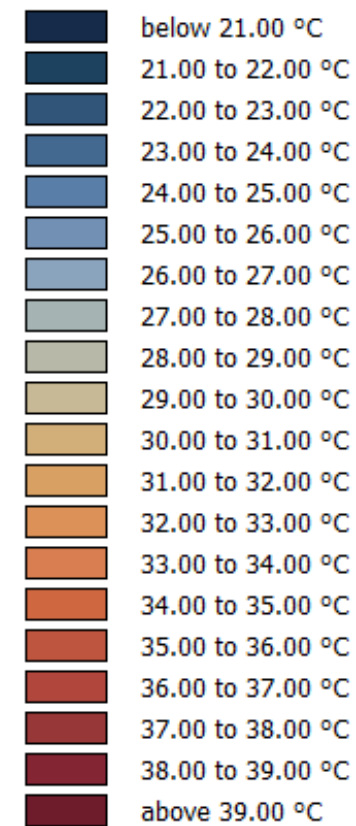


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 13:00

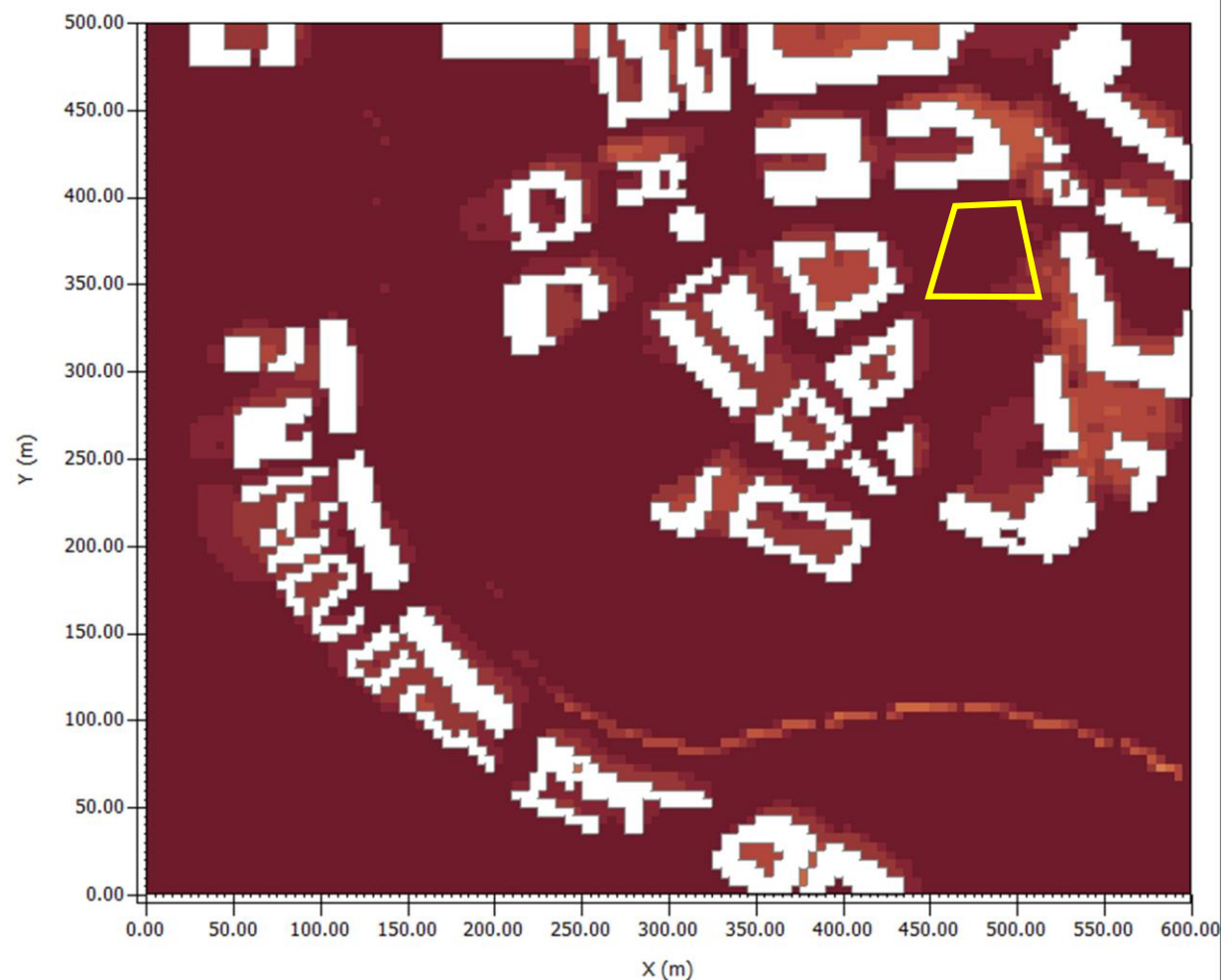


Potential Air Temperature

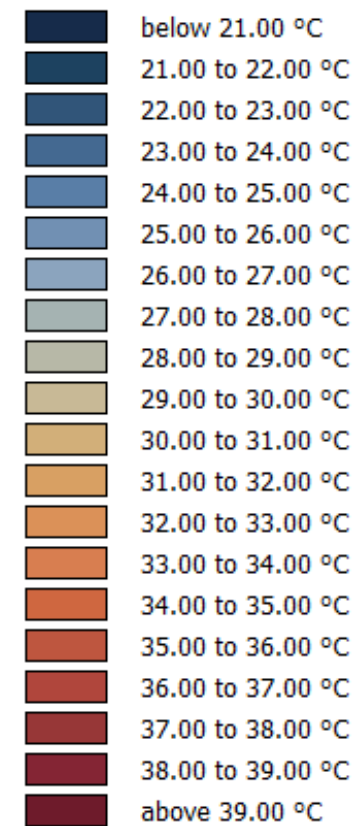


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 15:00

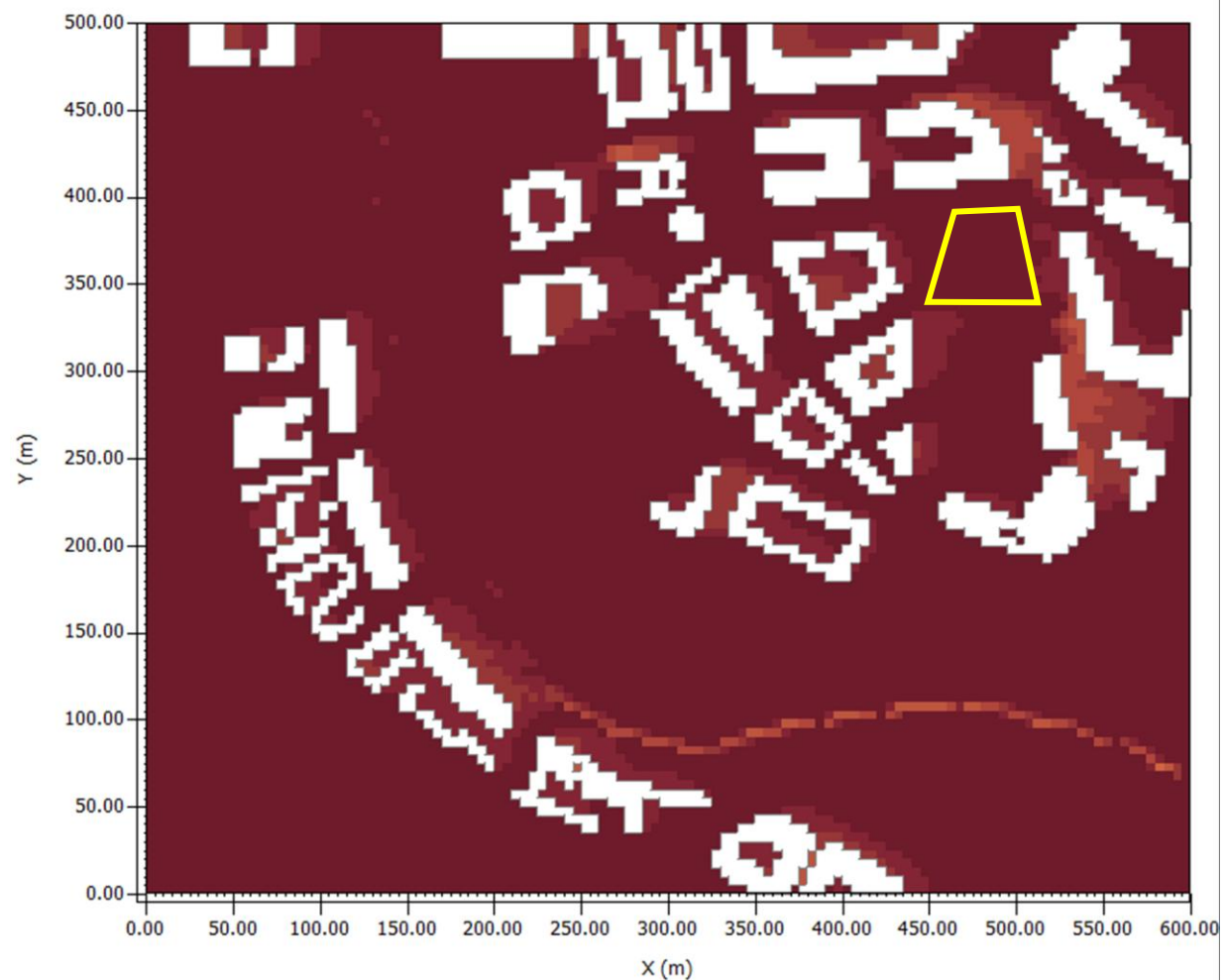


Potential Air Temperature

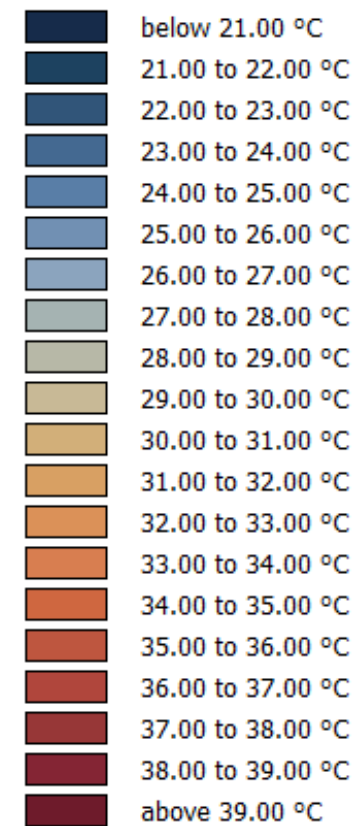


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

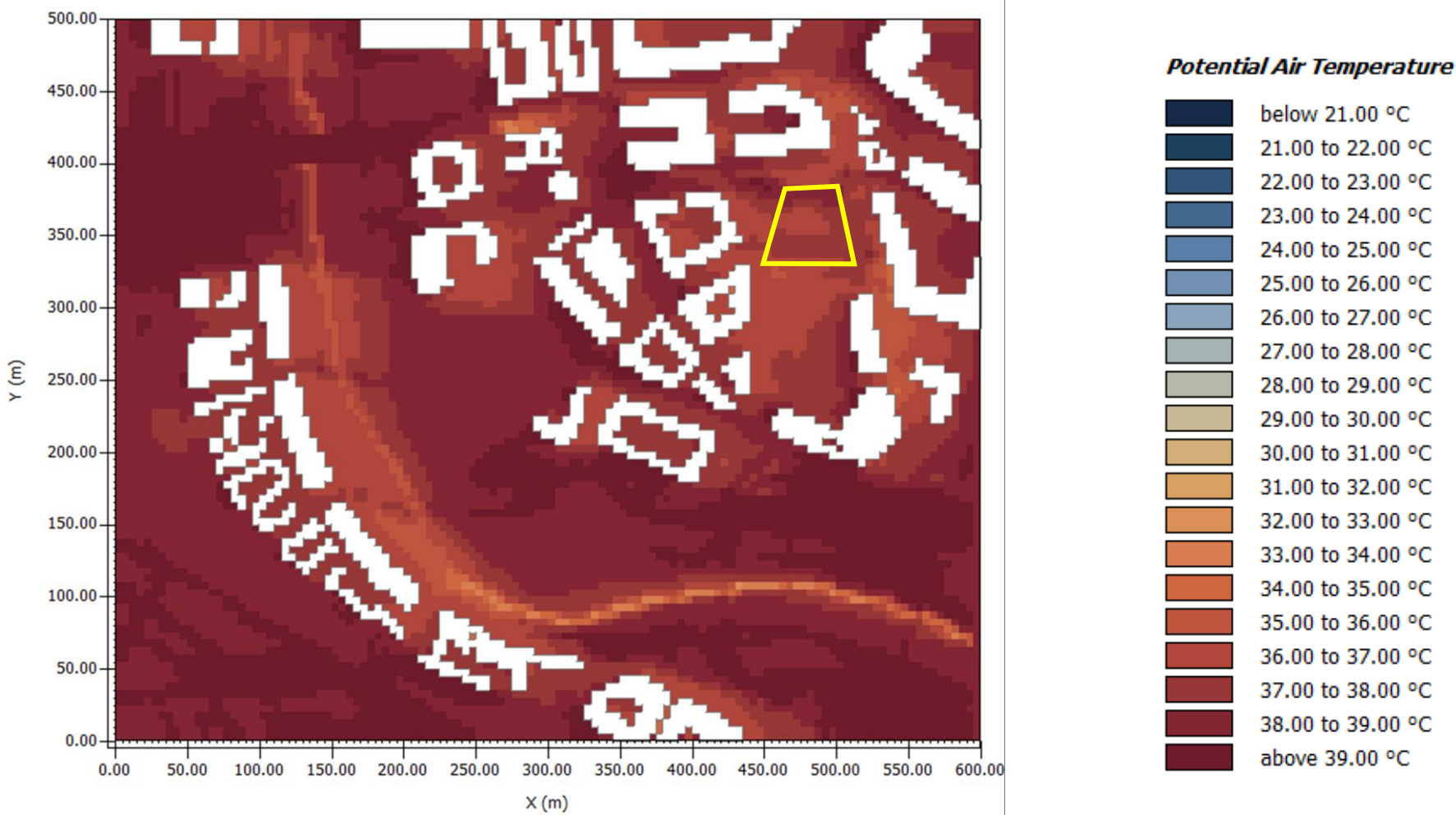
Ore 17:00



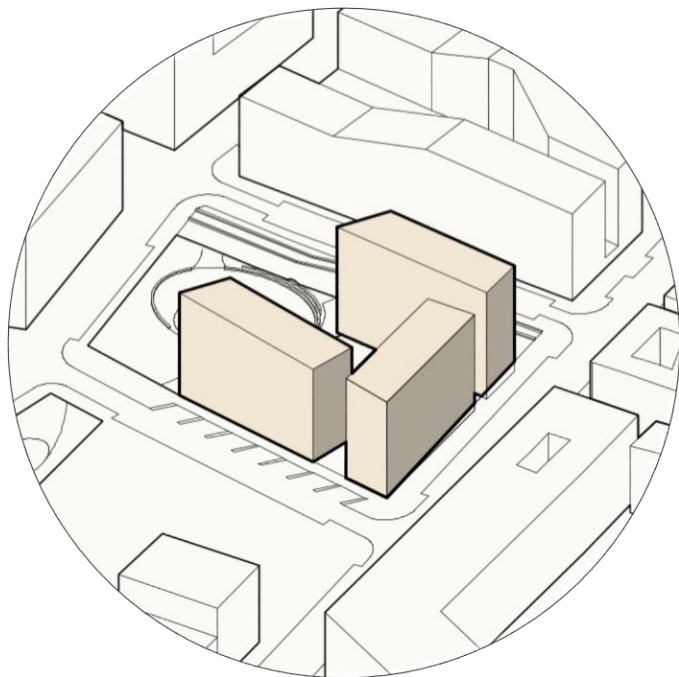
Potential Air Temperature



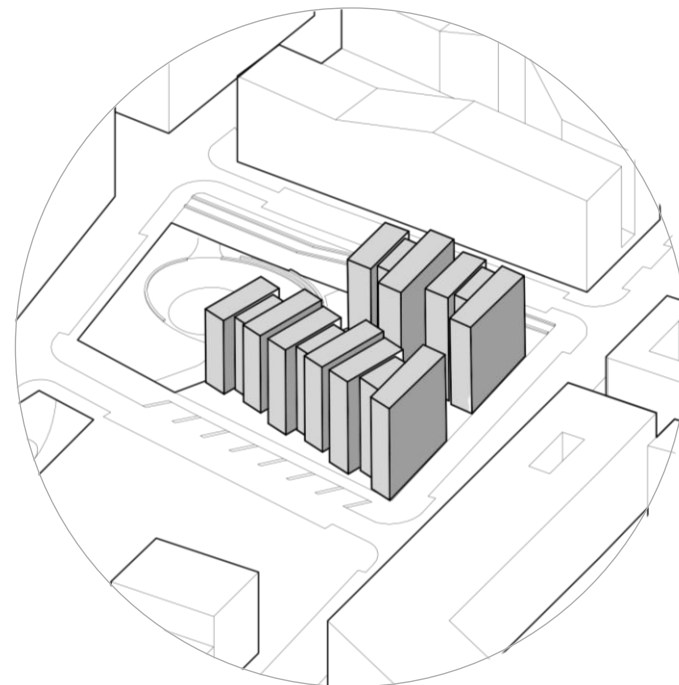
TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)
Ore 19:00



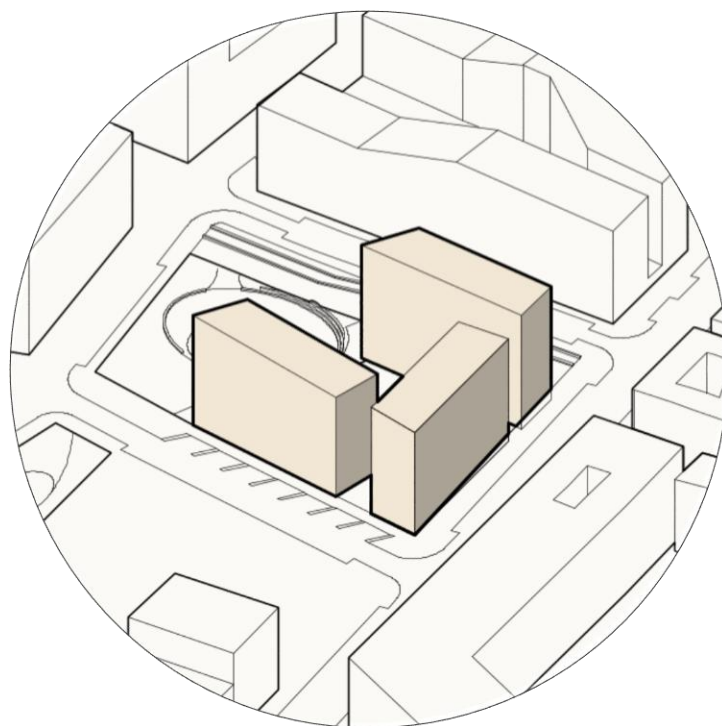
SOLUZIONE A

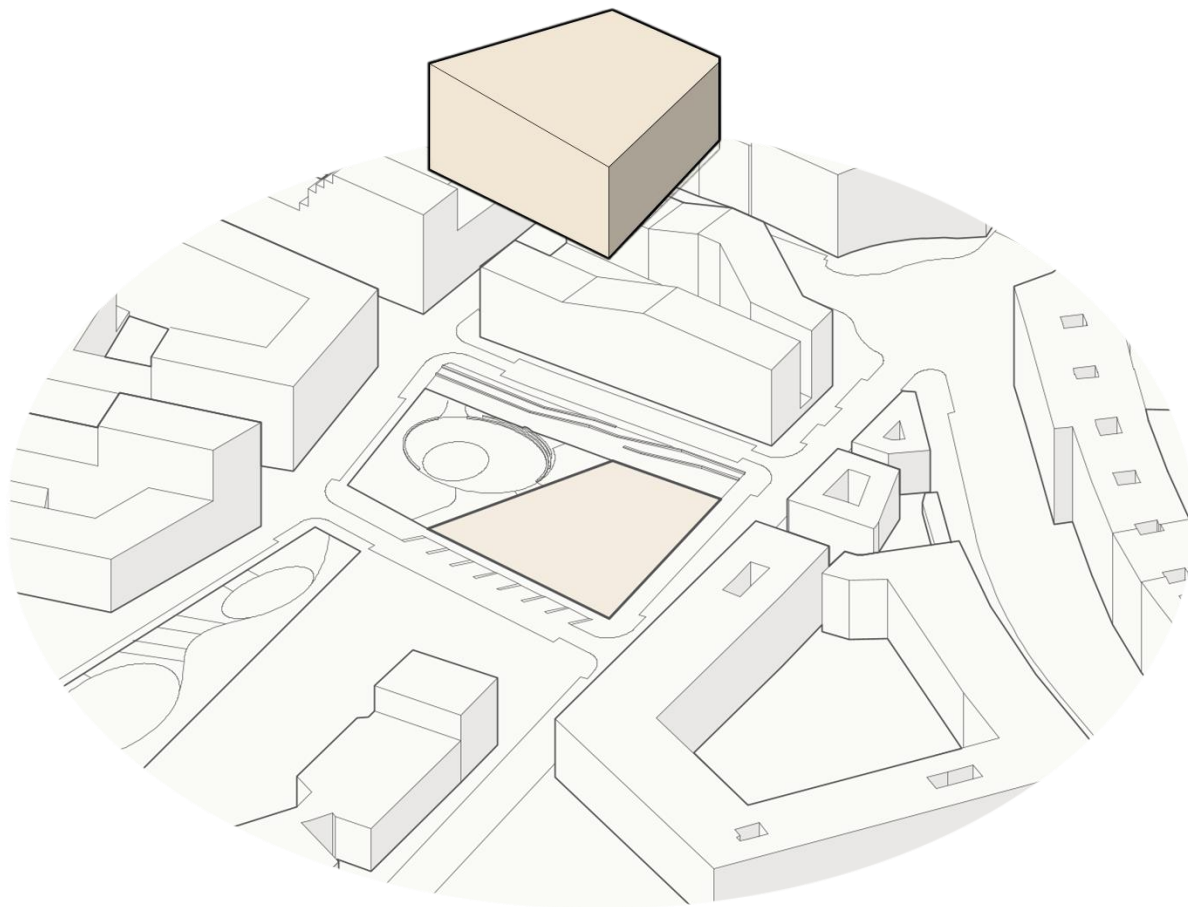


SOLUZIONE B



SOLUZIONE A





METAPROGETTO

Celosia,
MVRDV



Social Housing in
Vallecas,
Vázquez Consuegra



METAPROGETTO

Vista a **OVEST**



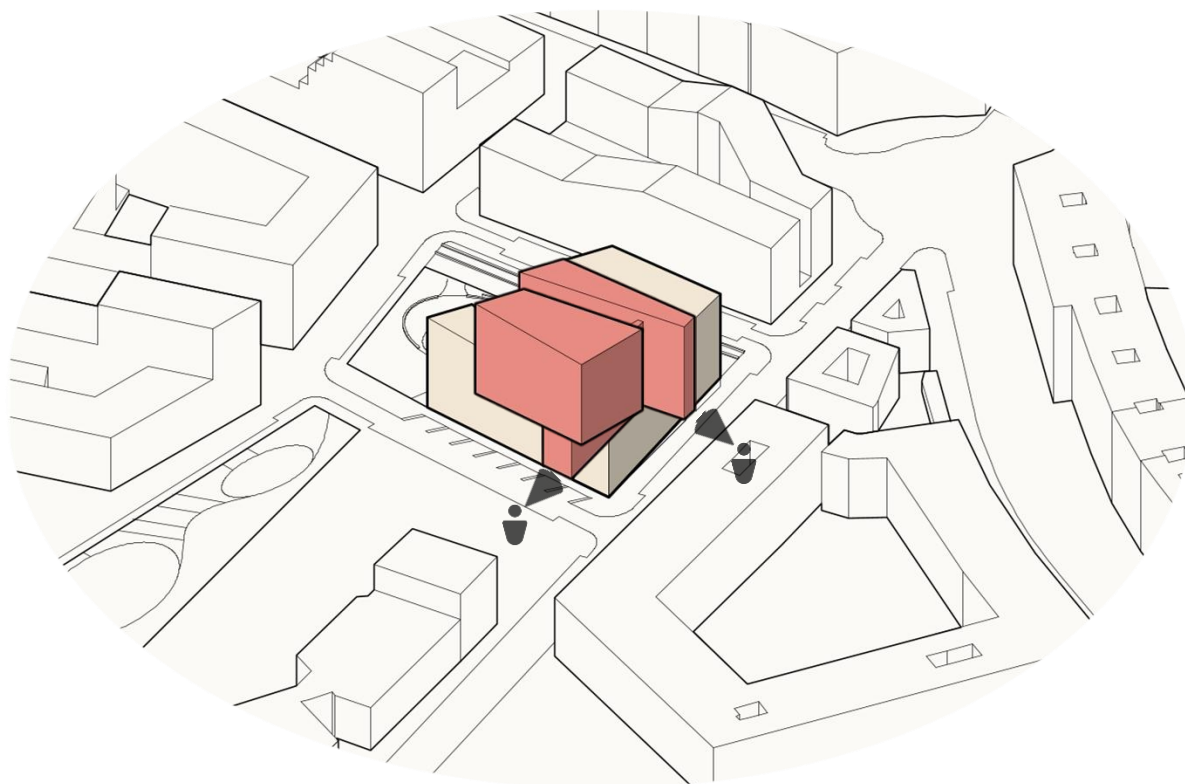
Vista a **SUD**



Matosinhos,
Alcino Sautinho

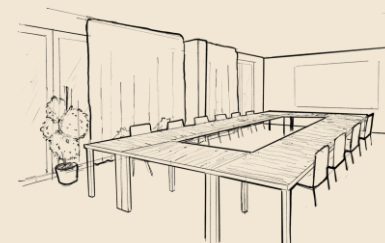


Central Saint Giles,
Renzo Piano

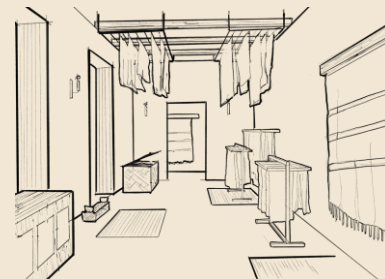


METAPROGETTO

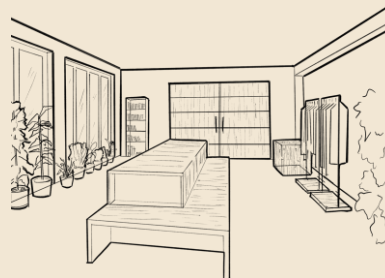
Sala polifunzionale,
per assemblee e
riunioni



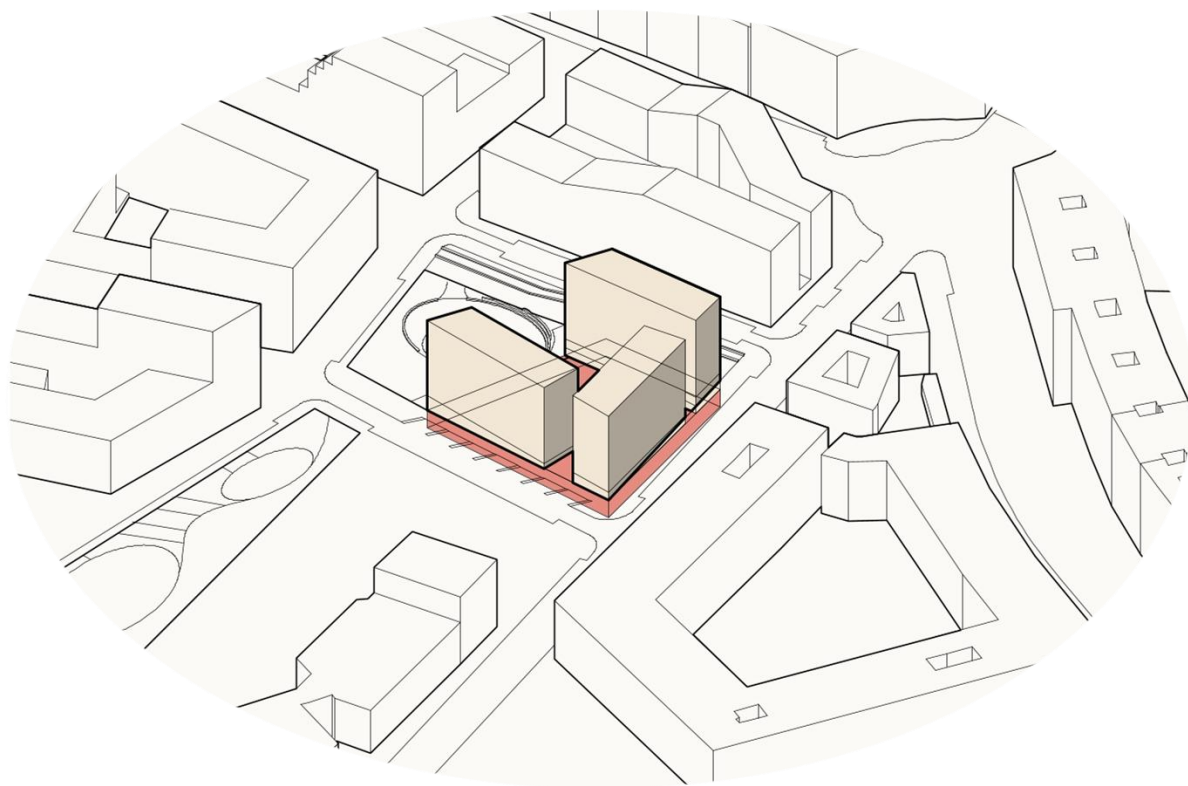
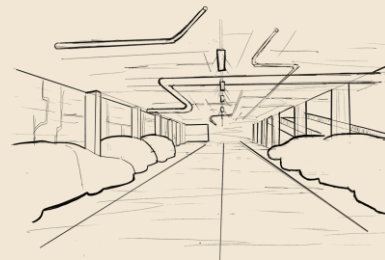
Stenditoio ad uso
comune



Negozio
commerciale



Parcheggio
sotterraneo per i
residenti e
il settore terziario

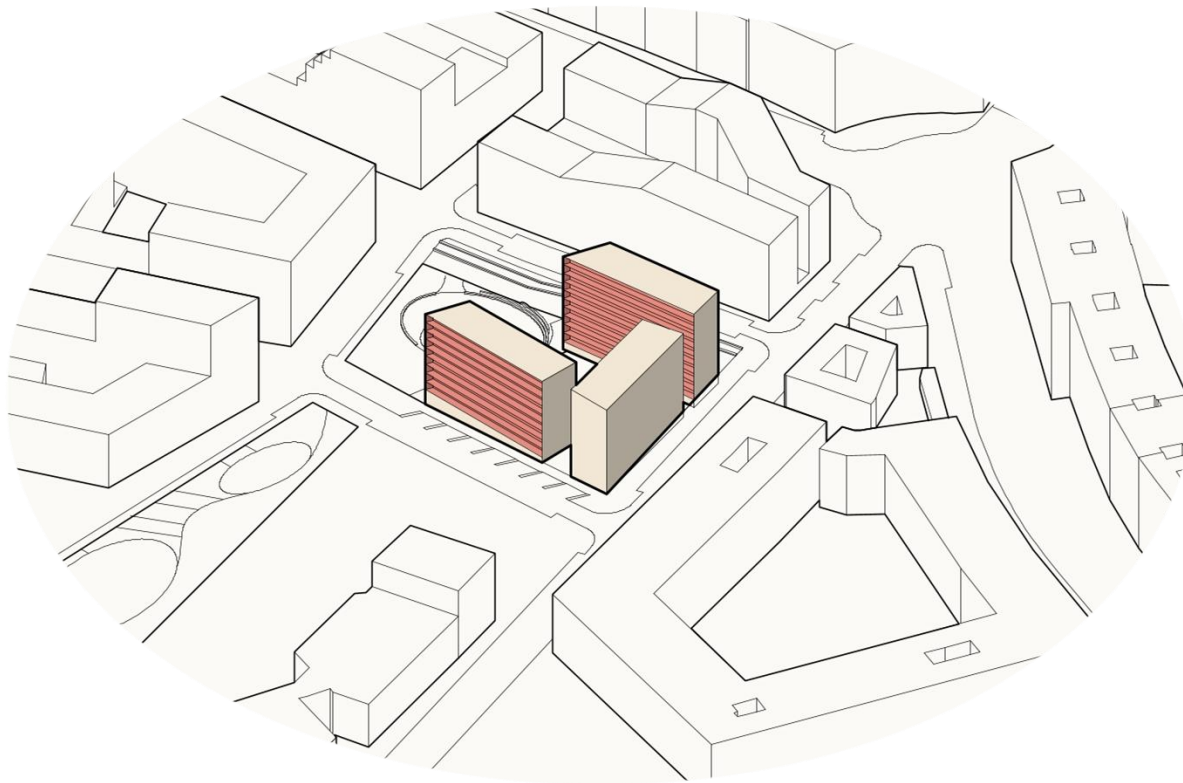


METAPROGETTO

Kaleidoscope
LEVIS architecten



Square Vitruve
Atelier du Pont



METAPROGETTO

Kaleidoscope
LEVIS architecten



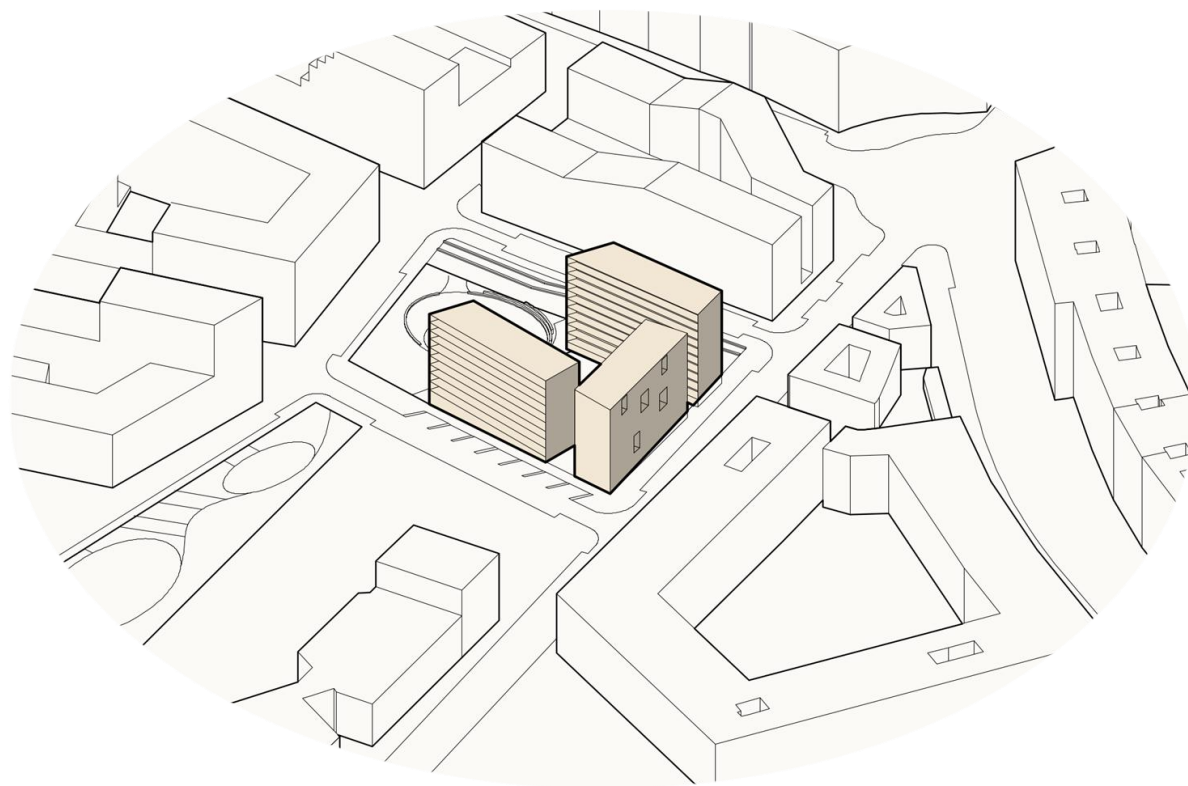
Square Vitruve
Atelier du Pont

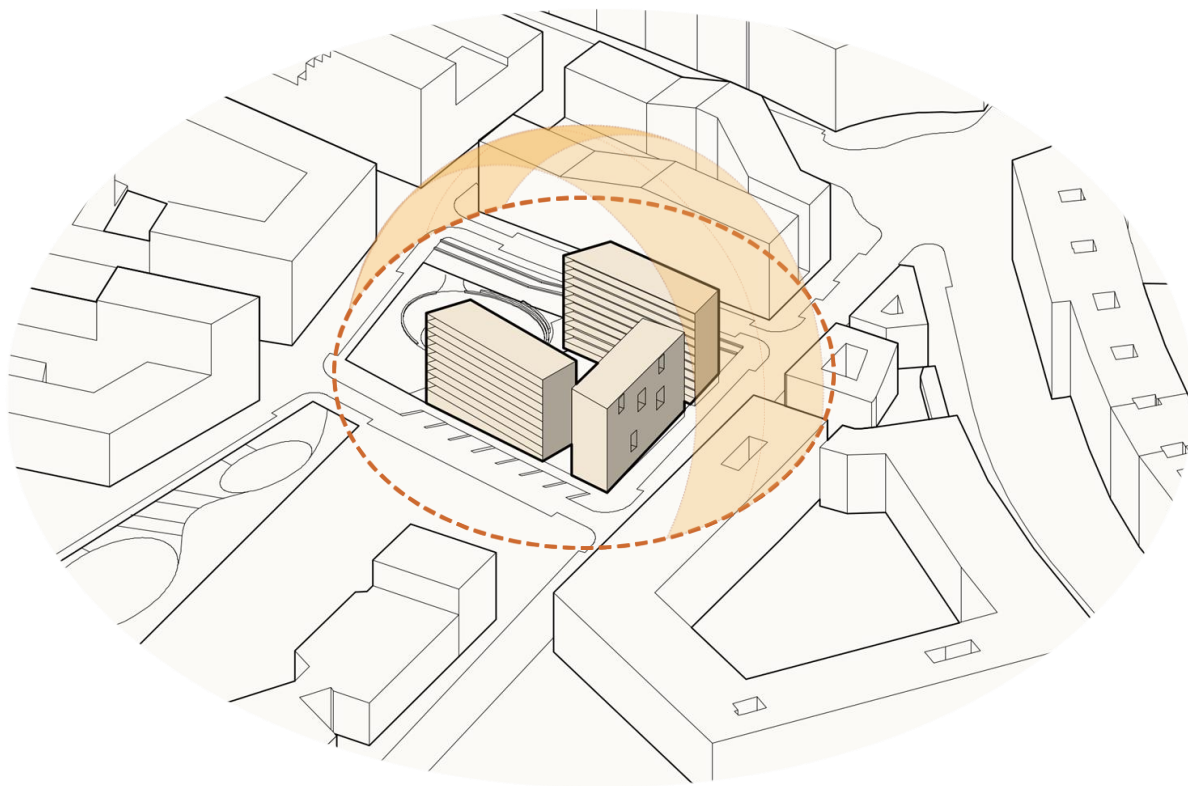


Concurso Puerta Las
Condes
**Gonzalo Mardones +
b720 Fermín Vázquez
Arquitectos**

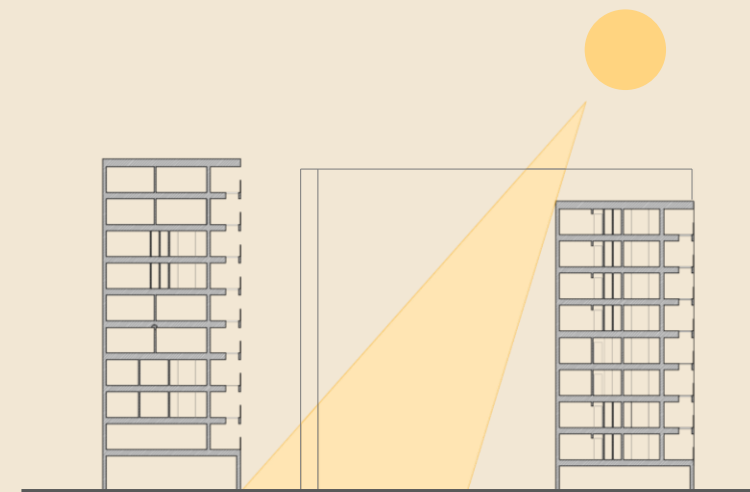


Themenhaus für Wien
von Heri + Salli

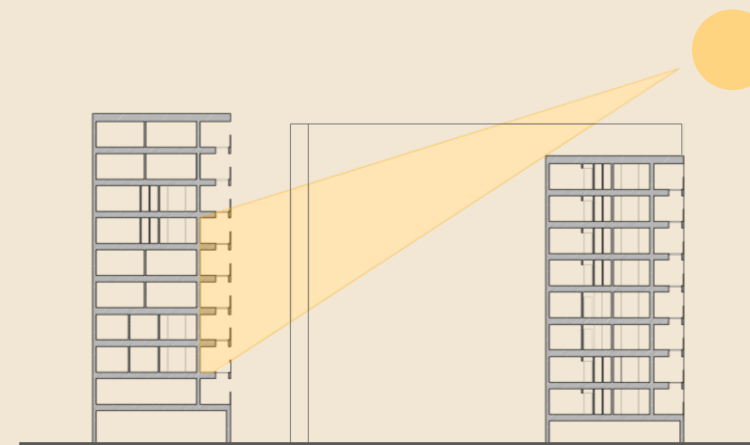




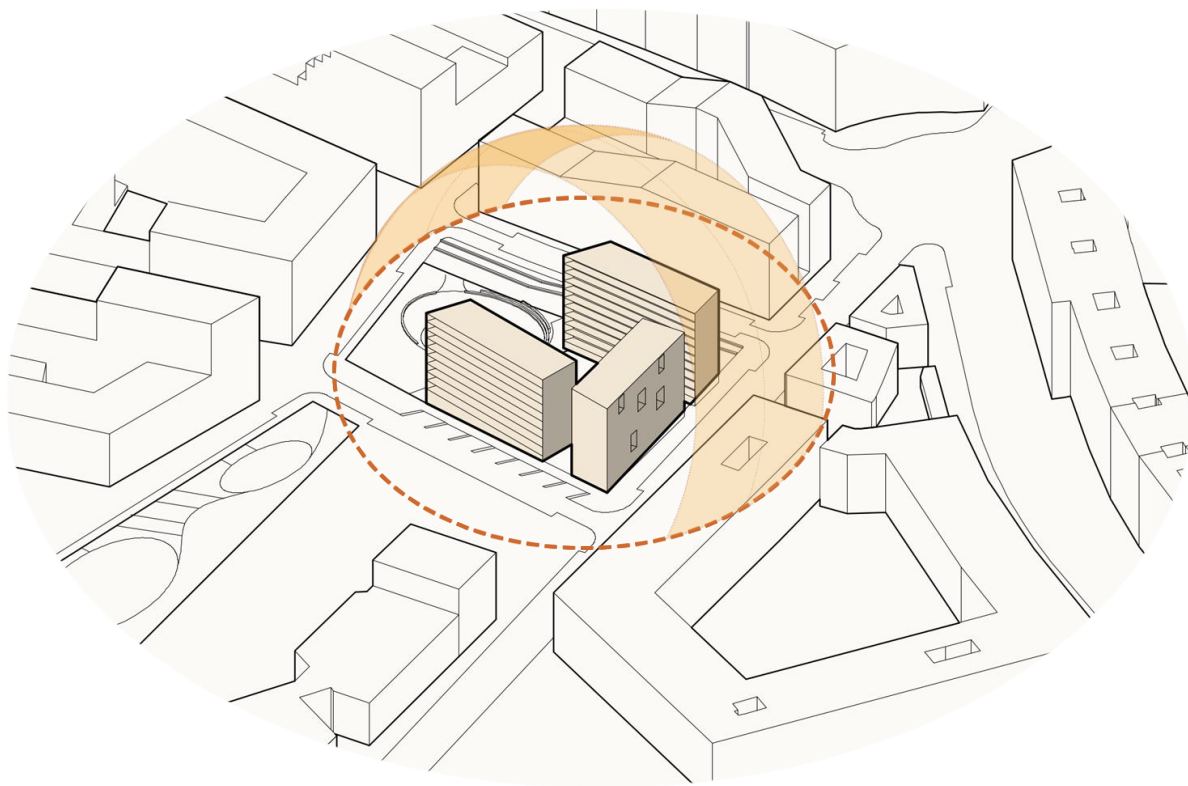
IRRAGGIAMENTO SOLARE



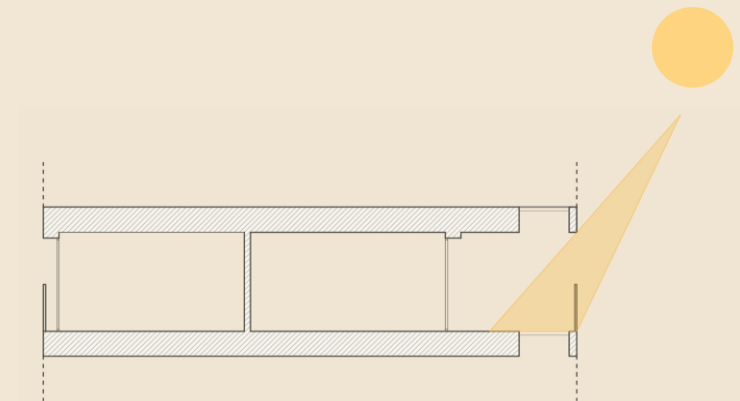
Irraggiamento nella stagione estiva
 Angolo del sole $\approx 73^\circ$



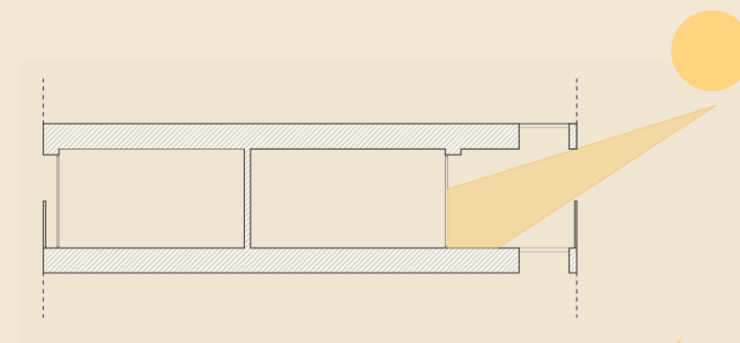
Irraggiamento nella stagione invernale
 Angolo del sole $\approx 30^\circ$



IRRAGGIAMENTO SOLARE



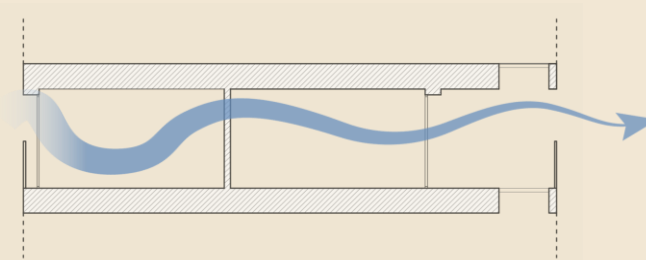
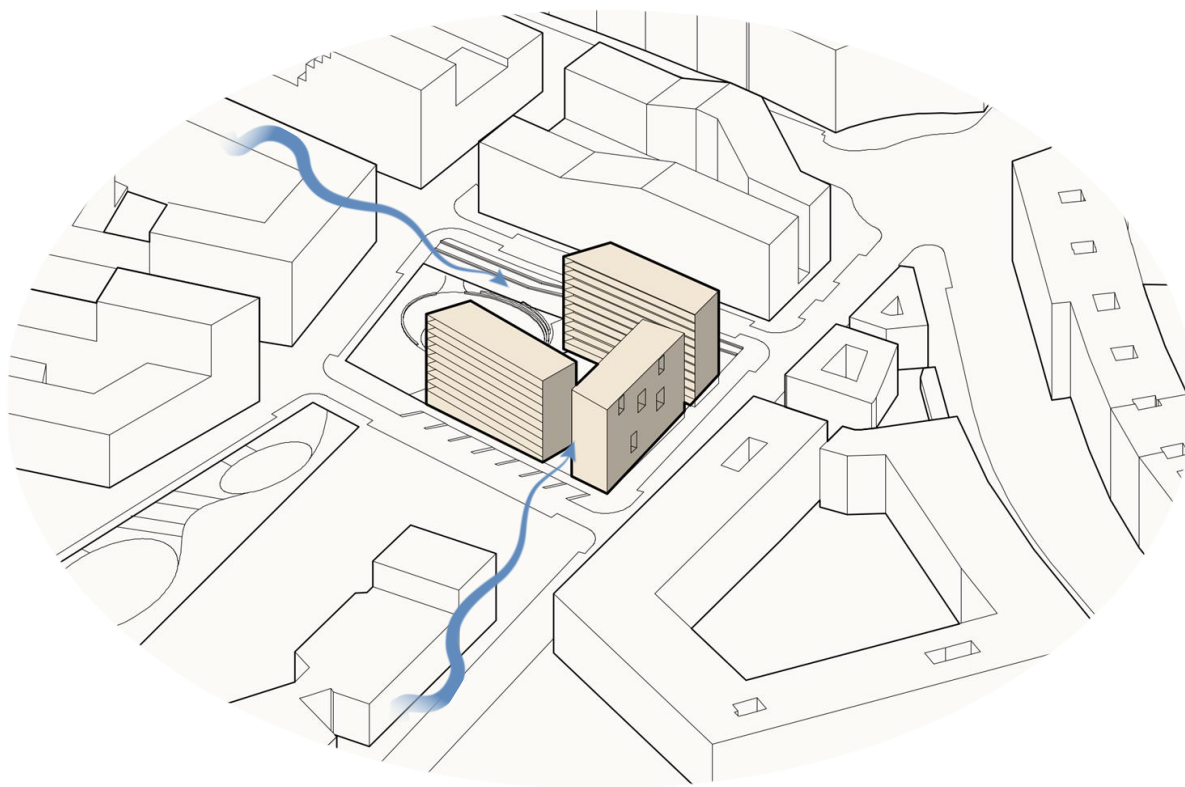
Irraggiamento nella stagione estiva
 $\approx 73^{\circ}\text{C}$



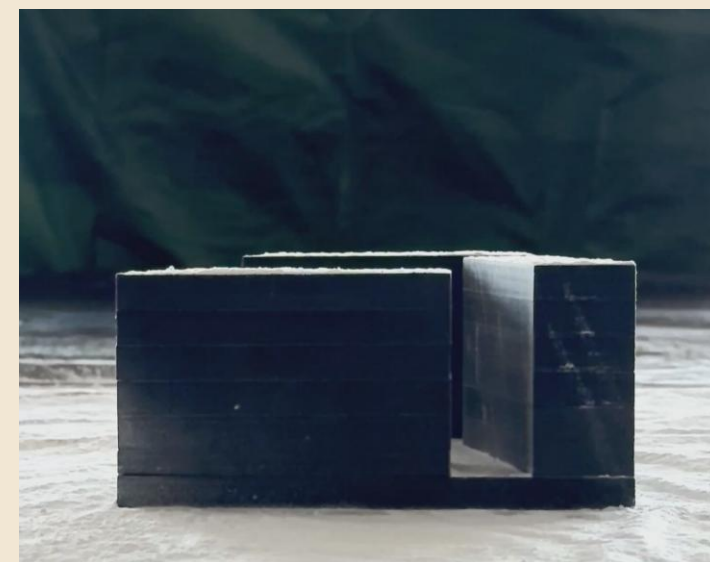
Irraggiamento nella stagione invernale
 $\approx 30^{\circ}\text{C}$

IRRAGGIAMENTO DEL SOLE

STUDIO DEL VENTO



Doppia ventilazione incrociata.

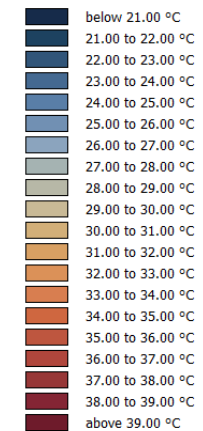


ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO



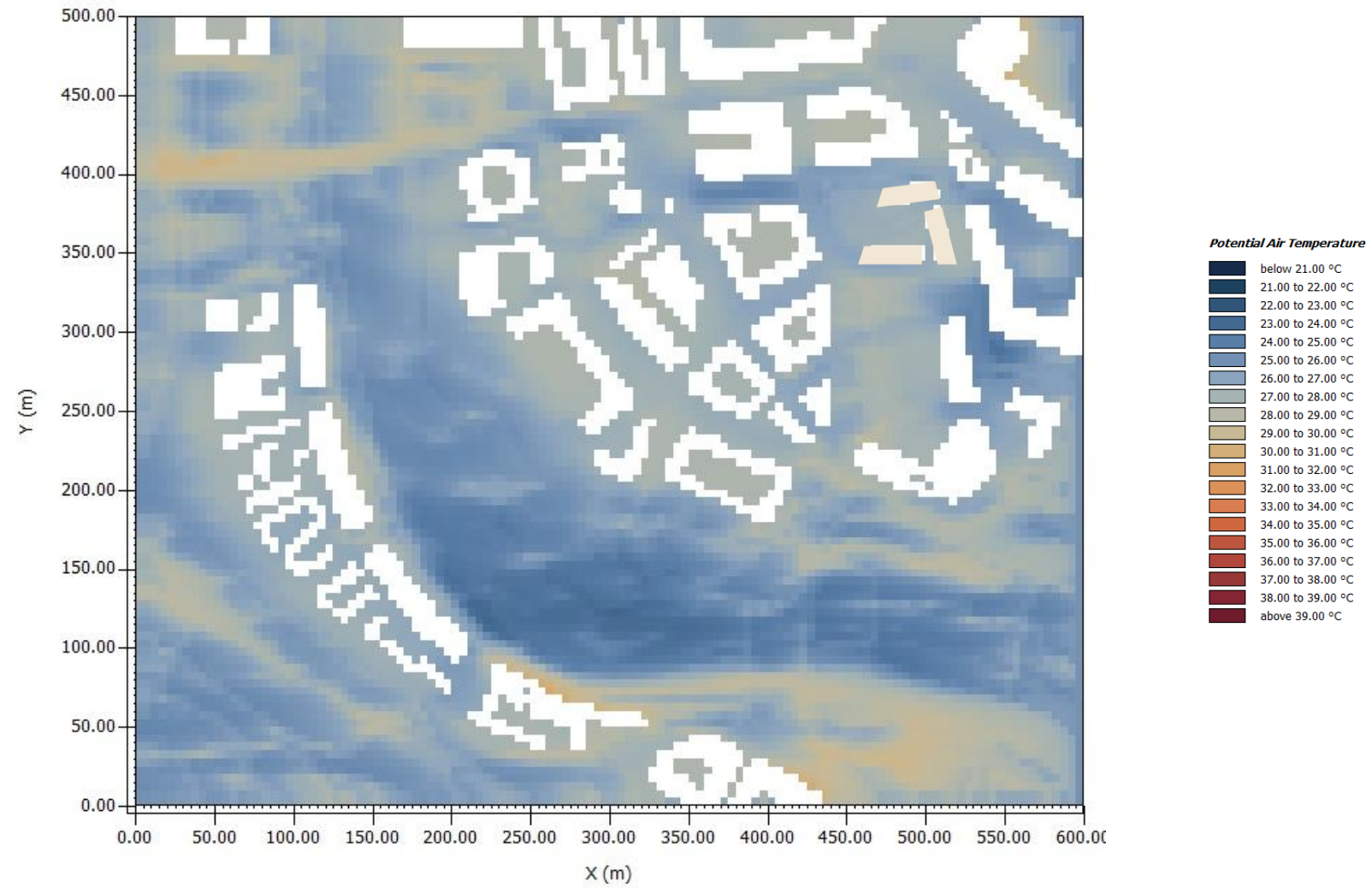
Potential Air Temperature



ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO

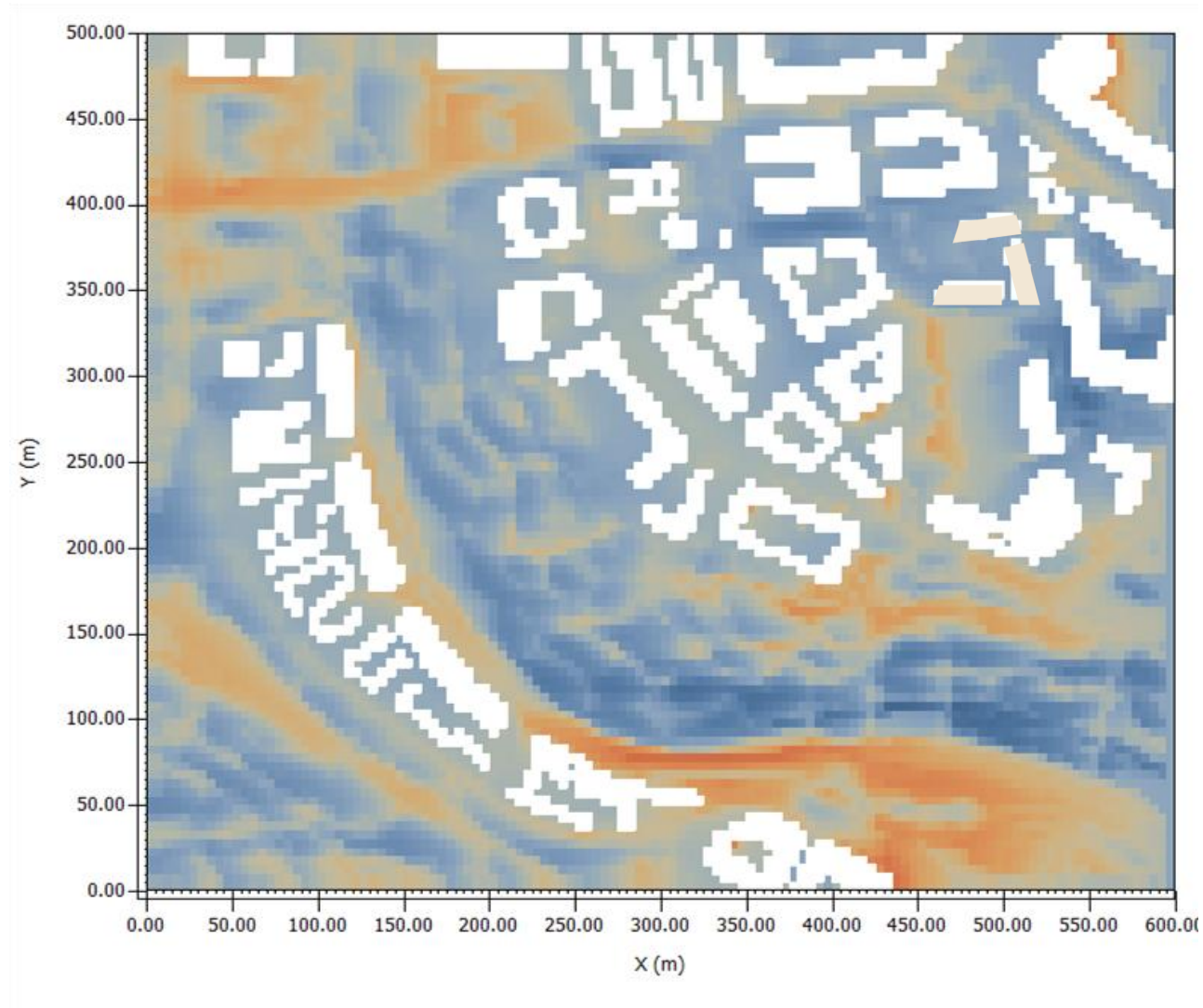
H 9:00



ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO

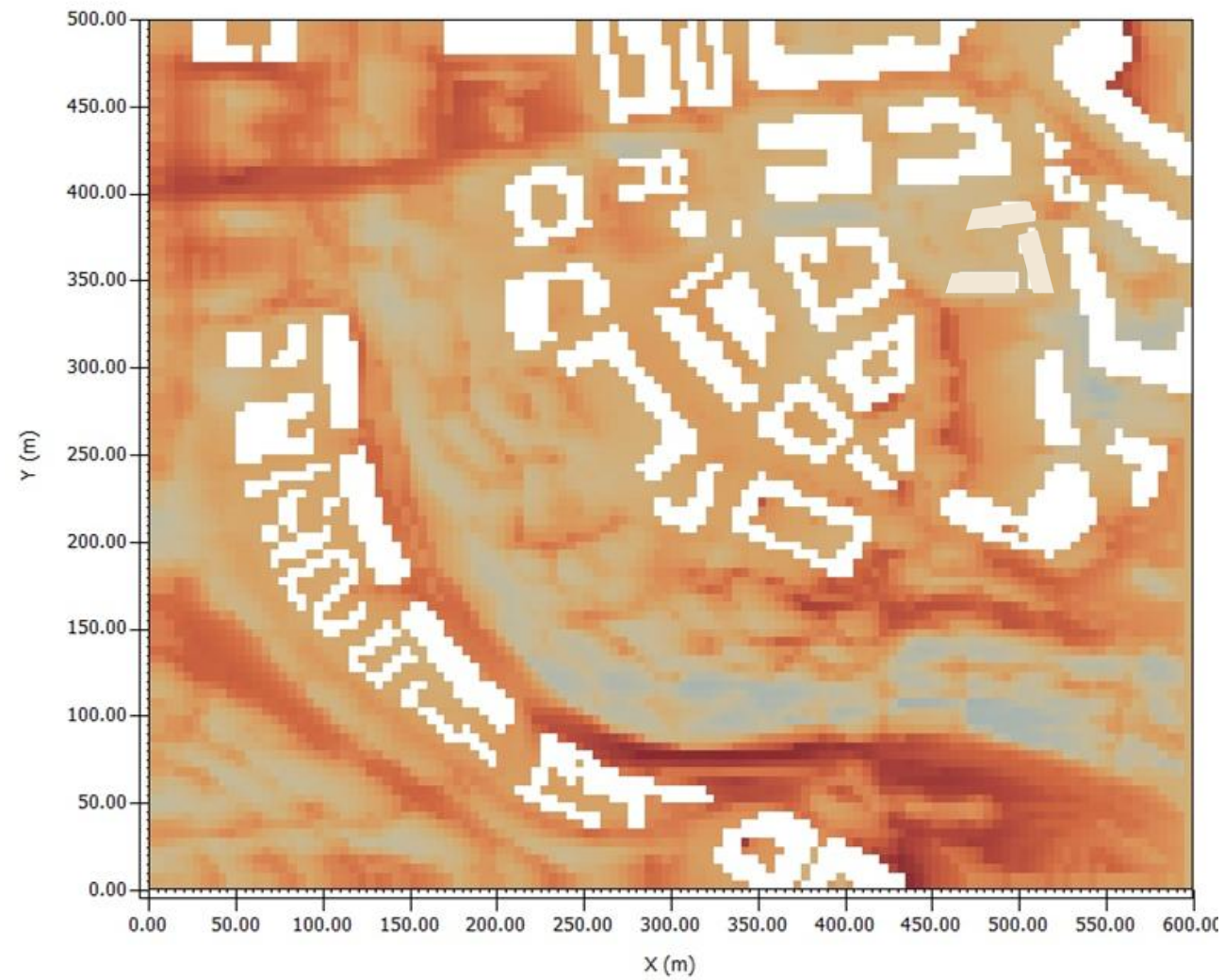
H 11:00



ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO

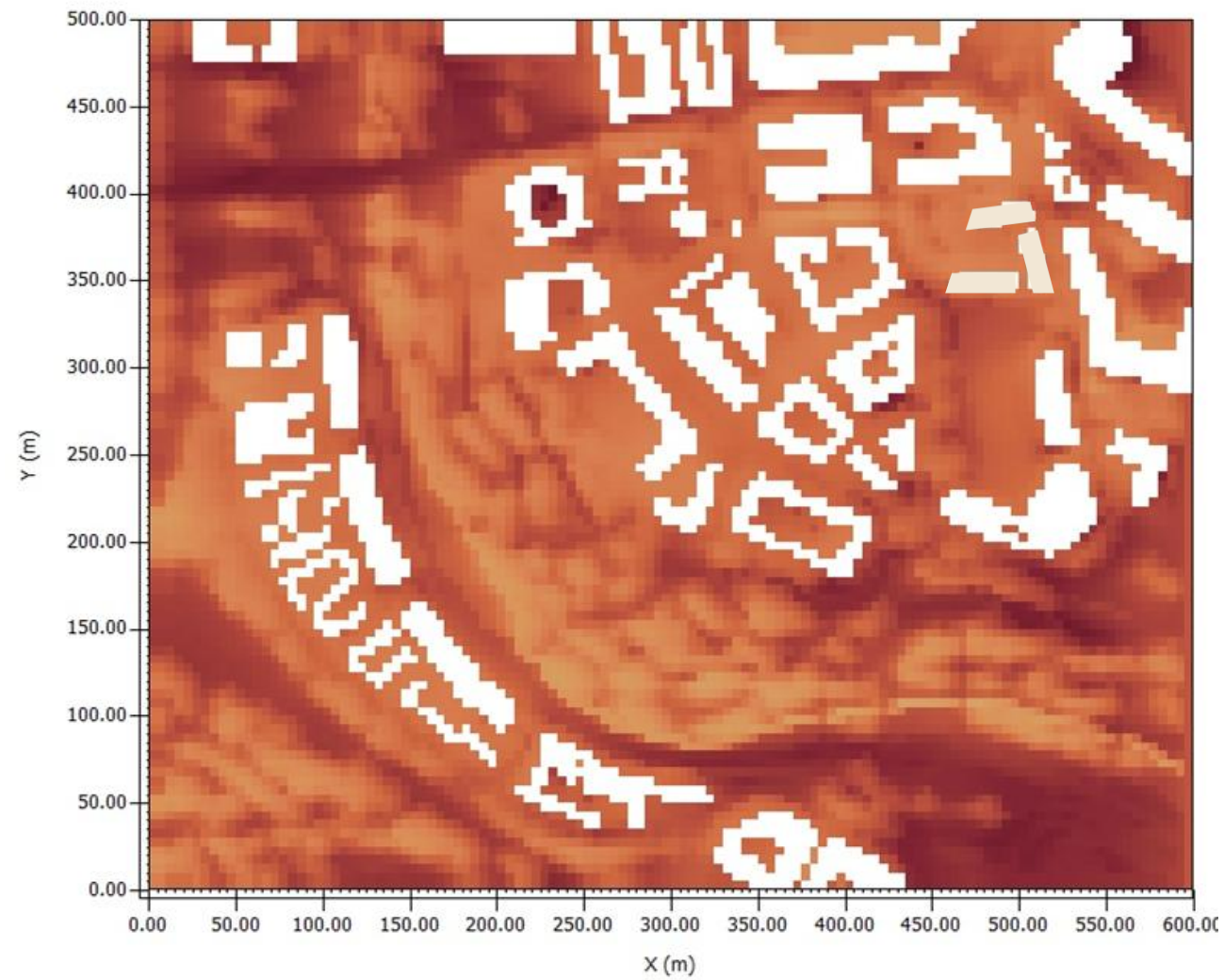
H 13:00



ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO

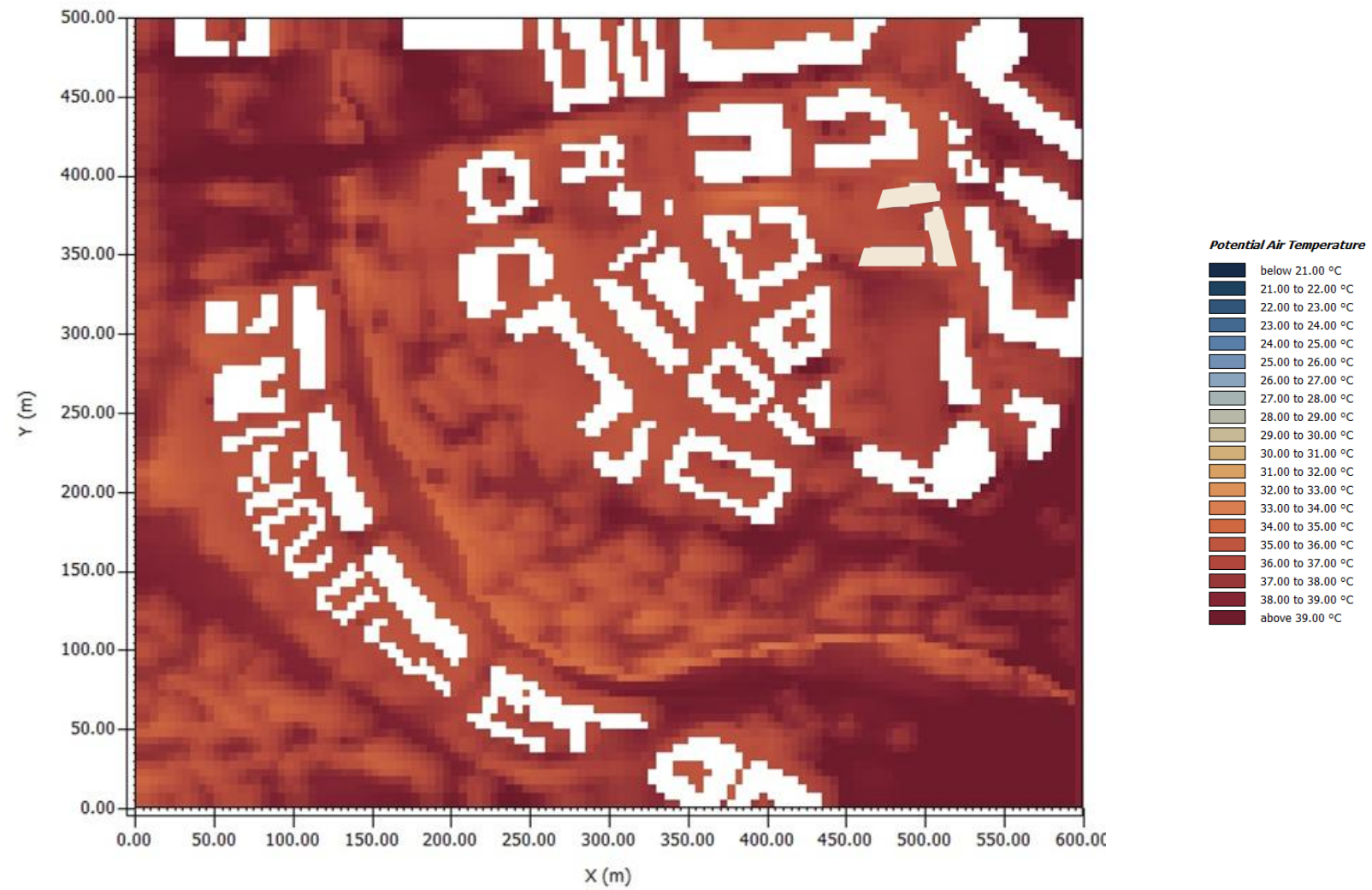
H 15:00



ANALISI MICROCLIMATICA

STATO DI PROGETTO

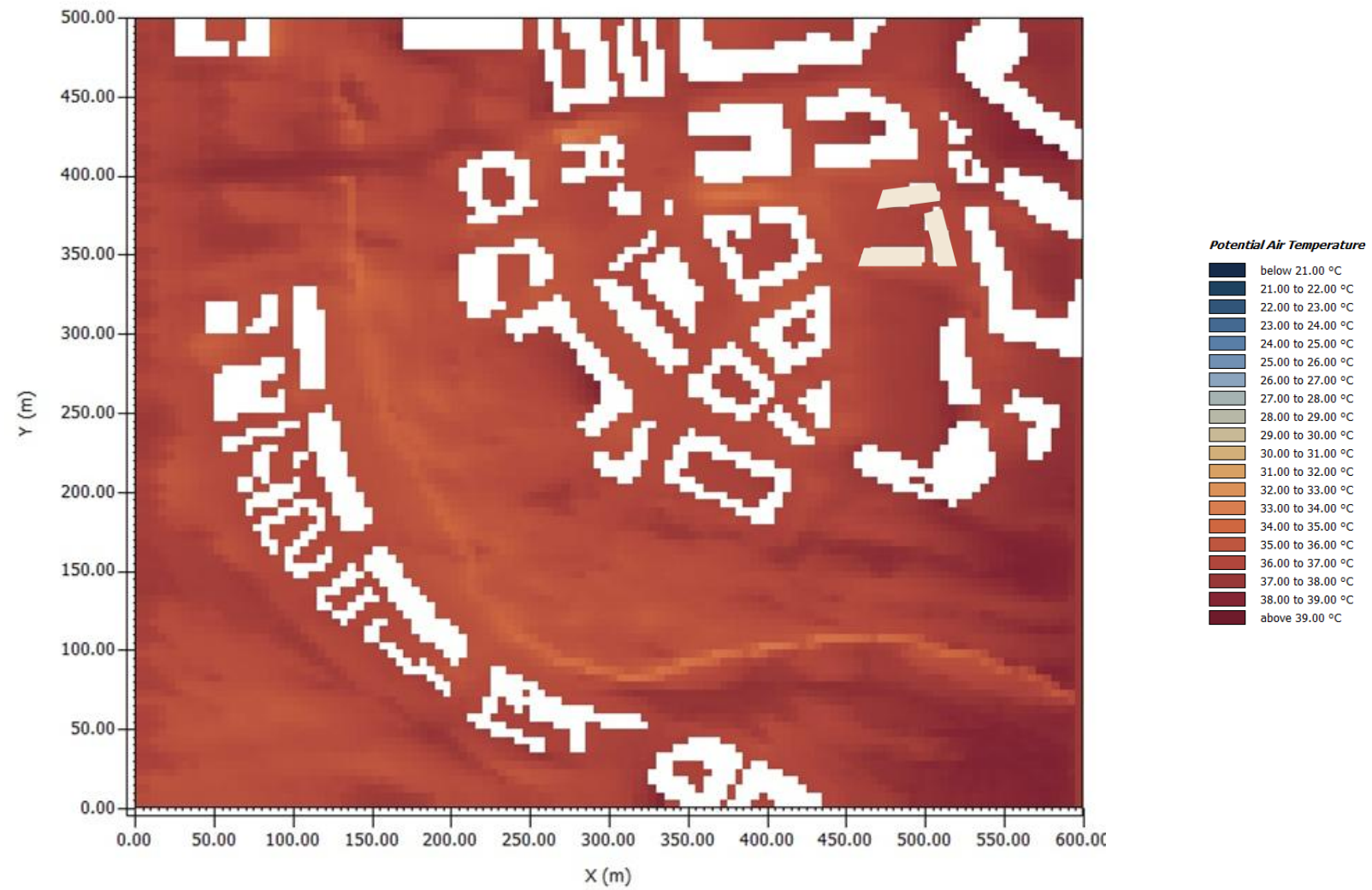
H 17:00



ANALISI MICROCLIMATICA

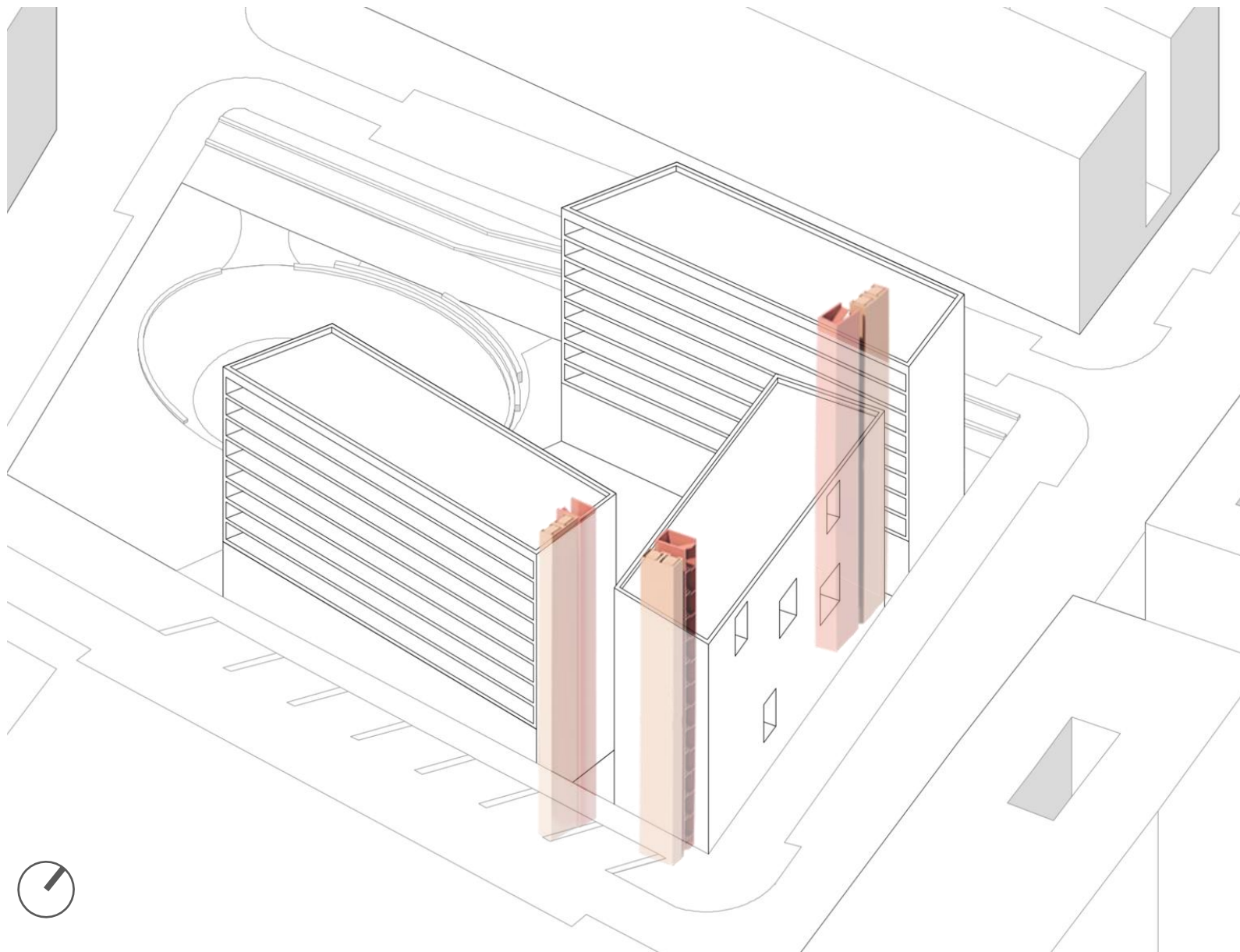
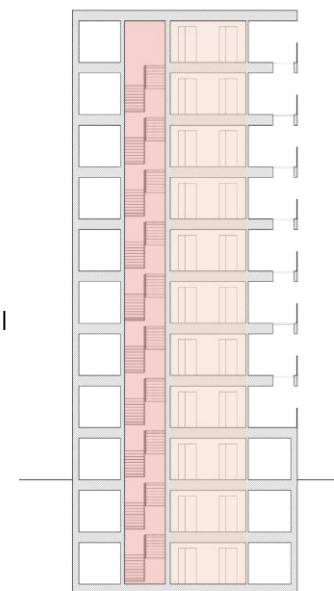
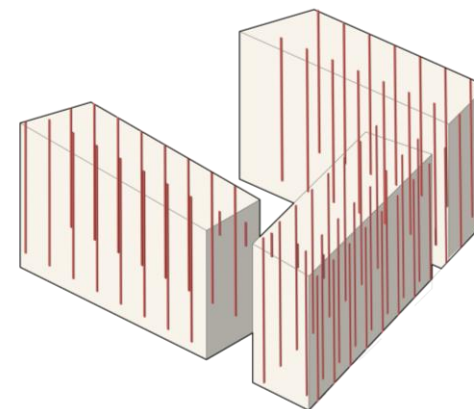
STATO DI PROGETTO

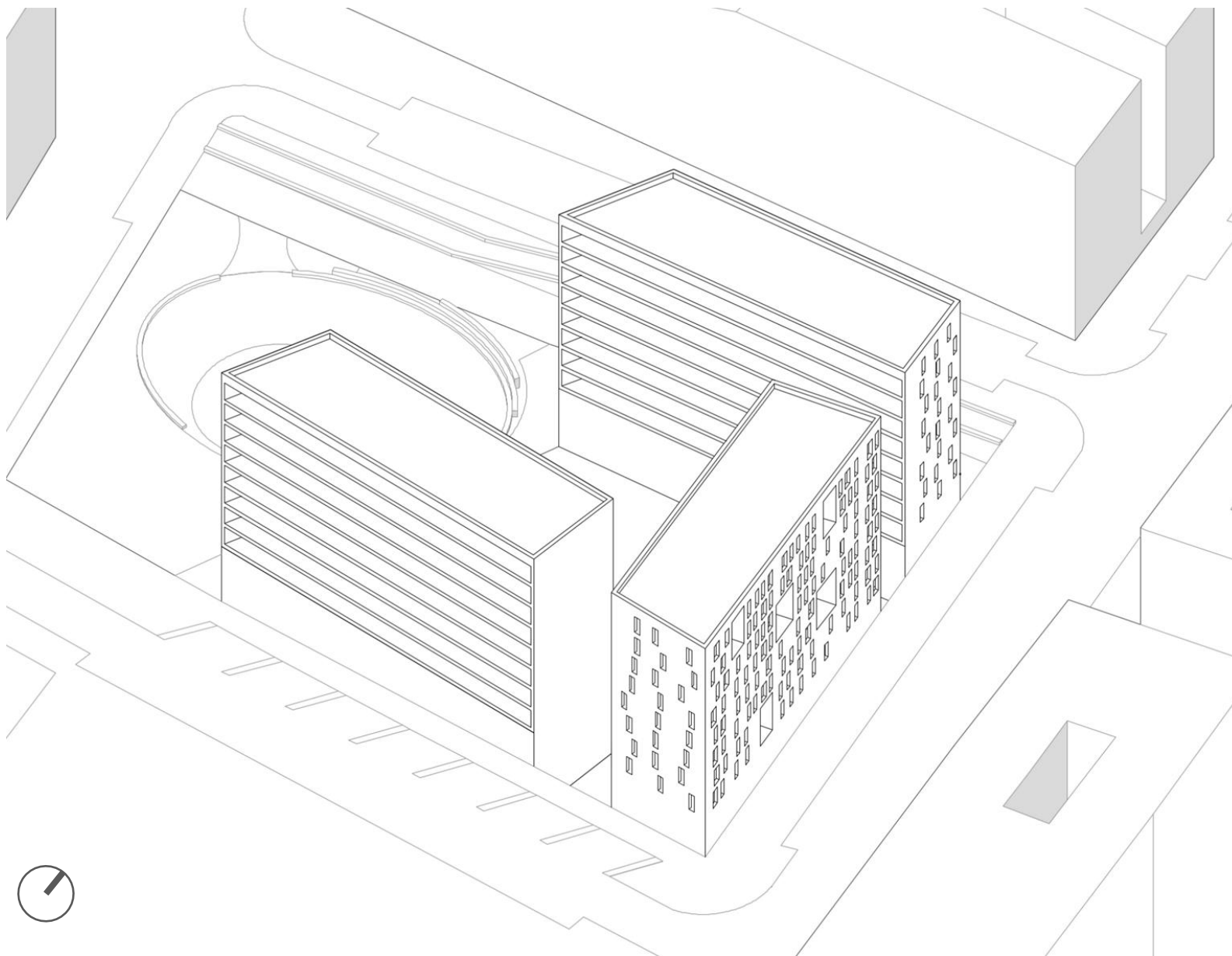
H 19:00



DISTRIBUZIONE VERTICALE

Sistema dei pilastri.





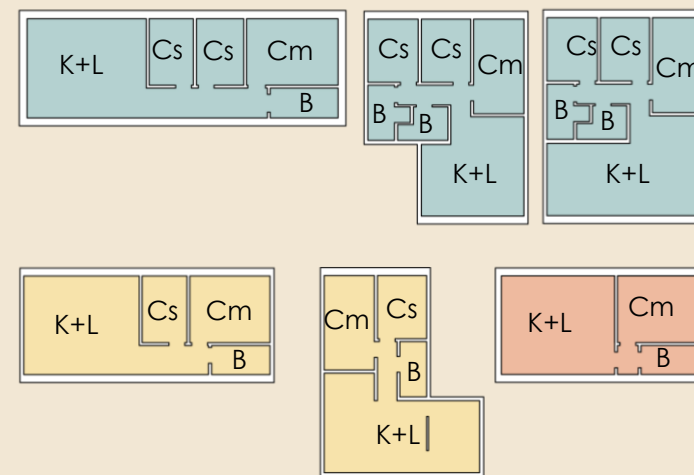
DISTRIBUZIONE INTERNA

MIX ABITATIVO

Suddivisione delle tipologie di alloggio

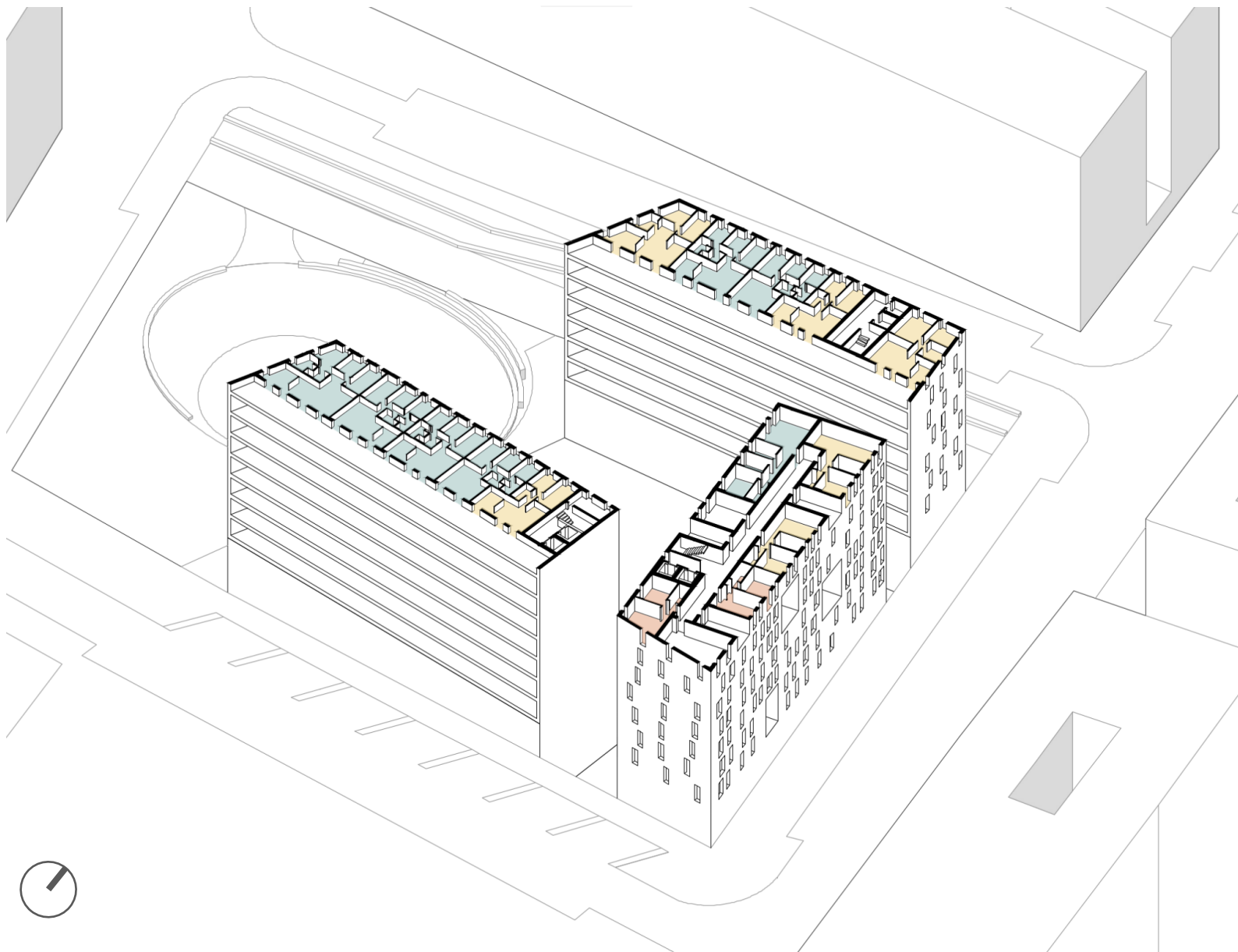
TAGLIO		ALLOGGI
S	1 Camera	14
M	2 Camere	66
L	3 Camere	46

Totale Unità 126



K = Cucina
Cm = Camera matrimoniale
Cs = Camera singola

L = Living Room
B = Bagno



DISTRIBUZIONE INTERNA

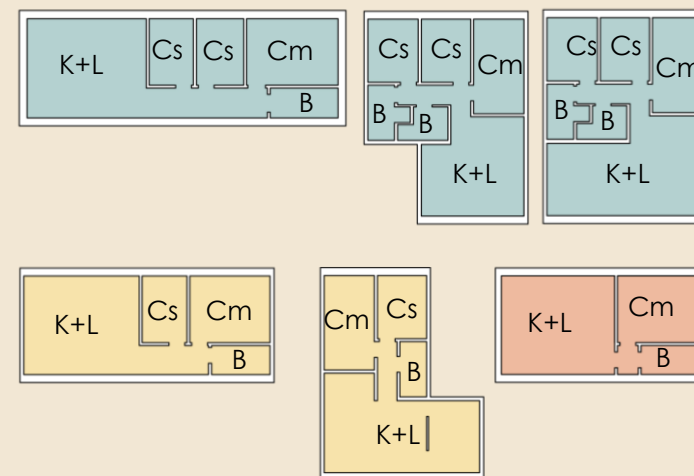
MIX ABITATIVO

Suddivisione delle tipologie di alloggio

TAGLIO		ALLOGGI
S	1 Camera	2
M	2 Camere	6
L	3 Camere	7

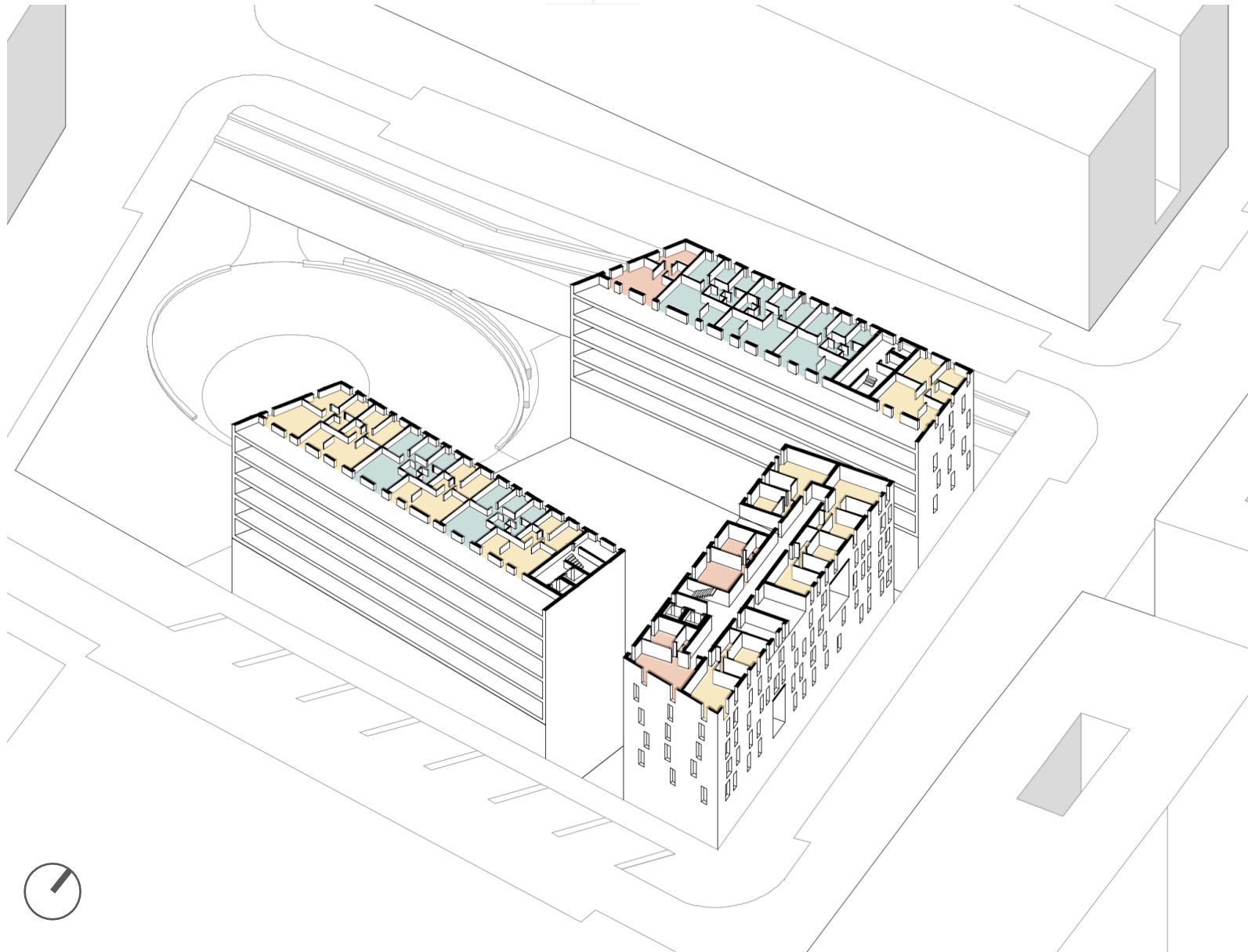
Totale Unità

15



K = Cucina
Cm = Camera matrimoniale
Cs = Camera singola

L = Living Room
B = Bagno



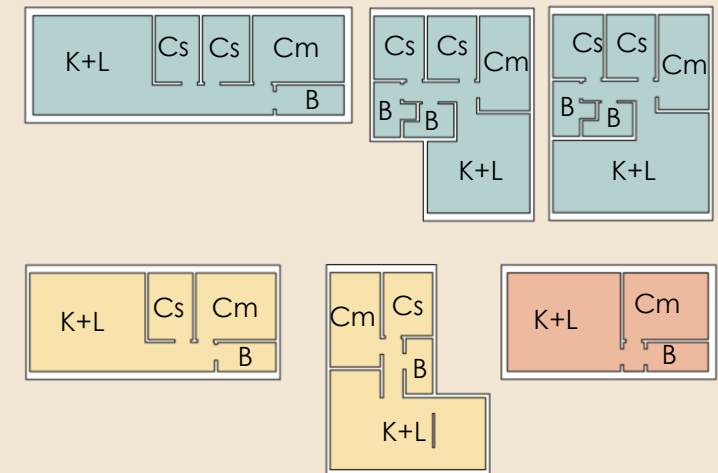
DISTRIBUZIONE INTERNA

MIX ABITATIVO

Suddivisione delle tipologie di alloggio

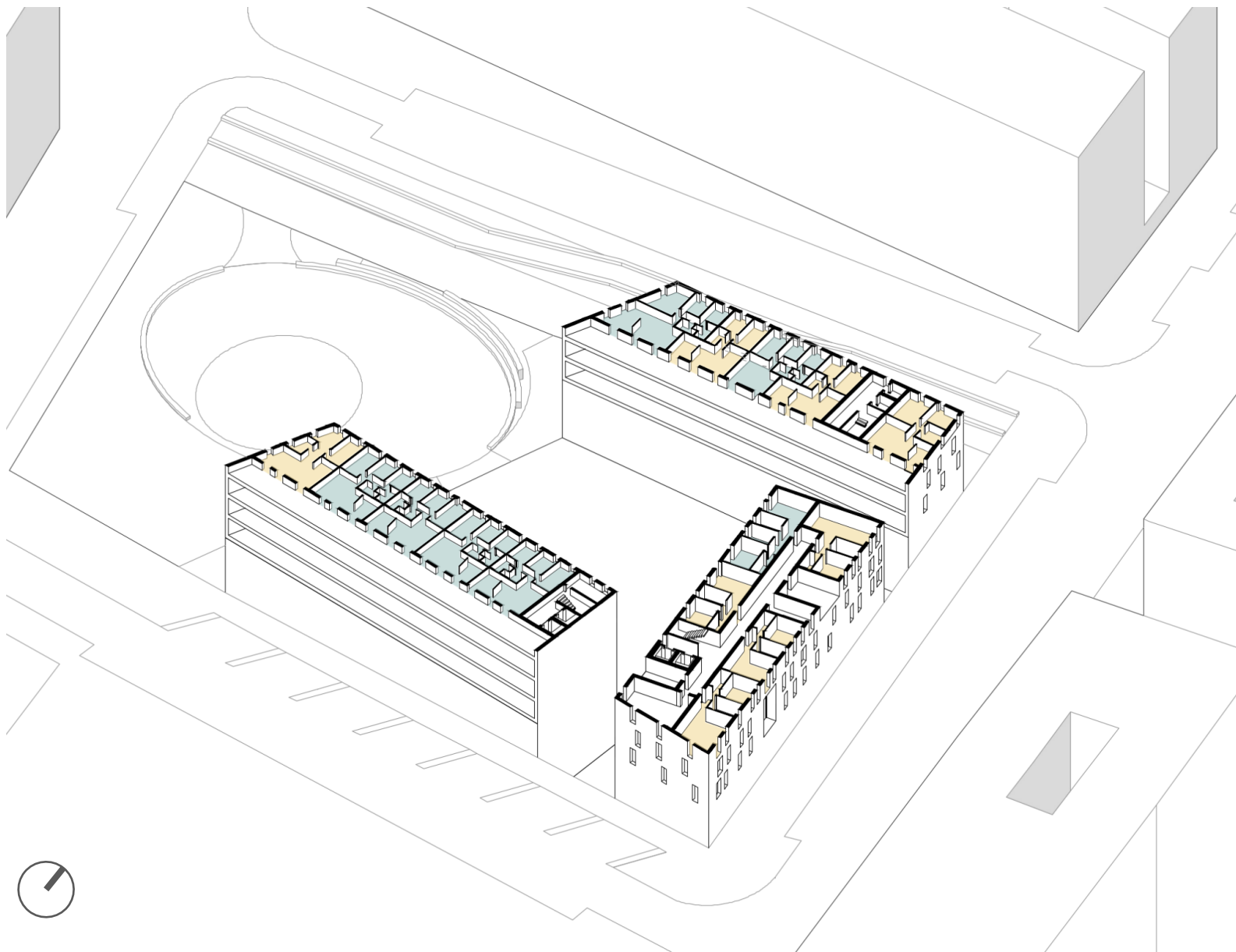
TAGLIO		ALLOGGI
S	1 Camera	3
M	2 Camere	9
L	3 Camere	5

Totale Unità 17



K = Cucina
Cm = Camera matrimoniale
Cs = Camera singola

L = Living Room
B = Bagno



DISTRIBUZIONE INTERNA

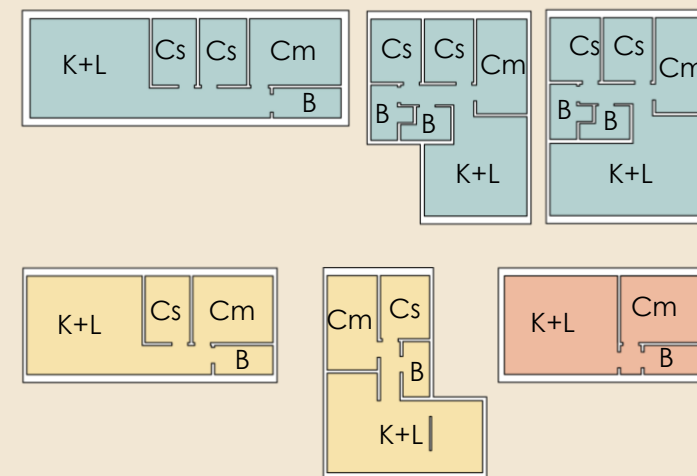
MIX ABITATIVO

Suddivisione delle tipologie di alloggio

TAGLIO		ALLOGGI
S	1 Camera	0
M	2 Camere	8
L	3 Camere	7

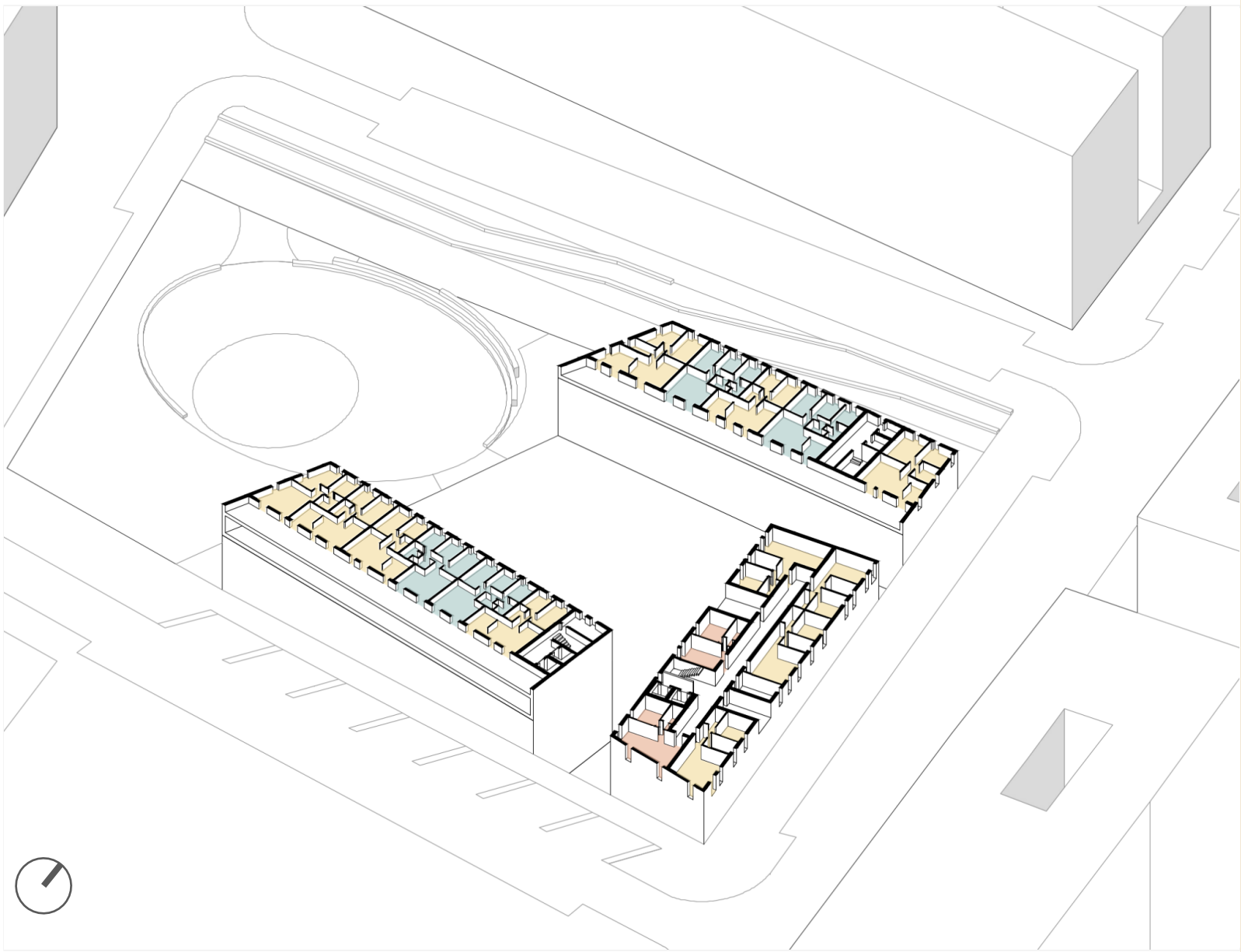
Totale Unità

15



K = Cucina
Cm = Camera matrimoniale
Cs = Camera singola

L = Living Room
B = Bagno



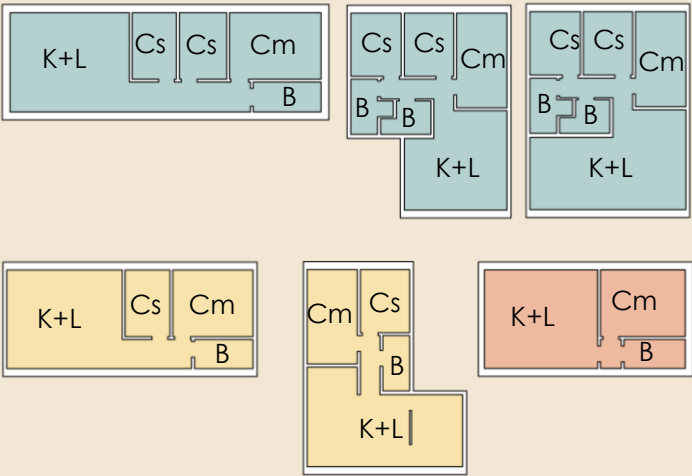
DISTRIBUZIONE INTERNA

MIX ABITATIVO

Suddivisione delle tipologie di alloggio

TAGLIO		ALLOGGI
S	1 Camera	2
M	2 Camere	11
L	3 Camere	4

Totale Unità 17

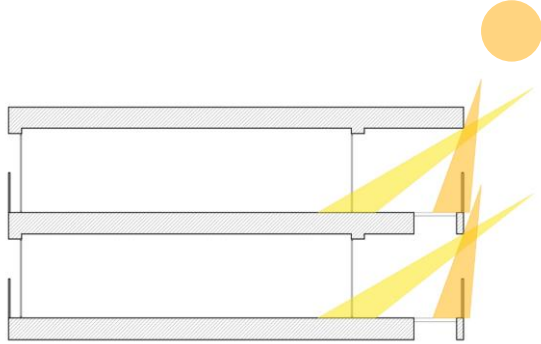


K = Cucina
Cm = Camera matrimoniale
Cs = Camera singola

L = Living Room
B = Bagno

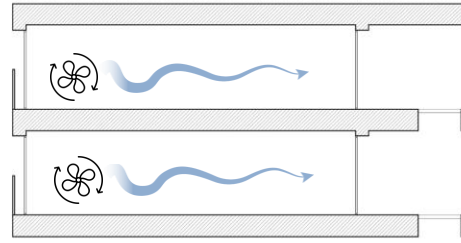
EFFETTO BALLATOIO ALLOGGIO TIPO 60 60 m²

BLOCCO CON BALLATOIO



$$Q_{sol,i} = 31,89 \text{ kWh/m}^2$$

$Q_{sol,i}$ = Energia dovuta agli apporti solari su superfici trasparenti



$$Q_{C,nd} = 88,96 \text{ kWh/m}^2$$

$Q_{C,nd}$ = Fabbisogno di energia termica utile di raffreddamento

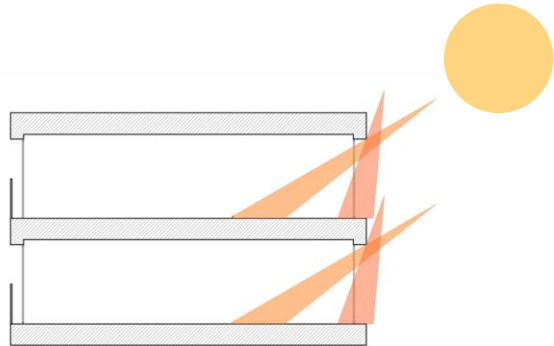


243 lux medio

Profondità media 200 lux = 2,33 m

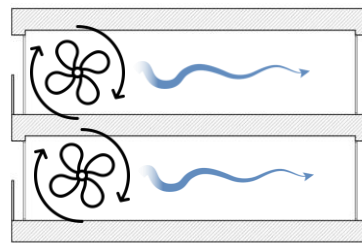
Lux = flusso luminoso per m² di superficie illuminata

BLOCCO SENZA BALLATOIO



$$Q_{sol,i} = 51,20 \text{ kWh/m}^2$$

+ 60%



$$Q_{C,nd} = 139,51 \text{ kWh/m}^2$$

+ 57%



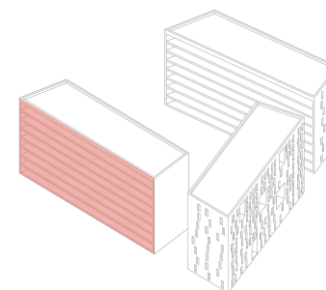
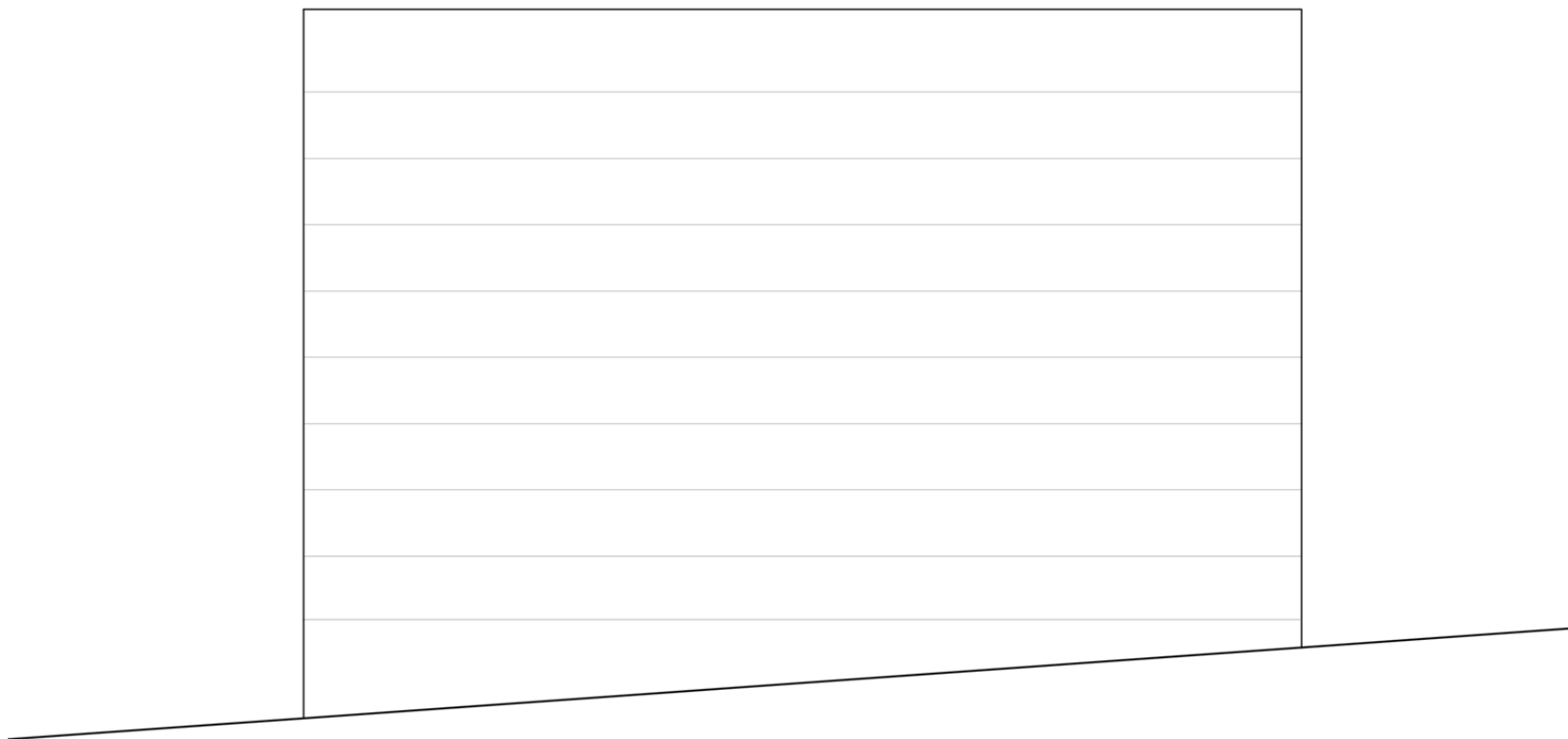
353 lux medio

+ 45%

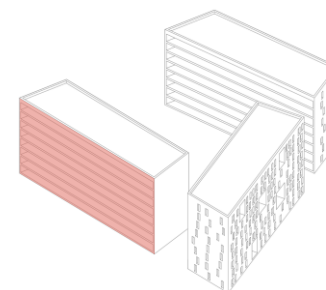
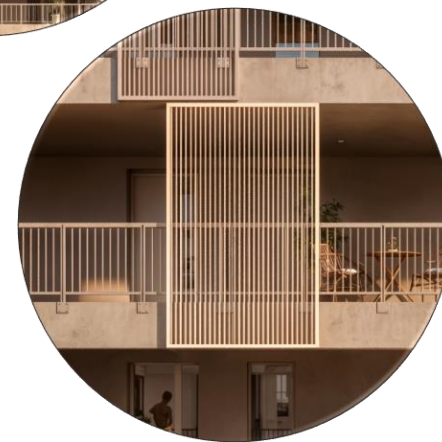
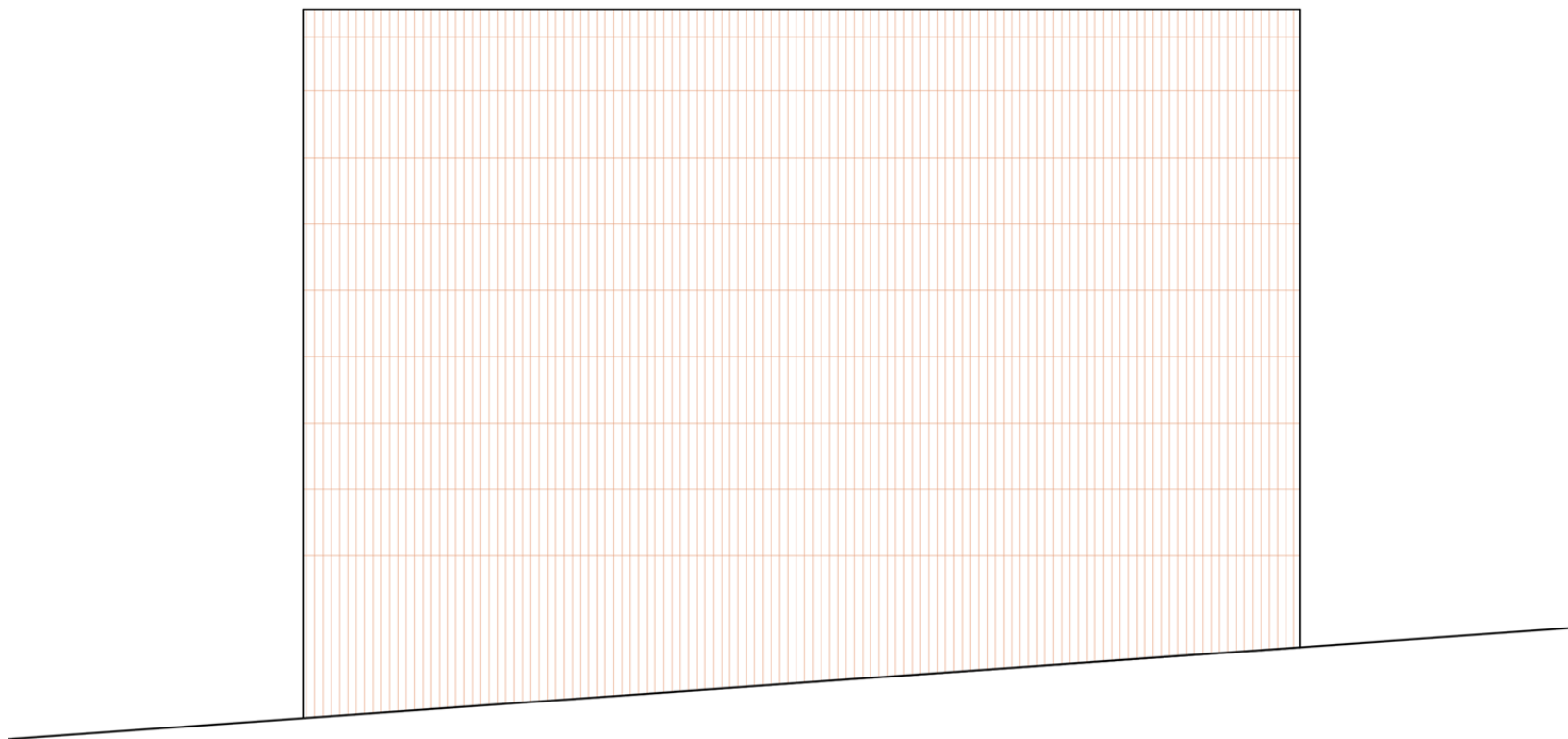
Profondità media 200 lux = 3,15 m

+ 35%

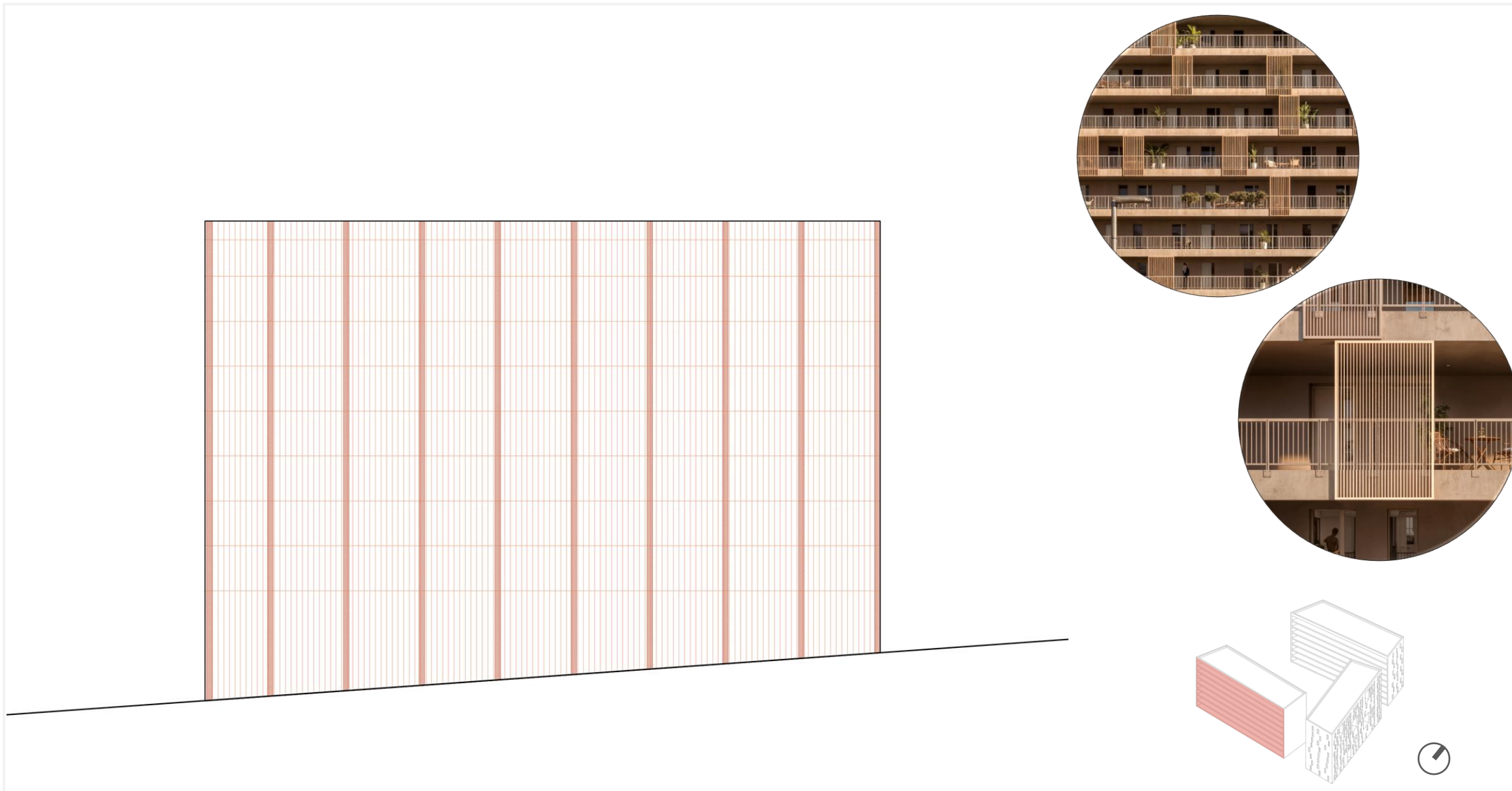
STUDIO DELLA FACCIATA



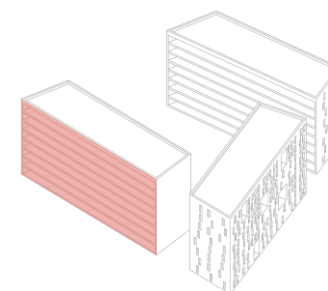
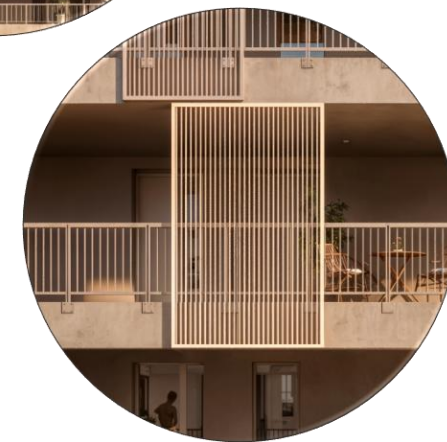
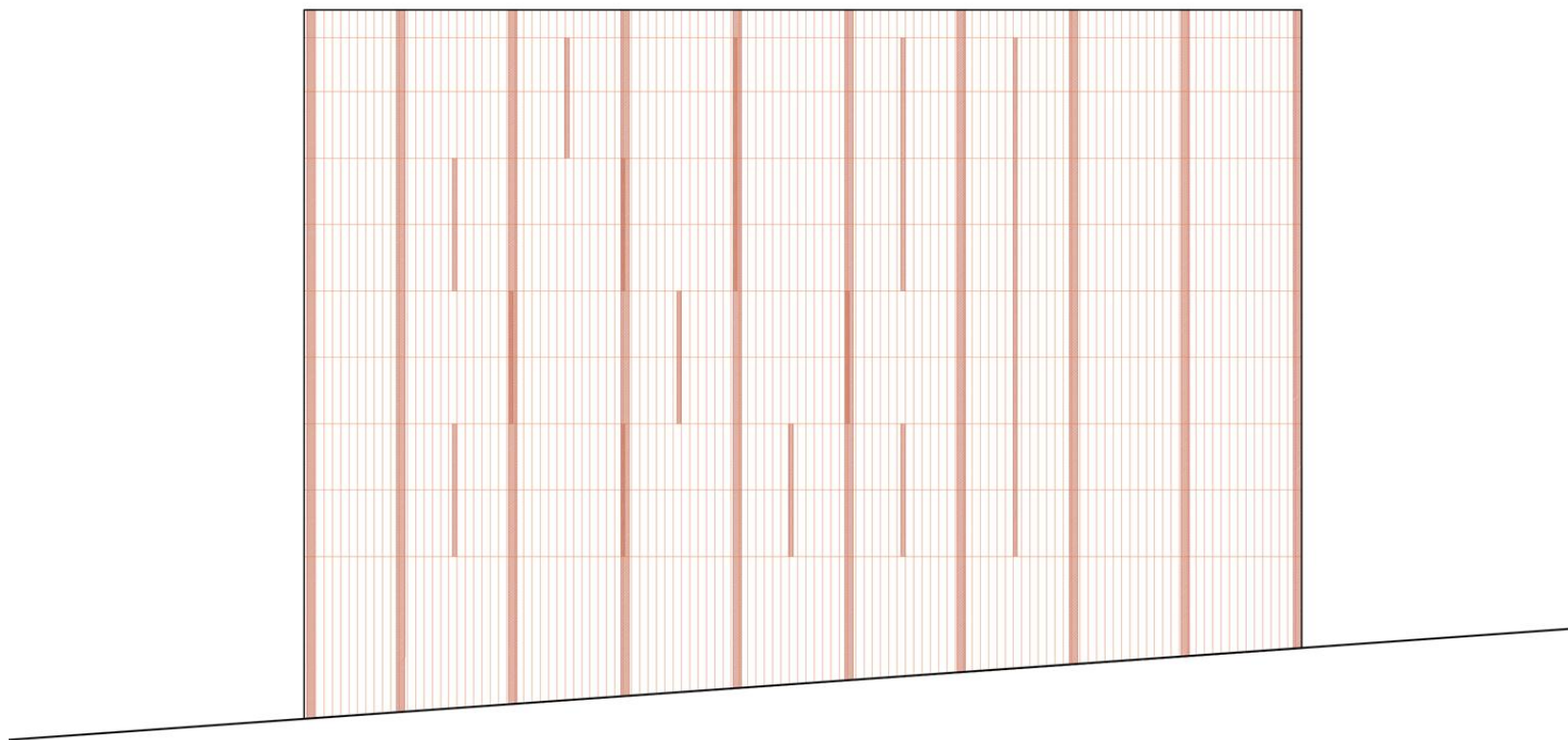
STUDIO DELLA FACCIATA



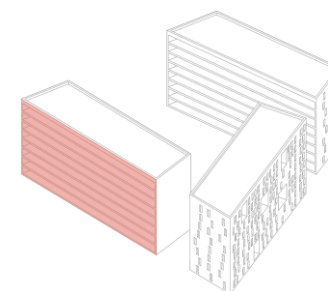
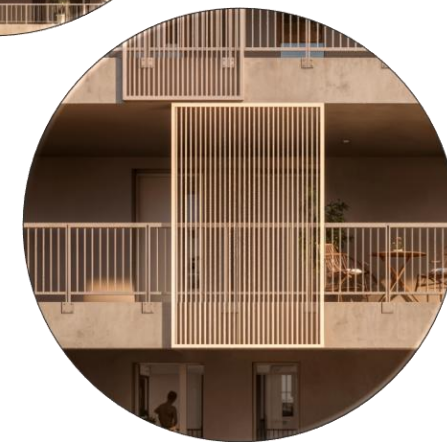
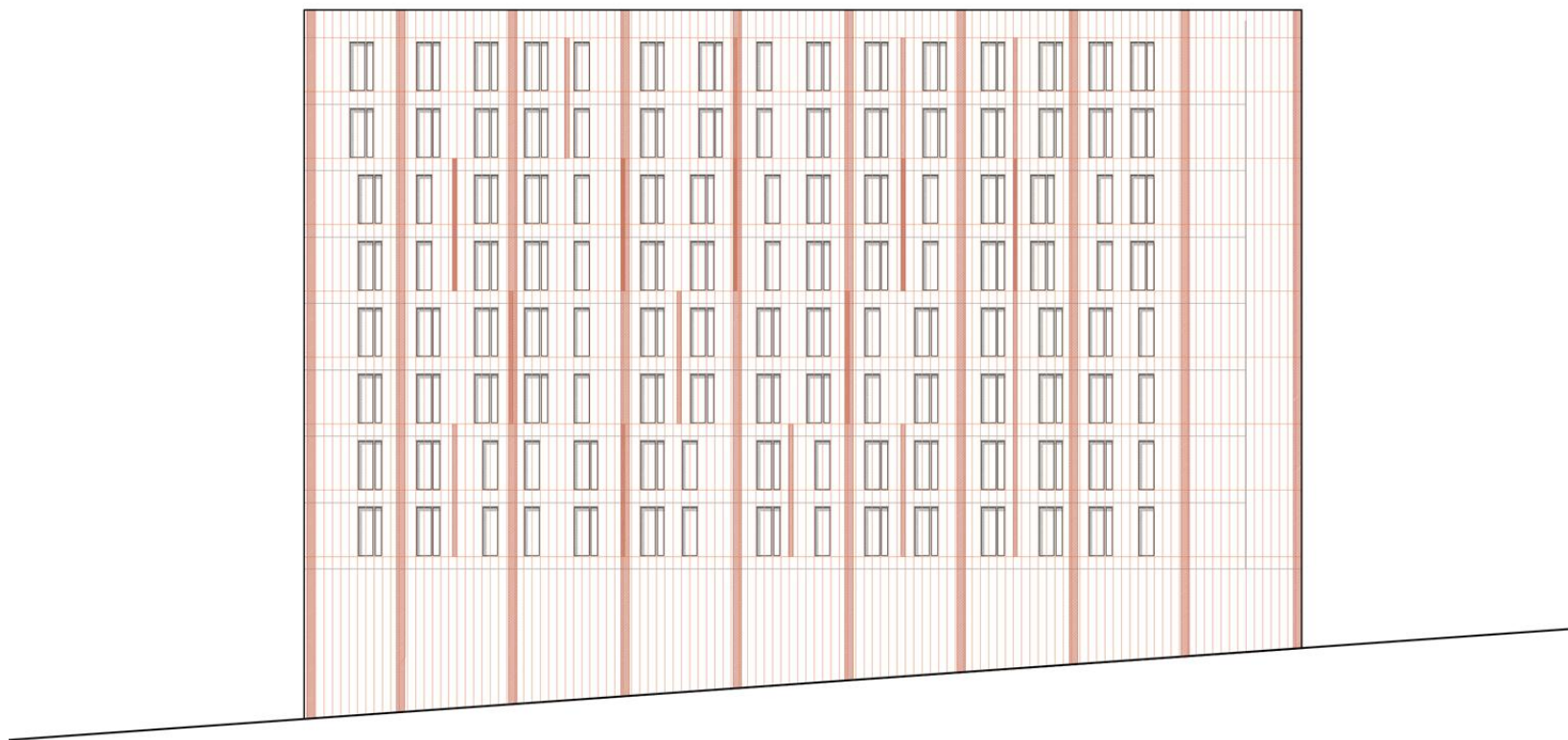
STUDIO DELLA FACCIATA



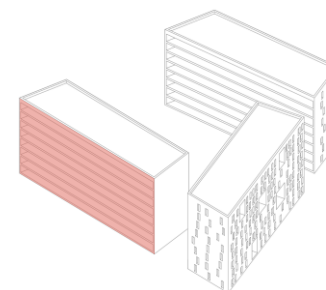
STUDIO DELLA FACCIATA



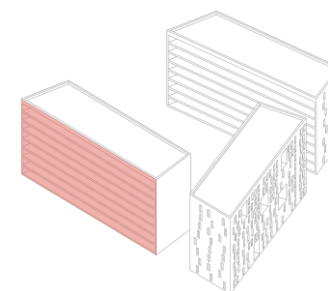
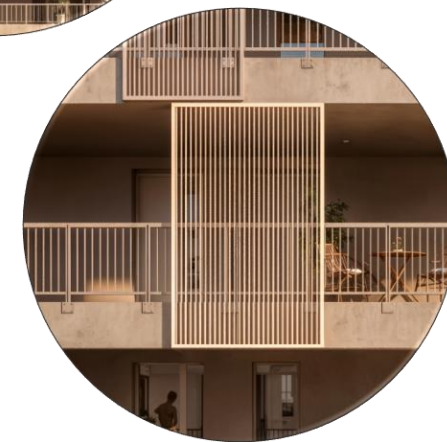
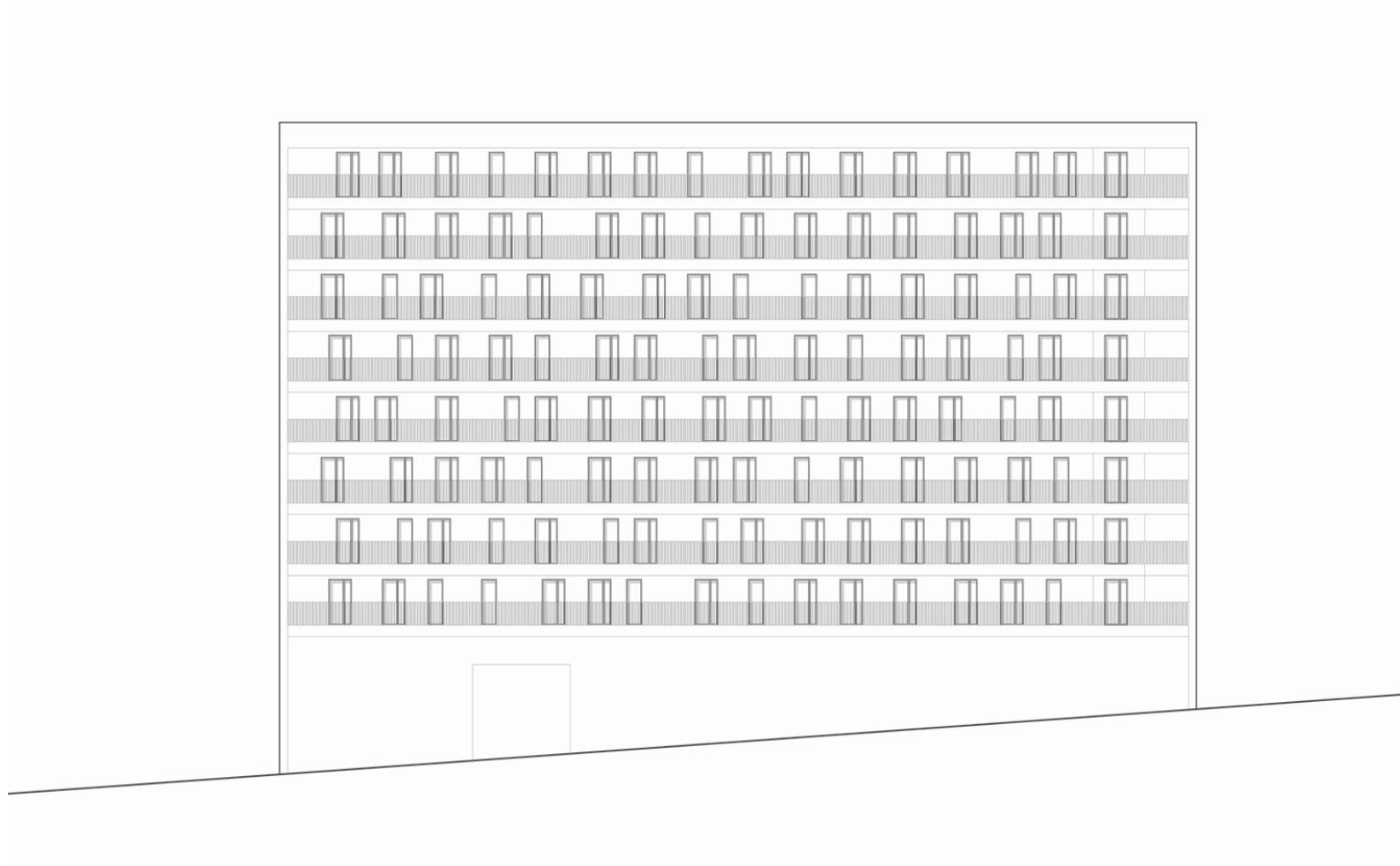
STUDIO DELLA FACCIATA



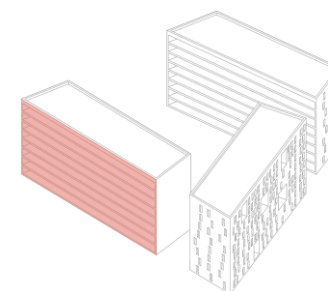
STUDIO DELLA FACCIATA



STUDIO DELLA FACCIATA



STUDIO DELLA FACCIATA





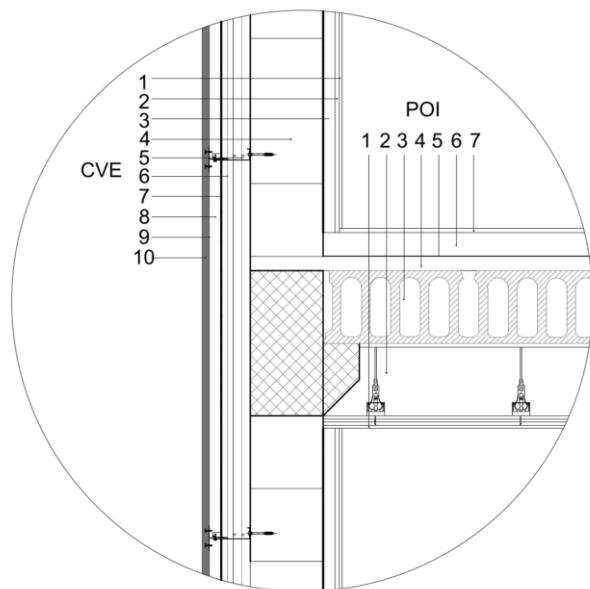










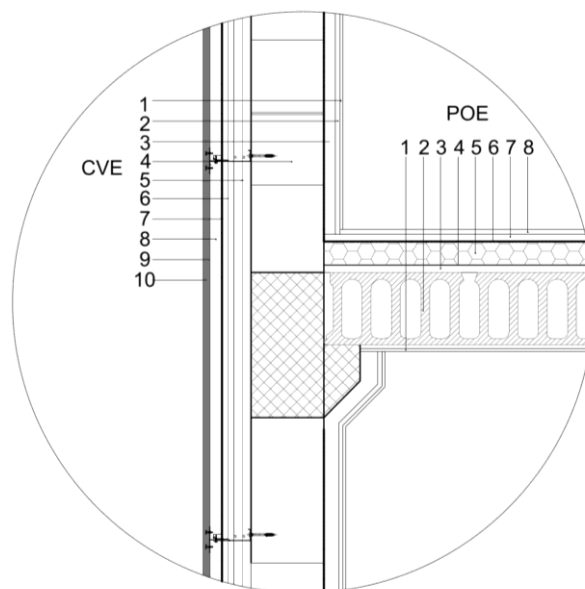


PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA (POI)

1. Controsoffitto in lastre di cartogesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartongesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Soletta collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosalda mm 80
6. Massetto per impianto radiante a pavimento mm 8
7. Pavimento mm 15

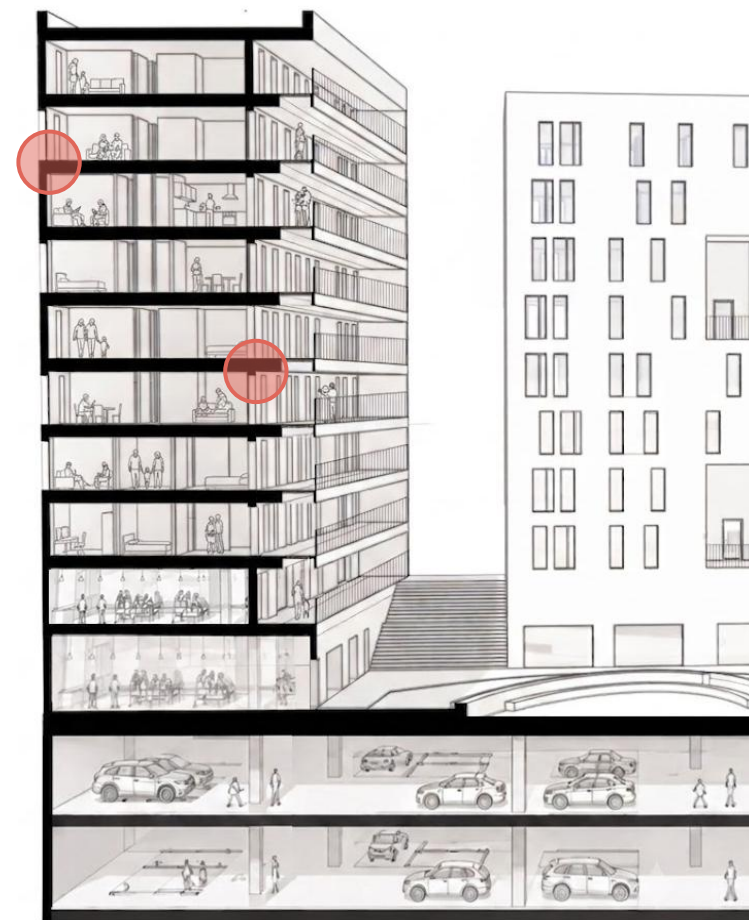
CHIUSURA VERTICALE ESTERNE (CVE)

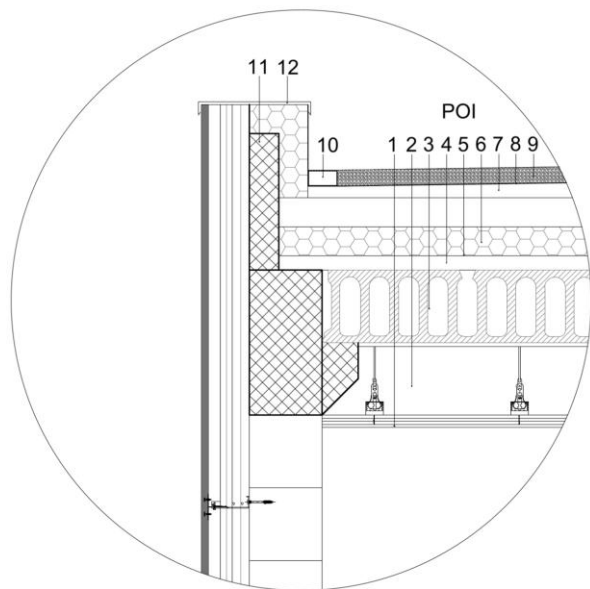
1. Controparete in lastre di cartogesso mm 15
2. Struttura metallica per controparete in lastre di cartongesso
3. Intercapedine 40 mm
4. Blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato mm 250
5. Strato isolante a bassa densità
6. Strato isolante ad alta densità
7. Membrana impermeabile
8. Intercapedine d'aria 40 mm
9. Struttura per rivestimento esterno in GRC
10. Pannelli di GRC 15 mm



PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA BALLATOIO (POE2)

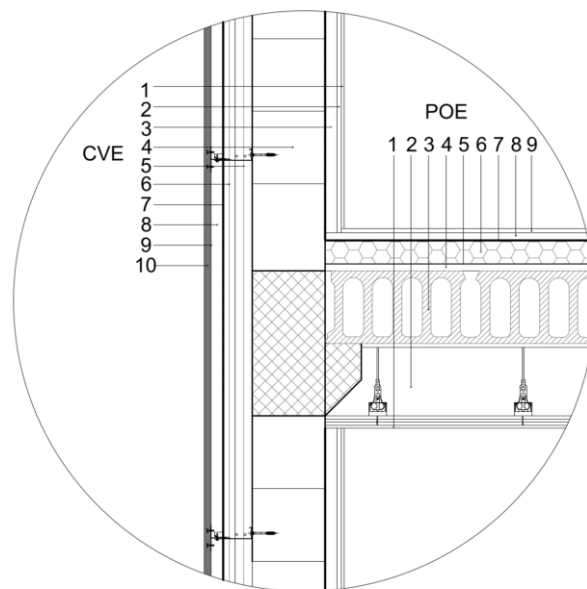
1. Rivestimento esterno
2. Cavità impiantistica 250mm
3. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 25
4. Membrana anticalpestio
5. Isolante in XPS mm 80
6. Membrana impermeabilizzante
7. Massetto autoportante
8. Pavimento mm 15





CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA (COS)

1. Controsoffitto in lastre di cartogesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartogesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Soletta collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosalda mm 80
6. Doppio strato isolante 100+100mm
7. Massetto alleggerito pendenzato 50mm
8. Membrana impermeabile
9. Ghiaia
10. Canale di gronda perimetrale nascosto
11. Cordolo perimetrale in c.a.
12. Scossalina in lamiera ripiegata

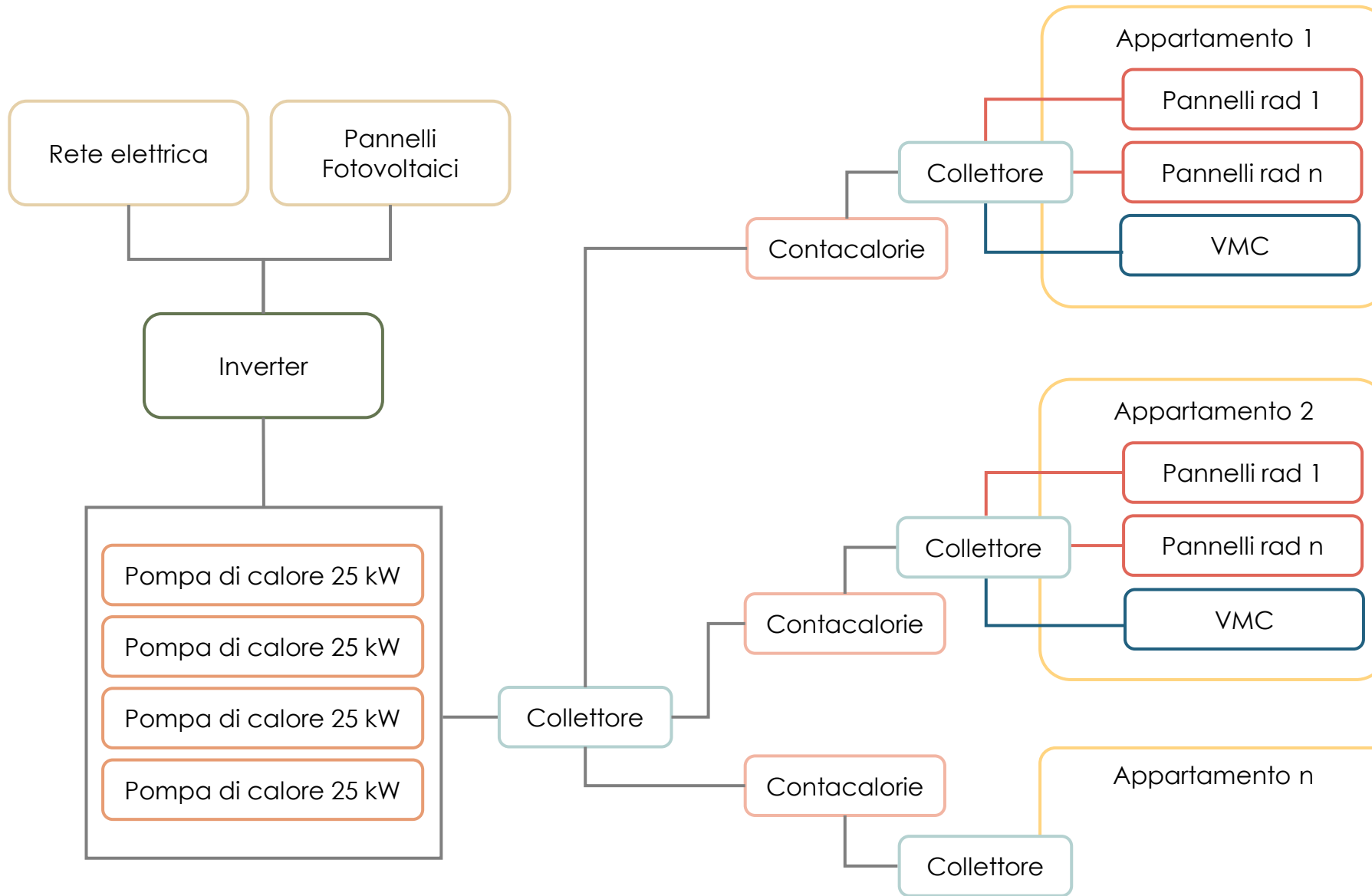


PARTIZIONE ORIZZONTALE ESTERNA SKYGARDEN (POE1)

1. Controsoffitto in lastre di cartogesso mm 15
2. Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartogesso
3. Cavità impiantistica 250mm
4. Solaio pre-fabbricato alveolare in c.a. precompresso mm 250
5. Membrana anticalpestio
6. Isolante in XPS mm 80
7. Membrana impermeabilizzante
8. Massetto autoportante
9. Pavimento mm 15



SCHEMA IMPIANTISTICO



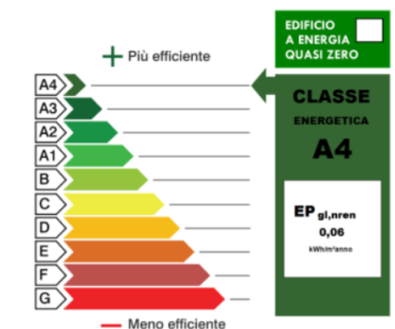
Blocco NORD



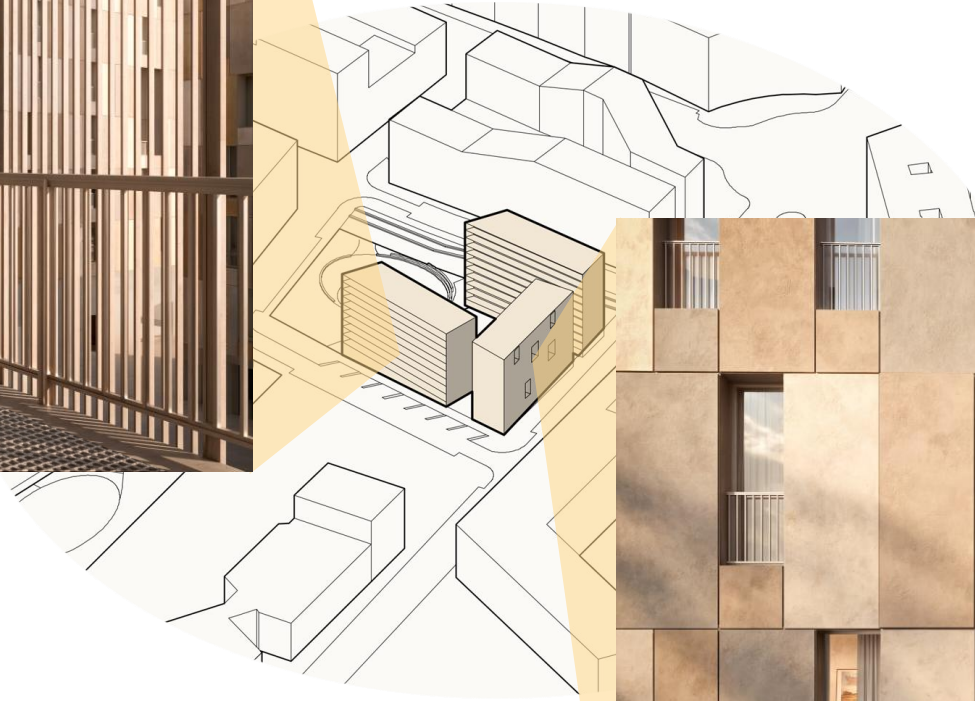
Blocco EST



Blocco SUD



SPAZI DI COMUNITÀ







Grazie per l'attenzione

Gaia Masciangelo, Klelia Shpendi



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA