

Ripensare la soglia

Studio di facciate nell'ambito
del recupero e ampliamento di un
ex edificio industriale a Torino

RIPENSARE LA SOGLIA. STUDIO DI FACCIATE
NELL'AMBITO DEL RECUPERO E AMPLIAMENTO DI
UN EX EDIFICIO INDUSTRIALE A TORINO



Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile

A.A. 2021/2022

Candidato:

Emanuela Anna Coretti

Stefania Visceglia

Relatore:

Roberta Ingaramo

Co-relatore:

Valentina Serra

Elena Badino

INDICE

01

LA SOGLIA

- 1.1 Etimologia e Immagine 12
- 1.2 Interpretazione architettonica 15

02

IL PENSIERO DEL TEAM X E LA SUA EREDITA'

- 2.1 Il Team X 26
- 2.2 Alison e Peter Smithson 30
- 2.3 Aldo Van Eyck 38
- 2.4 Giancarlo De Carlo 44
- 2.5 Dopo il Team X 50

Abstract 6

03

LA DICOTOMIA FRA INTERNO ED ESTERNO

- 3.1 La facciata 58
 - 3.1.1 Elementi soglia che costituiscono la facciata 70
 - 3.1.2 Strategie per il comfort acustico 74
- 3.2 Spazi prossimi all'edificio-soglia_ Strategie per il comfort termico 87

04

RIPENSARE LA SOGLIA

- 4.1 Introduzione al progetto 98
- 4.2 Casi studio 99
- 4.3 Progetto 118

Conclusioni 190

Bibliografia 192

ABSTRACT

Il progetto di tesi nasce a partire dallo studio del tema della soglia e di come questo sia stato affrontato in architettura nel corso del tempo. Nelle sue configurazioni la soglia può assumere diverse accezioni e nei primi capitoli viene sviscerato il suo significato e simbolico e architettonico.

In letteratura il termine soglia è sempre stato legato al concetto di confine o di spazio interstiziale, spesso anche considerato come luogo di scarto; in questo elaborato la ricerca guarda al tema con un'interpretazione che, partendo dal tema dello scarto, giunge a definire la soglia più come elemento unificatore, poiché viene sfruttato a pieno il suo concetto di spazio residuale.

Il progetto nasce dal recupero e ampliamento di un ex edificio industriale, nel quartiere Aurora a Torino, di cui si è voluto conservare il suo valore storico mantenendo invariata la facciata originale e intervenendo sulla nuova costruzione. L'edificio di progetto è rivolto da un lato lungo un corso trafficato e a scorrimento veloce, dall'altro verso l'interno cortile del lotto di cui ne è parte. Pertanto, il manufatto costituisce una delimitazione di due ambiti con vocazioni differenti,

dove l'idea dell'esterno e interno si fonde nella progettazione dell'ex edificio industriale, facendo dello stesso uno spazio soglia.

Il modo in cui l'edificio gioca il ruolo di limes si traduce nella configurazione di due facciate totalmente dissimili. Se da una parte la facciata nord viene trattata con strategie architettoniche mirate al comfort acustico, quella rivolta verso sud riveste un ruolo di connessione diretta verso uno spazio più intimo. L'obiettivo è quello di coniugare, in un unico elemento architettonico - che è l'edificio - due contesti opposti per esasperare il valore della soglia nell'edificio stesso.

Attraverso un ordine gerarchico sono emersi tre diversi livelli, per i quali il concetto di soglia è stato sviluppato diversamente. In primis, l'edificio; in secondo luogo, le due facciate; infine, gli arretramenti a nord e gli aggetti a sud. Questi ultimi sono spazi intermedi che fungono da filtro fra privato e pubblico e con tre diverse forme fanno sì che l'ambiente interno non finisca nel punto in cui vi è la vera propria soglia architettonica, ma si espanda al di fuori con un'estensione dello spazio abitabile.

ABSTRACT

This work comes from the study of the threshold's theme and how this has been dealt with in architecture over time. In its configurations, the threshold can take on different meanings and its symbolic and architectural meaning is explored in the first chapters.

In literature the term threshold has always been linked to the concept of border or interstitial space, often considered as a place of waste; in this paper, the research looks at the theme with an interpretation that, starting from the theme of waste, comes to define the threshold more as a unifying element, since its concept of residual space is fully exploited. The project stems from the recovery and expansion of a former industrial building, in the Aurora district in Turin, whose historical value was maintained by keeping the original facade unchanged and planning the new construction. The project building faces on one side along a busy and fast-flowing street, on the other towards the inner courtyard of the lot to which it is part. Therefore, the building constitutes a delimitation of two areas with different vocations, where the idea of the exterior and interior merges into

the design of the former industrial building, making it a threshold space. The way in which the building plays the role of limes translates into the configuration of two totally dissimilar facades. If on the one hand the north facade is treated with architectural strategies aimed at acoustic comfort, the one facing south plays the role of direct connection towards a more intimate space. The goal is to combine, in a single architectural element - which is the building - two opposite contexts to exacerbate the value of the threshold in the building itself. Through a hierarchical order, three different levels emerged, for which the concept of threshold was developed differently. First of all, the building; secondly, the two sides; finally, the setbacks to the north and the overhangs to the south. The latter are intermediate spaces that act as a filter between private and public and with three different forms ensure that the internal environment does not end at the point where there is the real architectural threshold, but expands outside with an extension of the living space.

01 LA SOGLIA

“Un confine non è mai il limite ove una cosa finisce, ma come già compresero i greci, quel limite da cui una cosa comincia a venire in presenza”.

C. Heidegger

1.1. Etimologia e immagine

In letteratura il concetto di soglia trova diverse accezioni, talvolta anche contrastanti. Le sue interpretazioni, che spaziano dal campo filosofico a quello architettonico, tendono a prendere strade diverse ma pur sempre accomunate da un principio unificatore che trova il suo fondamento nell'etimologia del termine. "Soglia" deriva dal latino solea, termine che raffigura "la pianta del piede, la suola", ovvero quell'elemento direttamente a contatto con il suolo (solea deriva a sua volta da solum, il suolo).

Comunemente l'idea di soglia viene associata al concetto di limite, di confine, ad un qualcosa che delimita e separa; difatti questa separazione non può che avvenire al livello del suolo.

"La soglia invita ad un'azione di transito, di passaggio, l'entrare e l'uscire non solo nel senso fisico-materico, ma nel senso più ampio dell'essere la matrice originaria di ogni pratica umana".¹

¹ Aceti, Enrico, e Galbiati, Marisa. *Abitare la soglia*, a cura di Enrico Aceti. Milano: Tranchida Editori Inchiostro, 1994.

Secondo l'assunzione di Marisa Galbiati, il concetto di soglia si apre ad un pensiero molto più dinamico, svincolato dalla staticità della linea, dell'oggetto, dell'entità fisica. La soglia rappresenta piuttosto anche il momento del cambiamento, quella fase di transizione in cui vengono scandite due istanze temporali e spaziali. È limitativo, secondo l'autrice, ridurre un termine dalle grandiose potenzialità semantiche ad un puro elemento di confine, ad un limes. Esso segna, più che un limite, un'apertura: quella "fessura che sigla l'evento della separazione e al contempo dell'unione".²

Un esempio che ci induce a riflettere sulla molteplicità di significati attribuibili al termine, risale persino alla tradizione romana: al tempo, la soglia era simboleggiata dal Dio Giano bifronte; infatti, lanus deriva dal verbo -ire che vuol dire "andare" o, secondo studi più recenti, il termine lanus, di radice indoeuropea, assume il significato di passaggio.

Giano, con i suoi due volti, incarna l'idea della dualità, raffigurando una qualsiasi apertura che connette due luoghi attraverso un passaggio coperto.

La riflessione appena fatta fa riferimento all'architetto Enrico Aceti, il quale affronta il tema della soglia e con una visione etimologico-filosofica del termine, e con uno sguardo verso l'ambito architettonico.

"L'uso evidentemente spontaneo che di essa facciamo è in genere rivolto ad indicare particolari circostanze spaziali e temporali della nostra esperienza e della percezione delle cose che ci circondano. [...] D'altro canto soglia è ciò che, a vario titolo e in diversi ambiti del sapere, viene considerato un termine idoneo ad

² Ibidem.

esprimere inequivocabilmente stati di fatto correlati a norme. [...] Valore o livello minimo, limite o parte inferiore, punto di stimolo, sono in questo senso alcuni degli aspetti che vanno a caricare la parola soglia di significato".³

La soglia, dunque, può essere o non essere un oggetto materico; essa, con accezione filosofica, indica piuttosto una "possibilità", un mutamento, un transito, per poi sparire nell'immediato (dopo il cambiamento stesso, aprendosi a nuove possibilità). Probabilmente la soglia indica la possibilità al mutamento, ma essa non è il cambiamento stesso.

Il limite, secondo il significato che gli attribuivano gli antichi Greci, non è il punto in cui una cosa finisce, ma è ciò a partire dal quale una cosa inizia la sua essenza.

3 Ibidem.

1.2. Interpretazione architettonica

Riflettendo, adesso, sul concetto di soglia con un'accezione architettonica, si nota che l'elenco dei significati che essa assume in quest'ambito è quasi eccessivo: spazio di transizione, intervallo, sequenza spaziale, muro, strada, ingresso e molti altri.

Potrebbe essere corretto, pertanto, classificare questi innumerevoli significati, attribuibili al termine, in macro-categorie.

In primis, ciò che fisicamente viene in mente parlando di soglia non è altro che la semplice soglia di ingresso ad un appartamento, che rappresenta nella sua materialità quei pochi centimetri valicabili per segnare un passaggio di proprietà, un ingresso da uno spazio pubblico - o semi pubblico - ad uno privato ed intimo. In questo senso, la soglia rappresenta proprio il concetto di limite fisico.

Un altro significato, decisamente più astratto e soggettivo del precedente, è quello che la soglia assume quando si parla di divisione, separazione, limite, confine amministrativo o margine provvisorio. Ed è qui, nell'ambito ad esempio

di un progetto, che l'individuo attribuisce il termine soglia ad un qualunque elemento - fisico o astratto - per rendere l'idea di un distacco, di una delimitazione, di un principio e una fine. A tal proposito si può davvero spaziare con esempi raffigurativi di questo concetto. Basti pensare, in ambito urbanistico, a come si possa definire soglia il segno a terra della linea ferroviaria, che separa un ambito più residenziale da uno marginale. Oppure, può essere identificato come soglia un filare di alberi, che raffigura un distacco o suggerisce un passaggio pedonale. Ancora, il limes può essere un monumento, una facciata, un edificio.

Dunque una soglia può determinare uno spazio urbano, può scandire l'ingresso e l'uscita di un edificio o della singola unità abitativa, o ancora può essere la linea che divide due ambiti territoriali con diversa accessibilità. Quando si parla di confine in architettura, si pensa sempre ad un elemento che fa sì che, chi vi è in prossimità, si trovi o davanti o dietro. Attraversare un confine significa spostarsi da un luogo ad un altro, e questo è quello che un qualsiasi elemento soglia scandisce in maniera netta. Infatti, la sensazione vera e propria dell'attraversamento viene riconosciuta nel momento in cui "c'è contrasto evidente fra atmosfere spaziali".⁴

*"L'architettura della soglia traduce il concetto di limite nel segno di demarcazione tra lo spazio incluso e lo spazio escluso".*⁵

È con questa assunzione che Sergio Crotti sintetizza ciò che è stato esplicitato finora riguardo le diverse sfaccettature del termine in architettura.

4 Boettger, Till. *Threshold Spaces : Transitions in Architecture. Analysis and Design Tools*. Basilea: Birkhäuser, 2014, p.49.

5 Crotti, Sergio. *Figure architettoniche: soglia - Architectural figures: the threshold*. Milano: Unicopli, 2000.

Un esempio su cui si può riflettere riguardo l'interpretazione del concetto è la centuriatio romana: i cardine e decumani, inglobati all'interno del tessuto, sono stati disposti in principio per separare zone in espansione da zone più discontinue, o per unificare ambiti troppo lontani fra loro, formando così dei segni, delle separazioni, ma che in realtà, del concetto di separazione hanno ben poco, in quanto sono risultati straordinariamente utili per le scelte urbanistiche di ere successive, oltre che per vivere la città.

Secondo quanto detto finora, il concetto di soglia potrebbe essere meramente limitato, quando invece la soglia verrà intesa anche dagli architetti come un vero e proprio spazio. Walter Benjamin ha approfondito questa tematica nel suo scritto *Passagen-Werk*.⁶ Citando le sue parole "*La soglia deve essere distinta molto nettamente dal confine [Grenze]. La soglia [Schwelle] è una zona*", è necessario sottolineare che la soglia, nella sua complessità, non rappresenta un limite, anzi per il concetto secondo cui questo elemento distingue due ambienti, definisce uno spazio intermedio, uno spazio che può anche essere considerato come un filtro.

Nel saggio *Sull'intérieur e l'interiorità*, Georges Teyssot riprende quanto scritto da Benjamin:

*"[...] Passaggio e peristilio, pronao e portale, entrata e vestibolo, arco trionfale, pro-fano (Pro-fanus, di fronte al tempio) e sacro (Fanus): queste linee immaginarie e tettoniche sono creatrici non di altrettanti limiti, bensì di un "fra", di uno spazio di mezzo."*⁷

La soglia, dunque, è quello spazio in cui l'interno e l'esterno, il pubblico e il

6 Benjamin, Walter. *Das Passagen-Werk*, Rolf Tiedemann. Frankfurt: Suhrkamp, 1982.

7 Teyssot, Georges. "Soglie e pieghe, *Sull'intérieur e l'interiorità*", Casabella LXIV (2000), p.26.

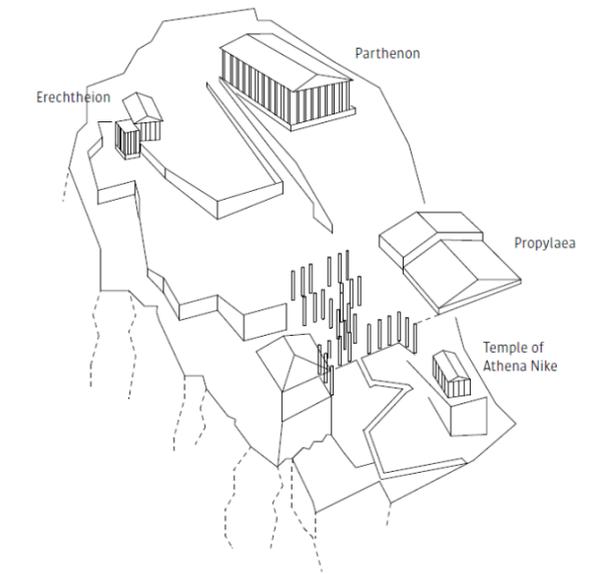
privato si incontrano scandendo due luoghi e determinano una variazione fisica e temporale; è l'elemento che collega due ambiti spaziali contigui, appartenendo simultaneamente ad entrambi.

Provando a pensare alle grandiose architetture dell'antichità, è semplice ritrovarvi sovente il tema della soglia utilizzato con diverse sfaccettature. Si riportano alcuni esempi.

L'ACROPOLI

L'acropoli è particolarmente significativa per questo studio, in quanto essa costituisce un chiaro esempio della relazione spaziale fra esterno e interno.

Situata su una montagna stretta e lunga, ad 80 metri di dislivello rispetto alla città di Atene, la parte sacra della città presenta un unico accesso possibile, attraverso un declino più graduale rispetto agli altri tre lati, molto ripidi. Il Partenone sposta l'attenzione architettonica sulla porzione meridionale del sito; prima di giungervi, all'inizio dell'acropoli vi è un ambiente più raccolto, che crea, appunto, uno "spazio intermedio", in tal caso inteso come soglia, poiché costituisce un distacco netto fra la parte sacra retrostante (il Partenone) e l'ingresso all'acropoli, a sua volta mediato con un filtro, una "porta", raffigurata dai Propilei: essi sono i veri mediatori fra esterno e interno, fra area sacra e città. Infine, prima di giungere ai Propilei, un percorso stretto in salita fornisce un modo per vivere lo spazio nella propria intimità.



Fonte: Boettger, Till. *Threshold Spaces : Transitions in Architecture. Analysis and Design Tools*. Basilea: Birkhäuser, 2014.

Si tratta dunque di una serie di spazi soglia, che in questo caso sono mirati a creare un percorso spirituale per giungere all'area sacra; essi non sono altro che diversi step, piccoli confini che segnano un passaggio per l'individuo sempre più intimo e vicino alla sacralità.

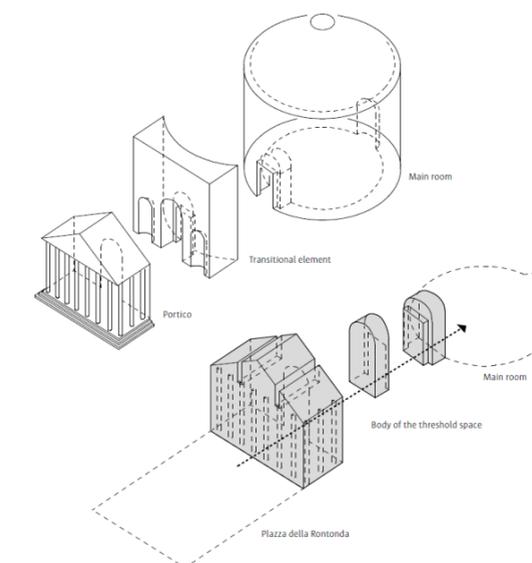


Vista della facciata del Partenone

IL PANTHEON

Caratterizzato da una pianta centrale e simmetrica, anche questa architettura può essere suddivisa in una serie di “passaggi” che delineano lo spazio di transizione, in netto contrasto con il rigore della struttura principale. La transizione è costituita da tre strutture che delimitano lo spazio: il portico, l’elemento di transizione e l’accesso alla stanza principale. Il portico antistante denota l’ingresso all’edificio vero e proprio e con le sue colonne si crea un confine permeabile. Il portico costituisce il vero e proprio spazio di transizione verso l’ambiente interno; il visitatore è portato ad accedervi tramite una grande porta con una profonda soglia in granito, che rallenta l’avvicinamento alla stanza principale.

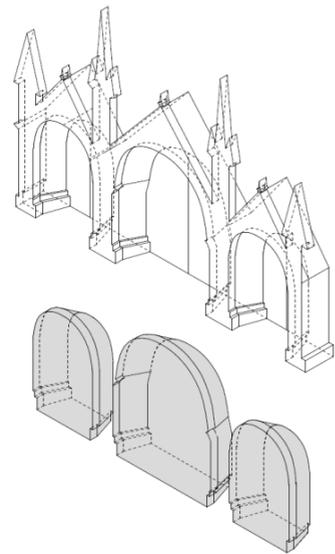
Tutto ciò è stato accuratamente studiato per permettere al fruitore di entrare lentamente all’interno dell’aula centrale, apprezzandone solo alla fine la sua bellezza.



Fonte: Boettger, Till. *Threshold Spaces : Transitions in Architecture. Analysis and Design Tools*. Basilea: Birkhäuser, 2014.

IL PORTALE GOTICO

Il portale gotico prende come riferimento l'arco trionfale romano. Esempi significativi del portale gotico si possono riscontrare negli edifici ecclesiastici. Il portale racchiude, in una "piccola" architettura, i concetti di forma e spazio. Ogni dettaglio di questo elemento architettonico, durante la sua realizzazione, è curato nel minimo dettaglio. Le sculture presenti narrano storie, e sono proprio esse a costituire, insieme alla struttura principale, lo spazio di soglia. Ad esempio, nella cattedrale di Chartres, le storie presenti sul portale gotico vengono vissute attraverso la sequenza con la quale vi si percepiscono visivamente. L'imponenza del portale gotico costituisce un simbolo di accesso riconoscibile da grande distanza. In tal caso, dunque, il concetto di soglia si esprime attraverso il passaggio sotto questa architettura e allo stesso tempo l'accoglienza nell'ambiente immediatamente successivo.



Fonte: Boettger, Till. *Threshold Spaces : Transitions in Architecture. Analysis and Design Tools*. Basilea: Birkhäuser, 2014.

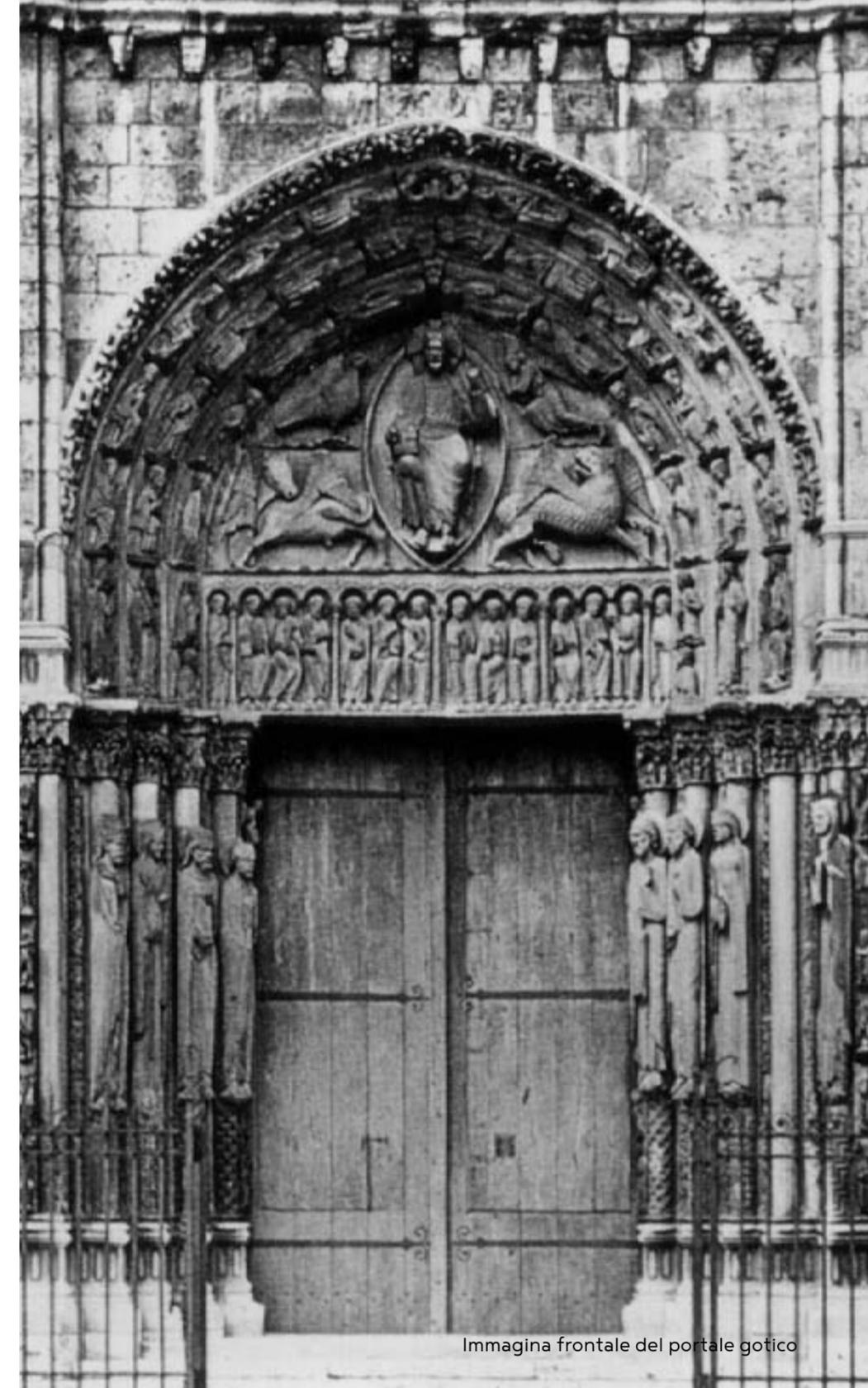


Immagine frontale del portale gotico

02 IL PENSIERO DEL TEAM X E LA SUA EREDITÀ

“Il sentimento della soglia, del passaggio, dell’entrare in uno stato diverso da quello da cui si esce, io l’ho sempre considerato drammatico, nel senso che condensa la relazione che si svolge tra l’essere umano e lo spazio e la svela in tutti i suoi aspetti più sostanziali. L’esperienza spaziale è fatta di continui passaggi da uno stato all’altro e se l’architetto non se ne accorge e non ha capacità di rappresentarli, inevitabilmente approda ad architetture piatte e insignificanti”.

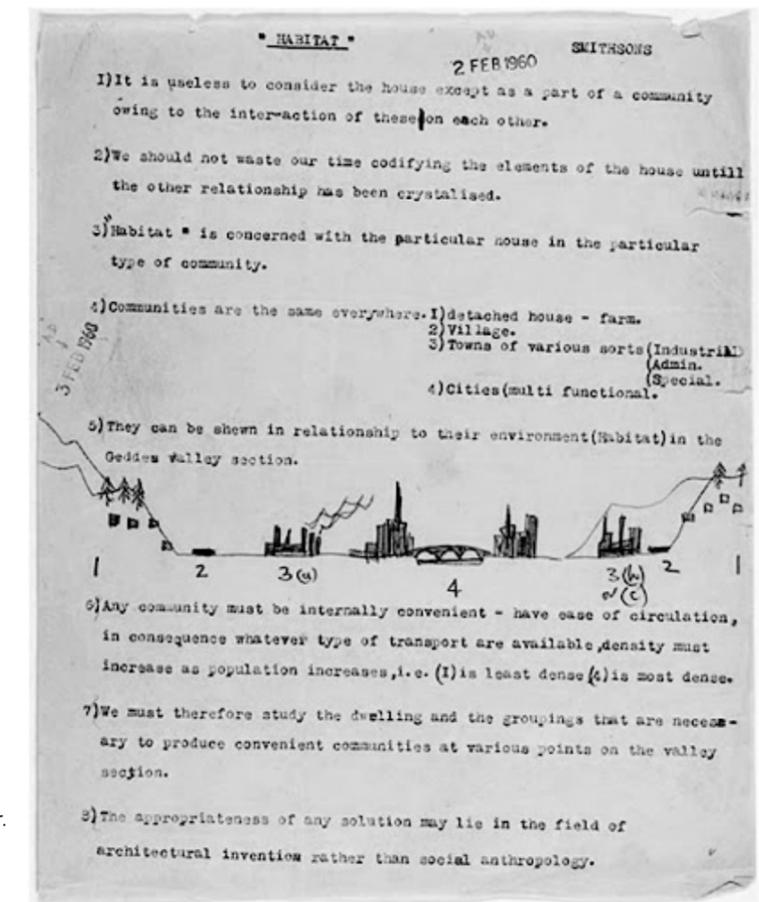
Giancarlo De Carlo

2.1 Il Team X

Per affrontare correttamente il tema della soglia nelle sue differenti accezioni, occorre necessariamente fare riferimento al periodo del Secondo dopoguerra. Già dopo la rivoluzione industriale, lo spostamento dalle campagne alle città determinò un cambiamento causato dall'espansione urbanistica. L'ampliamento delle città e quindi la nascita di nuovi nuclei residenziali fu un problema crescente in quegli anni, ampiamente discusso dagli architetti di quel periodo.

In contrasto con le teorie sostenute dal Movimento Moderno, i cui membri erano legati ad una visione prettamente funzionalista dell'architettura, verso la metà degli anni Cinquanta si fece strada il Team X, costituito da architetti il cui intento era, in primis, osservare e soddisfare le esigenze dell'individuo con un intervento specifico per ogni situazione. La differenza sostanziale tra le due scuole di pensiero era essenzialmente nel modo di concepire l'architettura: i primi, veterani, erano legati alle funzioni di ciascuna parte del costruito, senza interrogarsi troppo riguardo l'adattamento di questo sistema a ciascun contesto. I secondi, giovani progettisti emergenti, iniziavano la progettazione a partire dal

contesto circostante, dando priorità a concetti di flessibilità e identità. Il Team X non era costituito da persone iscritte ad un gruppo, si trattava semplicemente di più architetti che condividevano le stesse idee, che discutevano durante i diversi incontri. I partecipanti erano Alison e Peter Smithson, Aldo Van Eyck, Jacob Berend Bakema, Giancarlo De Carlo, Georges Candilis, Shadrach Woods, ciascuno dei quali in seguito svilupperà una personale visione dell'architettura.



Fonte: Smithson, Alison. *Team 10 primer*. London: The MIT Press, 1968.

“La struttura delle città non dipende solo dalla geometria, ma anche dalle attività che in essa si svolgono. Queste attività sono materializzate e espresse dagli edifici e dagli spazi, dalle strade e le piazze, dall’articolazione dei domini pubblici e privati. In tutti i progetti presentati, la nostra intenzione è consistita nell’organizzare spazi pubblici e privati in un sistema coerente e comprensibile”.¹

I principi condivisi dai membri del Team X sono stati raccolti all’interno di un manifesto, scritto nel 1954 e pubblicato su Team X Primer nel 1968. Il manifesto di Doorn sottolineava i seguenti punti:²

1. Ha senso solo considerare la casa come parte di una comunità. Il risultato dell’interazione tra l’una e l’altra.
2. Non dobbiamo perdere tempo a catalogare gli elementi della nostra casa finché l’altro rapporto non si è cristallizzato.
3. L’“habitat” si occupa della casa privata in un particolare tipo di comunità.
4. Le comunità sono le stesse ovunque.
 - (1) Fattoria isolata
 - (2) Città.
 - (3) Piccole città di vario tipo (industr./admin./ spec.)
5. Questi tipi possono essere visti in relazione al loro ambiente (habitat) nella sezione della Valle di Geddes.
6. Ogni comunità deve essere internamente confortevole – deve avere facilità

¹ Candilis Georges, Josic Alexis, Woods Lebbeus. *Una década de arquitectura y urbanismo*, a cura di Joedicke J. Barcelona: Gustavo Gili, 1968.

² Smithson, Alison. *Team 10 Primer*. London: the MIT Press (seconda edizione), 1974.

di circolazione; di conseguenza, qualunque sia il tipo di trasporto in questione, la sua densità deve crescere al ritmo della popolazione: ad esempio: 1) avrà la densità più bassa, 4) la più alta.

7. Bisogna quindi studiare quali abitazioni e gruppi sono necessari per generare comunità confortevoli in vari punti del tratto vallivo.

8. L’adeguatezza di ogni soluzione va data nel campo della creazione architettonica piuttosto che in quello dell’antropologia sociale.

Nonostante la presenza di un manifesto, all’interno del gruppo non erano mai esistiti dei dogmi fissi e prestabiliti, ma gli architetti condividevano il principio secondo il quale l’architettura si adatta e si modifica a seconda dei contesti in cui si trova.



Otterlo Meeting 1959 organizzato dal Team 10

2.2. Alison e Peter Smithson

Il pensiero degli architetti Alison e Peter Smithson nacque a partire da alcuni ragionamenti riguardanti il modo di vivere e i cambiamenti sociali derivanti dalla Seconda Guerra Mondiale. Le loro idee, come quelle del Team X, si basavano sulla volontà di rispondere nel modo più adeguato ai bisogni della popolazione e quindi di creare architetture che riuscissero a soddisfare al meglio le esigenze della comunità. Tutto ciò si collegava direttamente ad un'attenzione per lo spazio pubblico, come conseguenza di voler creare un nucleo all'interno delle città, uno spazio dove tutto ruotava attorno alla quotidianità e alle attività della comunità. Le fotografie della periferia londinese di Bethnal Green scattate da Nigel Henderson, membro dell'Independent Group (gruppo di artisti, scrittori, pittori e critici al quale parteciparono anche Alison e Peter Smithson) rappresentavano perfettamente quello che gli Smithson volevano comunicare: focalizzare con una foto le attività che venivano svolte in un determinato luogo significa creare dei luoghi in cui non è tanto importante la forma quanto piuttosto l'attività stessa. Con l'obiettivo di creare architetture che favorissero l'interazione sociale, Alison



Nigel Henderson. Fotografia di bambini che giocano a Chisenhale Road, Londra.
Fonte: <https://tate.org.uk>



Scene quotidiane su una street in the sky, Robin Hood Gardens, 1972.
Foto di Sandra Lousada

e Peter Smithson prestarono molta attenzione all'accesso ai diversi spazi. Per loro, infatti, era necessario e fondamentale riuscire a mantenere un rapporto fra unità abitative e ambiente esterno adiacente. Le parole chiave attorno alle quali ruotava il loro pensiero architettonico erano casa, strada e relazione. La strada rappresentava l'emblema della socialità e della vitalità, quel luogo dove si passeggia, si incontrano persone, si chiacchiera, dove i bambini giocano.

A partire da queste considerazioni gli Smithson formularono il loro concetto di strada: *"the streets in the sky"*. Queste strade nell'aria nacquero a partire dall'idea di voler conservare l'identità della strada come luogo della socialità, rendendolo più sicuro dal traffico automobilistico.

Le stesse strade, gremite di gente e cariche di energia, descritte dalle fotografie di Nigel Henderson, venivano alzate rispetto al livello del suolo e portate al livello degli accessi alle case, trasponendo il valore pubblico della strada all'interno della residenza.

"La strada è un'estensione della casa; in essa i bambini imparano per la prima volta il mondo al di fuori della famiglia".³

In questo senso, fu dato rilievo agli spazi condivisi dell'edificio favorendo un legame fra casa e città e creando una vera e propria rete di strade con uno sviluppo verticale.

Oltre al lato simbolico della strada stessa, gli Smithson trasformarono questo elemento in un vero e proprio connotato architettonico, in cui le gerarchie reali

³ Smithson, A., Smithson, P. *Ordinariness and Light: Urban theories 1952-1960*. Londres: The MIT Press, 1970.

trovavano campo anche nel progetto architettonico: strade residenziali e strade principali entravano in gioco nell'edificio, così da creare spazi accessibili a tutti e spazi più privati. Il rapporto fra casa e strada non era altro che la metafora della dicotomia fra pubblico e privato.

Le streets in the sky rappresentavano un modo per creare in senso figurato il ruolo della strada e far sì che l'ideale dello spazio urbano potesse essere traslato anche all'interno dell'isolato. L'innovazione degli architetti consisteva nel fatto di non intendere banalmente queste strade come ballatoi, balconi o meri spazi di accesso, bensì luoghi che potessero ospitare attività commerciali, luoghi in cui avvenivano le relazioni sociali.

L'elemento architettonico ricorrente nella filosofia degli Smithson acquisiva il valore di soglia poiché rappresentava quello spazio intermedio fra il pubblico e il privato, ovvero quello spazio che separa due realtà, ma che nella sua identità riusciva a far sì che questi due mondi coesistessero.

*“L'invenzione di una nuova casa è l'invenzione di un nuovo tipo di strada. Perché la strada alla fine del XIX, all'inizio del XX secolo era dove si trovavano i bambini, e dove la gente parlava e tutto il resto, nonostante il clima fosse contrario. La strada era l'arena della vita. Percepire che l'invenzione di un altro tipo di casa era l'invenzione di un altro tipo di strada, di un'altra arena, o forse non un'arena, non era [...] una questione di dire che la strada deve essere ripresa. Si tratta di pensare a cosa ha fatto la strada e a cosa equivale se non è più necessario, se la strada è morta”.*⁴

4 Colomina, Beatriz. *“Friends of the Future: A Conversation with Peter Smithson”*.

I Robin Hood Garden sintetizzarono in un progetto la ricerca degli Smithson riguardo gli ideali di residenza collettiva, di differenziazione fra pubblico e privato e infine del loro concetto di streets in the sky.

Progettati nel 1966 e realizzati nel 1972 nel quartiere londinese di Tower Hamlets, gli edifici ospitavano 210 alloggi per accogliere circa 700 abitanti.

Il complesso residenziale sorgeva all'interno di un'area molto particolare: circondato da strade trafficate, industrie e non lontano da una zona portuale, presentava problemi legati all'acustica, al vandalismo e alla massiccia presenza delle infrastrutture. A seguito di uno studio dell'area, emerse l'importanza del dover progettare qualcosa che rispondesse in primis a queste problematiche. Così, chiudendo i due blocchi dell'edificio si progettò uno spazio protetto, calmo e silenzioso, una stress-free zone.

*“Il tema di Robin Hood Gardens è la protezione per raggiungere un centro calmo, le pressioni del mondo esterno sono trattenute dagli edifici e dai lavori esterni”.*⁵

Gli edifici, paralleli alle strade trafficate, creavano una barriera per definire un interno dove il concetto di protezione e comfort delle abitazioni veniva ampliato e agevolato.

Come in altri progetti di Alison e Peter Smithson, nei Robin Hood Gardens erano presenti le strade nell'aria come elementi di passaggio e ancora come spazi di relazione. Ogni tre piani vi era una strada che consentiva l'accesso alle abitazioni, larga circa 2 metri, lunga tanto quanto l'edificio e più ampia in corrispondenza

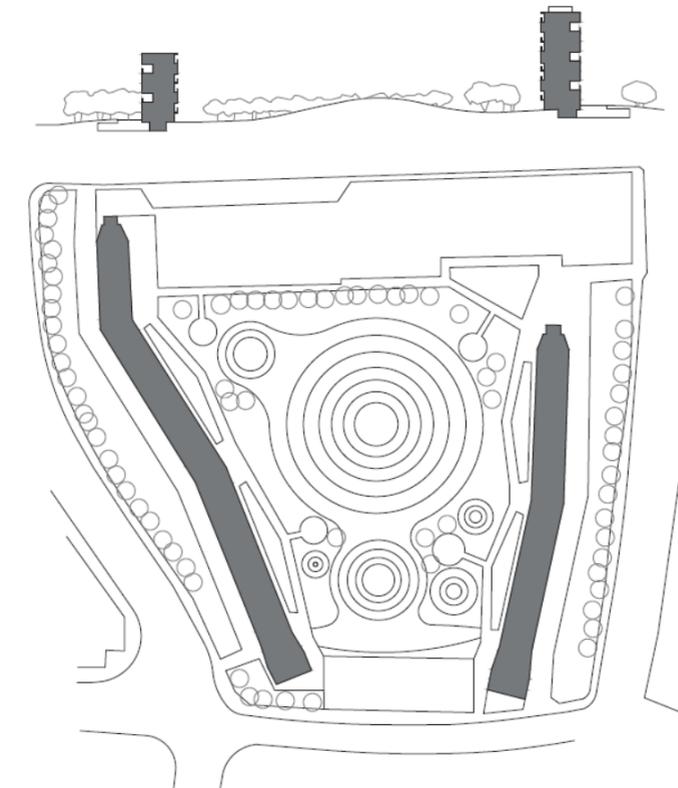
5 Smithson, A., Smithson, P. *The charged void: architecture*. New York: The Monacelli Press, 2001.



Vista dei Robin Hood Gardens.

degli ingressi agli alloggi. La scissione netta fra pubblico e privato veniva abbandonata: le mura della casa si aprivano verso l'esterno e trovavano un luogo a metà fra la città e l'intimità di un alloggio.

Il giardino interno e le streets in the sky dei Robin Hood Gardens esprimevano il significato simbolico che gli Smithson attribuivano al concetto di soglia. Entrambi, in due modi diversi concepiti come spazio intermedio, raffiguravano la sottile linea di distacco e unione fra la dimensione pubblica della città e quella privata della casa.



Planimetria e sezione del lotto.

Fonte: Romagnoli, Emiliano. *"Alison e Peter Smithson - Robin Hood Gardens a Londra"*. Firenze Architettura 1&2 (2020): pp. 250-257. Firenze University Press.

2.3. Aldo Van Eyck

Uno tra i membri più attivi del Team X fu Aldo Van Eyck, il cui pensiero era focalizzato su come l'architettura potesse essere più funzionale: non bisognava limitarsi a concepire un edificio come una somma di materiali e funzioni, ma come un mezzo che semplificasse le attività umane e inducesse ad una maggiore interazione sociale. A partire da qui nasceva il concetto dell'"*in-between*", definito come lo spazio tra le cose, lo spazio intermedio. Esso si configurava come lo spazio della soglia, vale a dire una zona intermedia posta centralmente rispetto a due ambiti spaziali differenti, che sono resi comunicanti così da crearne un'interazione.

Pertanto, era fondamentale considerare ciò che si trovava da entrambe le parti di ciascun elemento, capire come relazionare i due ambiti, e in seguito fornire un terreno comune nel quale entità fortemente contrastanti potessero diventare fenomeni gemelli.

Lo spazio della soglia, dunque, era concepito come luogo di relazioni interumane. Riprendendo alcuni concetti filosofici, Aldo Van Eyck appoggiava la teoria secondo cui, così come l'uomo è stato creato ad immagine e somiglianza di Dio, allo stesso

modo lo spazio è creato ad immagine dell'uomo; e così anche per l'architettura, a partire da una scala tecnologica fino ad arrivare a quella antropologica.

L'architettura secondo l'architetto si doveva sviluppare come un fenomeno duale, che mette in relazione gli opposti, e interiorizza attraverso la sua stessa forma i soggetti che vi si muovono e la vivono.

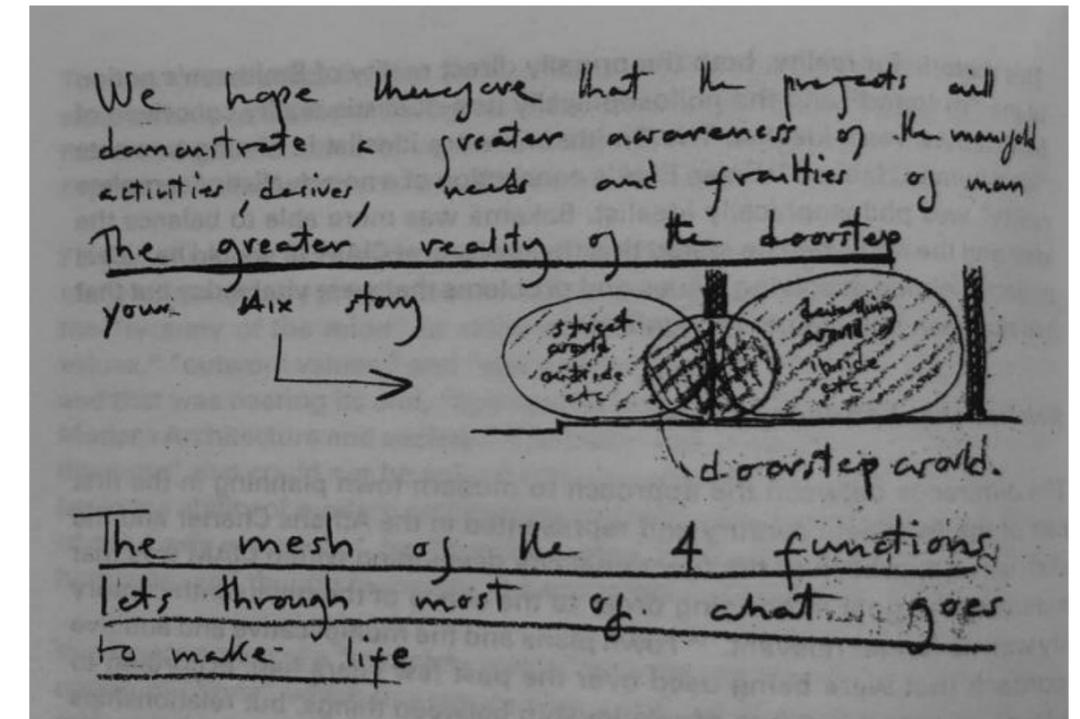


Diagramma del concetto di soglia di Aldo Van Eyck, 1953.

Fonte: Pedret, Annie. *Team 10: an archival history*. London; New York: Routledge, 2013.



Immagine dei Playgrounds.

A questa concezione duale degli spazi intermedi, si affiancava la filosofia secondo cui una città era costituita da tanti frammenti, i quali creavano possibilità relazionali attraverso l'intermedio (in-betweening). Il risultato di questo concetto filosofico-architettonico si configurava nei Playgrounds, nati a seguito dell'incarico che Van Eyck (come altri architetti partecipanti ai CIAM) ebbe dalla municipalità di Amsterdam per il risanamento e la ricostruzione della città a seguito dei bombardamenti subiti durante la Seconda Guerra Mondiale.

Queste aree ludiche per bambini, diffuse a macchia per tutta la città olandese, erano molto significative dal punto di vista urbanistico. L'aspetto forse più interessante di questi spazi per il gioco era l'inclusione e dell'architettura e dell'urbanistica: erano stati progettati e realizzati in "spazi di scarto" e "spazi minori", quindi in luoghi della città abbandonati e in disuso. Nonostante si trattasse di interventi molto puntuali e sparsi ovunque per Amsterdam, essi erano stati concepiti come una tipologia, con materiali ricorrenti (come il calcestruzzo che costituiva elementi geometrici disposti in questi spazi oppure il metallo adoperato per realizzare sculture varie che stimolassero la fantasia all'uso dei bambini).

Ad esempio, un oggetto emblematico era la volta in acciaio, che a seconda delle interpretazioni poteva essere un tunnel, un percorso o un ponte.

Il concetto alla base dei Playgrounds, principalmente, era uno spazio ri-abitato in cui si creava socialità e relazione: non importava la presenza di grandiose architetture, perché forme e volumi semplici dovevano stimolare la creatività e rendere un luogo povero e caduto in disuso, nuovamente fruibile e ricettacolo di

una ricchezza di idee e immagini soggettive; il progetto era il mezzo per stimolare tutto ciò. Creare uno spazio ambiguo e interpretabile da ciascuno era il miglior modo per concepire l'architettura: niente di prefissato o funzionale, ma fruibile da ciascun individuo così come egli stesso lo riteneva più appropriato. Non vi erano limiti o recinti di questo spazio, perché spettava a ciascuno dei fruitori crearli. In sintesi, Aldo Van Eyck concepiva con il concetto di soglia uno spazio residuale; in particolare riteneva che questo fosse molto più ricco di potenziale rispetto ad un volume pieno. Tali spazi vuoti da lui convertiti in Playgrounds erano ambiti in grado di stimolare l'interazione tra gli individui a livello sociale. Secondo l'architetto, tutti gli spazi tra gli edifici dovevano essere concepiti come spazi giocabili e giocosi.



Immagine dei Playgrounds.

2.4. Giancarlo De Carlo

Il pensiero di Giancarlo De Carlo nasceva da alcune riflessioni riguardanti il ruolo dell'individuo e il suo rapporto con l'architettura. Nel suo scritto, "L'architettura della partecipazione", veniva messo in evidenza quanto la figura dell'uomo fosse determinante per le scelte architettoniche e quanto l'architettura non fosse assoggettata soltanto ai concetti di uso e funzione, ma quanto questa fosse strettamente legata alle attività umane e alla risoluzione dei problemi di vita quotidiana. Egli parlava di un processo partecipativo in cui il parere di chi viveva lo spazio progettato dall'architetto risultava essere dominante nelle tre fasi definite da De Carlo: "la definizione del problema, l'elaborazione della soluzione e la valutazione dei risultati."

Tutto quello che prima aveva un rigore, un ordine, una forma assolutizzata e universale, veniva qui messo in discussione a favore di un qualcosa che si modulava in base alle esigenze della società. De Carlo non aveva un parametro, né tantomeno un elemento identificativo che si ripeteva nei suoi progetti. L'architetto infatti sosteneva "Il disordine non si progetta", ma emerge a seguito di un processo in

cui la partecipazione è lo strumento con il quale gli utenti definiranno la loro idea di ordine.



L'architettura partecipata di Giancarlo De Carlo

“Infatti l’architettura è per definizione un ‘attività che mette ordine. Da Vitruvio ai nostri giorni non è esistito trattato, programma o progetto che non abbia riconfermato all’architettura questo ruolo. Eppure, è facile per chiunque verificare che un sistema fisico è tanto più vitale quanto più numerose sono le informazioni che occorrono per descriverlo; cioè, quanto più alto è il suo livello di entropia; cioè quanto più avanzato è il suo livello di disordine”.⁶

Affrontando così il tema della progettazione architettonica e urbanistica e discostandosi dal pensiero del Movimento Moderno e dalla rigidità delle sue schematizzazioni, l’architetto parlava di concetti di flessibilità, adattabilità e diversità. Dal momento che ogni contesto differiva dall’altro e che in ogni situazione vi erano esigenze diverse, non poteva esistere uno schema unico e ripetibile, ma era il rapporto pubblico-privato e individuo-collettività che generava indirettamente e in maniera spontanea le impronte di ciascun progetto.

In virtù di questi ragionamenti e dei concetti condivisi anche con il Team X riguardo l’idea di luoghi progettati per assecondare le relazioni della società, Giancarlo De Carlo in ogni suo progetto, pensò a degli spazi intermedi, quei luoghi di passaggio e di divisione/unione, ognuno dei quali, come detto sopra, differiva da progetto a progetto.

Gli spazi erano fatti di un susseguirsi di ambienti aperti e chiusi, pubblici e privati, pieni e vuoti, una molteplicità di elementi che generava a sua volta lo spazio intermedio stesso.

Uno degli esempi emblematici che racchiude il pensiero di Giancarlo De Carlo è il

⁶ De Carlo, Giancarlo. *L’architettura della partecipazione*. Macerata: Quodlibet, 2013.



Vista del villaggio Matteotti a Terni

villaggio Matteotti a Terni.

Realizzato nel 1975 per sostituire il precedente villaggio operaio Cesare Balbo, il complesso doveva ospitare 840 alloggi che non furono mai completati poiché l'intervento fu interrotto dopo la costruzione del primo lotto. Ciò che invece fu edificato si compone di quattro corpi di fabbrica di tre piani fuori terra ciascuno e di un quinto blocco, di quattro piani. Per assecondare la volontà della comunità di avere spazi verdi pubblici e privati, aree dedicate allo socialità e luoghi che dividessero il traffico pedonale da quello veicolare, in tutto il complesso si ripetono alcuni elementi architettonici progettati accuratamente per rispondere ad ogni esigenza. Le differenti altimetrie furono risolte attraverso passerelle pedonali, che corrono ortogonalmente e diagonalmente rispetto alle strade, come strumento di collegamento esterno ma anche come accesso ai diversi alloggi. Ogni edificio presenta una sezione con diverse quote, in modo da creare terrazze comuni e giardini pensili di pertinenza di ciascun alloggio.

Le passerelle e i giardini del villaggio Matteotti rappresentano gli elementi che De Carlo aveva assegnato all'idea di spazio intermedio. Sovrapponendosi allo spazio costruito, essi costituiscono un raccordo fra esterno e interno, con un susseguirsi di spazi pieni e vuoti talmente legati fra di loro da non permettere di individuare il punto di separazione fra le due diverse realtà. La suddivisione fra spazio esterno e spazio interno non viene concepita in modo netto ma viene progettata attraverso uno spazio soglia che rende il loro collegamento quasi impercettibile.



Vista del villaggio Matteotti a Terni

2.5. Dopo il Team X

Herman Hertzberger improntò la sua idea di architettura secondo i principi condivisi dal Team X (pur non essendo mai entrato a farne parte) definendosi ugualmente “un prodotto del Team X”. Nel 1959 entrò a far parte della redazione di “Forum” rivista guidata da Aldo van Eyck e Jacob Bakema. In particolar modo fu proprio Van Eyck che influenzò e fu un riferimento fondamentale per Hertzberger; il progetto per la scuola di Nagele del 1955, infatti, fu il punto di partenza per la progettazione della scuola di Delft. L'attenzione rivolta per il disegno della zona intermedia tra l'aula (spazio privato) e la hall comune (spazio pubblico) mostrava una continuità di pensiero rispetto ai concetti sopra affrontati. Per l'architetto, il concetto di soglia si rifletteva nell'ingresso della scuola, luogo di relazione e socializzazione fra studenti e genitori.

“La soglia costituisce la chiave della transizione e della connessione fra aree con differenti vocazioni territoriali e, come in luogo in sé, costituisce essenzialmente la condizione spaziale per l'incontro e il dialogo fra aree di ordine diverso. Il valore

*di questo concetto è esplicitato particolarmente nella soglia per excellence: l'ingresso di casa. In essa si incontrano e si riconciliano la strada, da un lato, e il dominio privato, dall'altro”.*⁷

Un esempio fondamentale di progetto architettonico come traduzione del concetto di in-between, con un'interpretazione del tutto personale, era quello realizzato da Bernard Tschumi nel Fresnoy Art Center di Tourcoing. Si trattava di uno studio nazionale per arti contemporanee, situato in Francia; esso accoglie un mix di funzioni: laboratorio d'arte sperimentale, centro di produzione multimediale, scuola, cinema, spazio espositivo e performativo. In questo progetto lo spazio intermedio è un *entre-deux* che si viene a creare dalla sovrapposizione di una copertura metallica realizzata ex novo al di sopra di una serie di volumi preesistenti, risalenti agli anni 20; ciò che ne risulta è uno spazio residuale, utilizzato nei modi più disparati, come per accogliere elementi impiantistici, rampe, la stessa struttura metallica sovrastante gli edifici ma soprattutto come spazio vivibile - attraverso piattaforme e passerelle - nel quale gli artisti trovano il proprio rifugio. In tal caso, dunque, il concetto dello spazio intermedio è ancora diverso, in quanto è uno spazio di risulta tra due elementi che sono stati sovrapposti, ma non resta inutilizzato, anzi il suo volume è colmato con diversi elementi e funzioni, acquisendo la propria materialità. Ne risulta una stratificazione di architetture cronologicamente distanti, poste al di sotto di un'unica struttura.

Volendo analizzare il tema della soglia nel decennio attuale, può risultare utile menzionare Alan Berger, docente di architettura del paesaggio presso il MIT. Egli

⁷ Hertzberger, Herman. *Lezioni di architettura*, a cura di Michele Furnari. Bari: Laterza, 1996.

affronta il tema degli spazi intermedi leggendoli in un'ottica completamente diversa. Fondatore del laboratorio P-REX del MIT, egli si occupa di problemi ambientali causati dall'urbanizzazione, tra cui progettazione, bonifica e riutilizzo di paesaggi "rifiuti" in diverse parti del mondo. Egli concepisce i luoghi "in-between" definendoli dei "drosscape", spazi instabili o in sospensione, nati a seguito del repentino sviluppo delle città contemporanee e dunque considerati come "spazi di scarto". Tale riflessione deriva dall'osservazione del fenomeno di sviluppo delle città negli Stati Uniti: questi spazi liminali sono nati a seguito di due processi, o quello appena citato o come conseguenza della dismissione di aree industriali non più produttive economicamente. Pertanto, si tratta di aree del tutto disarticolate, come ad esempio parcheggi di ampia estensione, piuttosto che terreni inutilizzati o discariche di rifiuti, o ancora lotti non edificabili, tutti spazi considerati come un avanzo, uno scarto. Essi sorgono spontaneamente al di fuori di ogni strategia urbana e pertanto sono distribuiti in maniera casuale rispetto al tessuto urbano. Si tratta, in sintesi, di spazi di margine che seguono processi di trasformazione ed aumentano in numero con il processo metabolico di ogni città.



Vista interna del Fresno Art Center

03 LA DICOTOMIA FRA INTERNO ED ESTERNO

“Una soglia non può che essere attraversata [...] designa contemporaneamente la prossimità e la distanza, la similarità e la differenza, l’interiorità e l’esteriorità [...] un qualcosa che si trova contemporaneamente da una parte e dall’altra della frontiera che separa l’interno dall’esterno: essa è anche la frontiera stessa, lo schermo che costituisce la membrana permeabile tra il dentro e il fuori. Essa li confonde lasciando entrare l’esterno e uscire l’interno, separandoli e unendoli”.

Gérard Genette

A partire dai concetti enunciati da Gio Ponti nell'editoriale Domus riguardo la sua concezione della casa all'italiana, si percepisce l'idea della contaminazione dello spazio esterno all'interno degli spazi abitati. La presenza di grandi superfici vetrate che fanno sì che l'interno sia messo in comunicazione con l'esterno era una grande caratteristica di cui l'architetto ha abbondantemente parlato. Ad oggi le condizioni culturali e sociologiche hanno fatto sì che tutto questo venisse ancor di più accentuato e la necessità di spazi che vanno oltre la semplice unità abitativa, risultano essere di primaria necessità. Termini come apertura e contatto sono ad oggi molto diffusi nel concetto di qualità abitativa dove il rapporto con l'esterno è elemento necessario.

In termini di flessibilità tutti gli elementi architettonici che prendono piede in questo senso risultano essere degli spazi interstiziali, infatti, secondo Teyssot: *"L'abitante non è destinato all'esterno bensì a trovarsi una casa, casa che non è un interno, più di quanto non sia un esterno"*.¹

In architettura ogni elemento costruito delinea uno spazio che può essere interpretabile nella sua composizione come chiuso o aperto. Lo spazio è dunque definito da una linea e qualsiasi architettura ne rappresenta un limite.

A partire da questo concetto ampiamente analizzato nei capitoli precedenti, si esplicita l'idea dell'edificio come separazione tra due ambiti. Gli ambiti, a loro volta, possono apparire omogenei tra loro o nettamente distinguibili, sia per morfologia sia per estetica.

1 Teyssot, Georges. *"Soglie e pieghe, Sull' intérieur e l'interiorità"*, Casabella LXIV (2000), p.34.

"Costruire, infatti, vuol dire essenzialmente segnare una porzione di territorio assegnandogli un ruolo particolare. È il limite che fa nascere l'interno e l'esterno. [...] Le soglie sono il mezzo per materializzare il rapporto che la facciata intrattiene con l'ambiente".²

Si assume che grazie agli elementi costruiti riusciamo ad attribuire ad ogni spazio il suo ruolo, poiché attraverso i volumi ne delimitiamo i confini.

"Per quanto importante sia lo spazio, esso non può essere percepito in quanto tale, ma solo attraverso la sua delimitazione. Sono proprio gli edifici che lo delimitano con le loro superfici che lo rendono presente, che gli conferiscono la sua definizione volumetrica, la sua forma e la sua particolare atmosfera".³

2 Boschi, Antonello. *Fenomenologia della facciata. Percorsi interpretativi e letture evolutive itinerari compositivi*. Milano: Franco Angeli, 2010, p. 31.

3 Ibidem.

3.1 La facciata

L'elemento che per eccellenza esprime la dicotomia fra esterno e interno in un edificio è la facciata. Essa non si limita ad essere solo una superficie verticale, ma diventa un vero e proprio spazio architettonico che non appartiene solo all'interno o solo all'esterno, ma ad entrambi.

*“La facciata rappresenta il luogo di incontro tra l'interno e l'esterno dello spazio architettonico e, contemporaneamente anche il luogo di incontro fra architettura e città. Sulla superficie che separa l'interno dall'esterno si esprimono le ragioni dell'uno (la tipologia, la distribuzione interna, la sezione) e dell'altro (il carattere dell'edificio, la sua destinazione d'uso, il suo ruolo urbano). [...] Il progetto della facciata è un'arte della soglia: un'arte della riutilizzazione delle transizioni, della perfetta taratura del rapporto tra le due sfere dello spazio rispetto alle pratiche e alle condizioni della convivenza delle persone le une accanto alle altre in uno spazio limitato”.*⁴

⁴ Neumeyer, Fritz. *Cos'è una facciata? Imparare da Alberti*, a cura di Silvia Malcovati. Varese: Libreria Cortina, 2015, p. 9.

L'involucro esterno dell'edificio è ciò che permette di percepire dall'esterno ciò che avviene all'interno e viceversa, ciò che rivela il volto di una città, dalla sua storia alla sua cultura.

Riportando la definizione di facciata riportata sull' *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts ed des métiers di Diderot e D'Alembert*:

*“Facciata: il frontespizio o la struttura esterna di un edificio. [...] È dalla decorazione della facciata di un edificio, che si deve giudicare la sua importanza, la ragione per cui è stato costruito e la condizione del suo proprietario; è attraverso la sua articolazione che si manifesta la capacità di un architetto, e che le persone intelligenti lo giudicano dalla relazione che egli ha saputo definire tra la distribuzione interna e quella esterna e dal rapporto di queste due parti con la solidità. Si può dire che la facciata sia per un edificio ciò che la fisionomia è per il corpo umano: questa rispecchia le qualità dell'animo, quella consente di giudicare l'interno di un edificio”.*⁵

La facciata diviene quel luogo dove si esprimono le relazioni fra interno ed esterno, pubblico e privato: “[...] *Lo spazio inabitato fra il regno domestico e quello urbano*”.⁶

La facciata è quell'elemento architettonico che sin dai tempi più remoti ha rivestito un ruolo di estrema importanza, pur non mantenendosi costante nelle

⁵ Blondel, Jacques Francois, “Facade”, in *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts ed des métiers*, a cura di D.Diderot e J.B. D'Alembert, Paris 1751-1765, vol. VI, p.355; nel testo originale tedesco citato da Oechslin in *Daidalos*, 6/1682.

⁶ Martinelli, Patrizio. *Inside the facade: the inhabited space between domestic and urban realms*. *Journal of Interior Design* (2019), 55-75.

diverse epoche. Una serie di architetture rinomate sovviene alla memoria per comprendere come il ruolo della facciata sia cambiato drasticamente, non tanto per i fattori che si considerano nel realizzarla, quanto piuttosto per il valore intrinseco e l'importanza che vi si attribuisce.

La facciata con tutti i suoi elementi architettonici (balconi, logge, verande) rappresenta il modo per mettere in contatto l'unità abitativa con l'esterno dando qualità architettonica, ma anche condizioni di comfort dovute all'illuminazione e alla ventilazione naturale.

TEMPIO GRECO

Si tratta di un'architettura dal valore artistico inestimabile, segnando profondamente quelli che sono, ancora oggi, i dettami fondamentali della progettazione. La sua facciata principale era esposta sempre ad est. Il concetto principale risiedente nella facciata era, innanzitutto, il rispetto delle proporzioni: ogni elemento doveva essere in armonia con gli altri, e tutti dovevano partire da un unico modulo di base. Costituita da basamento, colonne e trabeazione, la facciata del tempio greco costituiva un "passaggio" più che un confine vero e proprio: essa segnava la transizione da un luogo accessibile a chiunque ad un luogo sacro circoscritto. Concretamente, essa era una facciata aperta, cioè non c'erano spesse murature che proteggessero da un ambiente interno riscaldato o concetti simili, quanto rendessero l'idea di un ingresso alla sacralità, che effettivamente risiedeva nella cella e non nel peristilio, elemento che fungeva da accoglienza per i fedeli che vi si fermavano perché a loro non era concesso l'ingresso nella cella. Tutto ciò costituiva un rito: la facciata stessa, pertanto, era

parte integrante di questo rito sacro. Il tutto era una celebrazione della sacralità, e l'imponenza spaziale dei templi greci nel loro complesso stava proprio a significare l'avvicinamento al mondo degli dei, al quale ambivano gli umani. In questo caso, siamo in un concetto di facciata del tutto differente rispetto a quello che vedremo nei secoli a venire: si verifica quasi un annullamento di interno ed esterno, attraverso l'imponente colonnato aperto e penetrabile.



Vista del tempio greco di Agrigento.

PALAZZO RUCELLAI

Nell'ambito dell'architettura fiorentina del Rinascimento, Palazzo Rucellai incarna un modello simbolico, non solo per la sua ispirazione classica ma anche per l'ideale di palazzo realizzato come un'autocelebrazione del potere politico delle famiglie signorili che regnano nelle città più fiorenti d'Italia.

*"Nei palazzi del Rinascimento la facciata diviene il luogo della rappresentazione dell'interno domestico verso l'esterno urbano e al tempo stesso della proiezione della città nella casa".*⁷

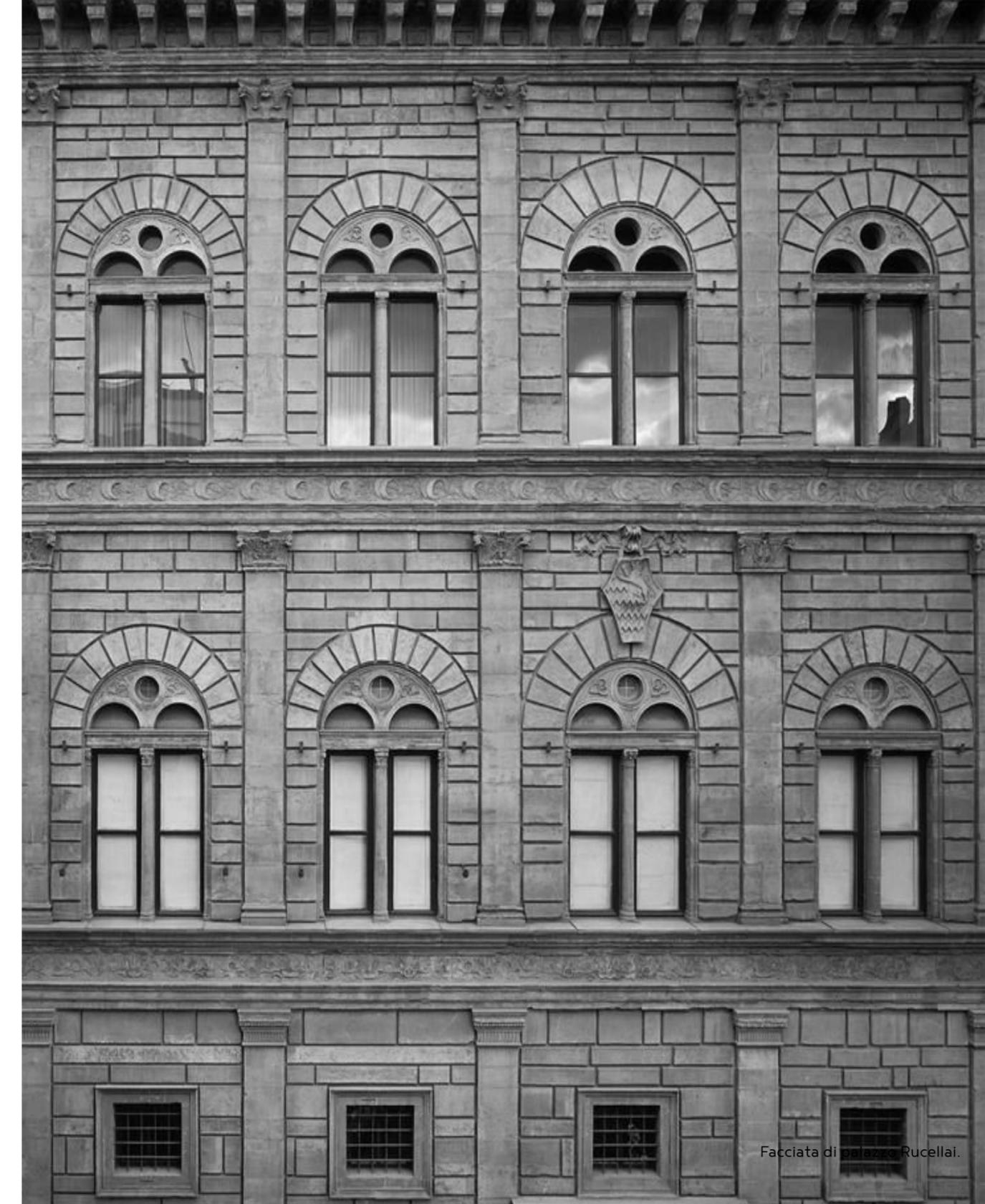
Simboli, forme e scelte architettoniche sono tutti mezzi per palesare, a chiunque passasse davanti, chi deteneva il controllo della città; Leon Battista Alberti ha infatti assecondato al meglio le richieste del committente, Giovanni Rucellai, in un'architettura signorile che riprende i canoni classici. Si tratta di una "facciata-immagine"⁸, che nella sua composizione e nei suoi ornamenti suggerisce il potere e il prestigio di una nobile famiglia fiorentina.

*"Possiamo pur parlare di un palazzo in forma di città, con la magnificenza che quasi diviene spreco pur di rappresentare la potenza privata all'interno della sfera pubblica cittadina. Le facciate non esprimono più la volontà stilistica della civitas, ma il dono dei signori all'urbs. L'attenzione posta alla facciata testimonia l'evoluzione di quel senso del decoro urbano, di quelle miglorie già avviate nel medioevo [...]".*⁹

⁷ Neumeyer, Fritz. *Cos'è una facciata? Imparare da Alberti*, a cura di Silvia Malcovati. Varese: Libreria Cortina, 2015, p. 13.

⁸ Bracciali, Simonetta, Succi, Carlo. "Palazzo Rucellai: restauro come atto conoscitivo". *Bollettino Ingegneri* (2004), 3-22.

⁹ Boschi, Antonello. *Fenomenologia della facciata. Percorsi interpretativi e letture evolutive itinerari compositivi*. Milano: Franco Angeli, 2010, p. 128-129.



Facciata di Palazzo Rucellai.



Facciata di palazzo Rucellai.

La principale peculiarità della facciata di Palazzo Rucellai, che rappresenta poi la maestosità di Alberti, è l'idea di voler riproporre delle forme classiche in un'architettura del Quattrocento.

Ciò che emerge in primo luogo è la sovrapposizione degli ordini architettonici ai diversi piani, evidenti nelle paraste, i quali non si rifanno pedissequamente ai tre ordini classici, ma vanno a scansionare i piani dell'edificio. All'interno di un sistema di *columnae quadrangolae*, che sorreggono una trabeazione piuttosto scarna di decorazioni, è messo in risalto il simbolo araldico della famiglia Rucellai. La facciata, per il resto, è costituita da bifore in sequenza, e la porzione opaca è trattata con un bugnato liscio. Espediente tipico di quel periodo risiede nel piano terra: un importante oggetto, poco più alto del piano terra, funge da seduta per i passanti. L'obiettivo è promuovere l'accoglienza, ma si tratta di un'accoglienza controllata: infatti, le finestre del primo piano fuori terra sono molto più piccole e alte rispetto al livello della strada, e non hanno l'aspetto delle altre bifore; si tratta di feritoie munite di inferriate, così da evitare ogni eventuale violazione.

Si può dunque desumere che, nonostante i disegni in facciata riprendano l'architettura antica, non vuol dire che essa risponda allo stesso modo delle precedenti architetture: si tratta solo di un riferimento stilistico, poiché, come è evidente, la funzione cambia completamente, e, in tal caso, l'obiettivo è l'esplicazione del potere signorile attraverso un edificio, e più specificamente, un prospetto.

CENTRE POMPIDOU

Un tipo di facciata completamente innovativo risiede nel Centre Pompidou a Parigi realizzato da Renzo Piano e Richard Rogers tra il 1971 e il 1977. Esso racchiude nei suoi prospetti, un chiaro riferimento all'high-tech, con elementi esposti in facciata, quali controventi, condotte, corridoi, scale tagliafuoco, scale mobili, ascensori e colonne. Inoltre, l'elemento parlante del prospetto sono i colori, ciascuno raffigurante una funzione: il rosso rappresenta i flussi verticali, il verde il passaggio d'acqua, l'azzurro i condotti d'areazione, il giallo gli impianti elettrici. Trattandosi di una scelta formale innovativa, il centro fu oggetto di svariate critiche e polemiche, tra cui, ad esempio, la difficile manutenzione di tutti quegli elementi esposti agli agenti atmosferici.

Non mancarono, però, elogi e giudizi più che positivi in quanto questo manufatto costituisce un sistema ornamentale che ha un concetto diametralmente opposto rispetto a quelli precedentemente discussi; in questo edificio, e particolarmente nella facciata, c'è un chiaro riferimento ai concetti di "apertura e pluralismo sociale".¹⁰

Il centro, costituito da un museo, biblioteca, un centro di design e un centro di ricerca musicale e acustica, riflette perfettamente l'euforia tecnologica della società occidentale di quegli anni. Si tratta di un vero e proprio "edificio a rovescio", poiché tutti gli elementi che negli edifici ordinari sono interni e più latenti, in questa occasione sono messi in evidenza come gli elementi principali che designano questo monumento. Inoltre, trattandosi di un edificio concettualmente e architettonicamente innovativo, si è compiuto un passo in più alzandolo di più piani rispetto allo skyline parigino in cui l'edificio è ubicato: la sua

spiccata presenza è intenzionale poiché costituisce un taglio sia nella visione del concetto di costruire, sia nell'idea di rigore della capitale francese.

La facciata, pertanto, non è altro che il mezzo di espressione di tutto ciò che il Centre Pompidou vuole comunicare ai passanti e ai suoi fruitori: innovazione, fermento tecnologico, ribaltamento dei concetti ordinari, trasparenza della forma della struttura.



Facciata di Centre Pompidou.



¹⁰ Curtis, William J.R. *L'architettura moderna dal 1900*. London: Phaidon, 1996, p. 600.





Cos'è che collega, allora, il concetto di facciata con il termine soglia? La linea che divide i due concetti è molto sottile; la facciata, riflettendoci, non è altro che una soglia: essa può fungere da netta separazione tra due spazi, o costituire un elemento di transizione/passaggio, o collegare -fisicamente o metaforicamente- due ambiti. La facciata è una vera e propria soglia, un margine, un limes che consente di separare spazi intimi da spazi pubblici, o ambiti diversi.

Oggi, più che mai, la facciata assume un ruolo fondamentale soprattutto dal punto di vista tecnologico. Si parla di facciate innovative poiché, a seguito degli studi fatti del tempo, si cerca sempre più di utilizzare la facciata come filtro per lo spazio esterno, filtro in tal caso inteso a livello di prestazioni energetiche di un edificio. Queste, infatti, dipendono moltissimo dall'involucro esterno da cui l'edificio è composto: non si bada più unicamente alla facciata principale, protagonista indiscussa nei secoli, ma di ogni lato del nostro volume architettonico. La tendenza attuale è quella di garantire, con la commistione di estetica e scelte tecnologiche, il comfort interno migliore. È fondamentale progettare ogni singolo elemento che compone la facciata: essa non è più costituita da spessissime murature e pochi serramenti, ma è composta da diversi centimetri di strati, ciascuno dei quali è studiato per rispondere ad una determinata esigenza. Con la parola "comfort" si intende in primis un comfort termico, ma anche (e non da meno) il comfort acustico che è strettamente necessario progettare in determinate circostanze. Così come la facciata può essere intesa nella sua stratigrafia in termini di "spessori", la si può anche concepire per piani e funzioni.

3.2.1 Elementi soglia che costituiscono la facciata

IL PIANO TERRA COME SPAZIO FILTRO

Partendo dall'assunzione precedente, si può riflettere su come i diversi piani possono articolare una facciata, e nello specifico come questi entrano in relazione con la soglia.

Se precedentemente si è fatto riferimento al fatto che la facciata non è altro che una soglia, adesso bisogna definire in che termini avviene ciò. I diversi piani che definiscono una facciata assumono, a seconda delle scelte del progettista, funzioni differenti. Ciò che è comune, però, è il modo di concepire il pian terreno. Quest'ultimo è, appunto, il primo piano fuori terra; dunque, ciò con cui il fruitore di un ambiente entra in contatto nell'immediato, prima di giungere ai piani superiori di un manufatto. Il piano terra, pertanto, racchiude a sua volta il concetto di soglia intesa come transizione, poiché consente un accesso, un passaggio e la successiva fruizione di uno spazio. A meno che non si tratti di edifici con un disegno stravagante, è sempre necessario passare per il pian terreno prima di raggiungere i piani superiori.

Il pian terreno si articola dunque nei modi più disparati.

Esso può essere completamente chiuso, cioè "impermeabile" rispetto a chi lo osserva dall'esterno, oppure avere un dialogo con l'ambiente circostante: ad esempio, può essere in gran parte o totalmente vetrato, cosicché ci sia una chiusura fisica ma allo stesso tempo ci sia anche un raffronto tra i due ambiti. Inoltre, si può considerare anche l'opzione di creare dei passaggi svuotandolo completamente o solo in parte. A questo proposito, viene naturale fare riferimento al concetto del celebre "piano pilotis" di Le Corbusier: il piano terra è completamente svuotato per permettere un'accoglienza delle utenze e una fluidità nello spostamento dall'esterno verso l'interno dell'edificio: in tal modo è come se l'edificio fosse letteralmente rialzato di un piano, con i pilastri circolari che costituiscono uno spazio filtro.¹¹

In alternativa, svuotando l'edificio solo parzialmente per il primo piano fuori terra si possono creare degli ambienti circoscritti ma allo stesso tempo coperti, che fungono da spazio intermedio, appunto, e possono essere risolti con una serie di pilastri oppure con setti, o, se di piccole dimensioni, li si può lasciare completamente liberi per indicare un vero e proprio passaggio -se vi è, ad esempio, un cortile interno al di là di un edificio.

In tal modo il concetto di soglia/spazio in-between/confine viene tradotto in forma architettonica a seconda dell'interpretazione che gli viene assegnata. Il piano terra come spazio filtro non è altro che un transito tra due ambienti differenti, tra esterno e interno, oppure semplicemente tra piano terra e piani edificati al di sopra di esso.

11 Ibidem.

AGGETTI E ARRETRAMENTI

Altro espediente architettonico che costituisce un vero e proprio filtro fisico fra l'ambiente esterno, aperto e incontaminato, e l'ambiente interno, costruito, è l'aggetto, o in forma opposta, l'arretramento rispetto ad un filo facciata. Non si tratta di altro che del balcone.

La funzione del balcone, in qualunque sua forma, è quella di costituire un'uscita verso l'esterno, ma non totale. Esso è proprio uno spazio intermedio, che può essere definito privato in quanto può essere parte di un appartamento, ma contemporaneamente possiamo definirlo metaforicamente semi-pubblico, in quanto l'individuo, usufruendone, si espone ad una realtà che è al di fuori delle murature, ma stando comunque in uno spazio di cui egli è padrone. Inoltre, il balcone costituisce una partecipazione verso ciò che c'è al di là di esso, e a seconda di come lo si progetta può avere funzioni differenti.

Si pensi, ad esempio, ai primi balconi piccoli e stretti che erano utilizzati come semplice spazio intermedio tra interno ed esterno, ma senza altre funzioni. Oppure, la sua funzione cambia se si parla di ballatoio, utilizzato come spazio di camminamento sviluppato orizzontalmente sulla facciata, dal quale deriva anche il tema dell'interazione sociale e partecipazione, quando esso è inserito in un complesso residenziale: il ballatoio assume il ruolo di legante sociale. A questo proposito, viene spontaneo ricordare nuovamente il progetto di Alison e Peter Smithson nei Robin Hood Gardens: le "streets in the air" non sono altro che ballatoi con il primissimo intento di ricostruire quella socialità tra gli individui.¹² Proseguendo nelle diverse tipologie di utilizzo del balcone, un'altra forma che

¹² Smithson, A., Smithson, P. *The charged void: architecture*. New York: The Monacelli Press, 2001.

esso prende è quella di serra bioclimatica, oppure giardino d'inverno. In tal caso, attraverso i materiali adoperati per il balcone, oltre che a chiusure specifiche sui suoi lati e coperture, si ottiene un livello di comfort interno sia estivo che invernale, con un'aggiunta di uno spazio alla metratura di un classico appartamento. Queste tipologie sono caratterizzate da aggetti piuttosto importanti, che non si limitano al classico metro poiché devono essere degli spazi del tutto vivibili in qualunque momento della giornata (ma non sostitutivi degli ambienti interni). In questo caso, chiaramente, la forma dello storico balcone cambia notevolmente: si tratta di un piccolo ampliamento, che resta nel concetto di balcone solo per l'idea che gli si attribuisce quale elemento aggiuntivo al volume edificato con conseguente mediazione tra ambito privato e ambito pubblico.

3.3.2 Strategie per il comfort acustico

L'interpretazione di confine/soglia può essere intesa anche in termini totalmente diversi da quelli trattati finora. Mettendo a confronto opposti quali interno/esterno o privato/pubblico, si può considerare un altro elemento non di minore importanza per l'architettura -soprattutto nella successiva fruizione dell'edificio- quale l'inquinamento acustico. Quest'ultimo si verifica proprio a ridosso dell'elemento privato, la facciata, ma proviene dall'ambiente pubblico, vale a dire lo spazio circostante. In questo caso la soglia funge da separazione tra un ambiente esterno inquinato da rumori disparati, e ambiente interno nel quale si vuole ricreare una situazione di quiete e comfort per l'utente. La soluzione di questo grande problema avviene attraverso accorgimenti architettonici e tecnologici.

La qualità abitativa influisce notevolmente sulla salute mentale e sul benessere psicologico; fra gli elementi di maggiore interesse nell'ambito della progettazione architettonica vi è sicuramente l'inquinamento acustico. Infatti, livelli di rumore eccessivamente elevati possono causare effetti negativi sulla salute, quali disturbi

del sonno, sintomi legati allo stress, al fastidio, deterioramento cognitivo, deficit uditivo e aumento del rischio di ipertensione e malattie cardiovascolari.¹³

In tal caso è necessario specificare che l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) ha stilato delle linee guida definendo dei valori limite per gli organi legislativi dell'Unione Europea, al fine di salvaguardare l'essere umano dall'esposizione dannosa del rumore ambientale. Queste linee guida sono emerse a seguito di studi condotti a livello scientifico e prove che si basano sugli effetti nocivi sulla salute in relazione alle principali fonti di inquinamento acustico.¹⁴

Nelle metropoli ma anche in città di dimensioni più ridotte, la principale sorgente di rumore è il traffico automobilistico e in misura inferiore anche quello ferroviario e aereo. Le linee guida dell'OMS definiscono che la soglia entro la quale è raccomandabile mantenere l'esposizione al rumore, all'esterno, deve essere inferiore a 53 dB come livello di valore diurno e 45 dB per quanto riguarda il livello di valore notturno.¹⁵

In seguito, si riportano i risultati di un'analisi di letteratura, condotta tenendo conto delle più rilevanti pubblicazioni scientifiche riguardanti soluzioni architettoniche di facciata atte a ridurre il livello di pressione sonora in esterno. Partendo dall'articolo di review "Design strategies and elements of building

13 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14757721/>

14 Environmental Noise Guidelines for the European Region WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark (2018). <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>.

15 Ibidem.

envelope for urban acoustic environment” di Yang et al.¹⁶, sono emersi ulteriori studi disponibili in letteratura che hanno permesso di raccogliere una serie di soluzioni atte a migliorare le condizioni di comfort acustico.

Ogni articolo attraverso misure, simulazioni e calcoli, consente di definire quali siano le strategie più adatte a mitigare il livello di rumore, attraverso interventi e sull’involucro edilizio e sull’ambiente costruito.

In questo capitolo verranno dunque elencate alcune fra le soluzioni studiate, descrivendo brevemente la metodologia e l’approccio con cui si è giunti a determinate conclusioni.

GEOMETRIA DELLA FACCIATA

La ricerca di Sanchez et al.¹⁷ dimostra che la geometria dell’edificio influenza i livelli di rumore lungo le facciate. Attraverso una serie di soluzioni architettoniche, è stato condotto uno studio per mitigare l’inquinamento acustico in facciata e all’interno di un canyon urbano: la forma dell’edificio ha un’influenza importante (ad esempio una facciata piana inclinata verso l’alto oppure una facciata concava reindirizza le riflessioni verso l’apertura del canyon, evitando così fenomeni di riverbero); l’arretramento del fronte ai piani inferiori comporta una riduzione dei livelli di rumore lungo la facciata ma anche per i pedoni, trovandosi la sorgente in posizione più distante; il design del balcone (profondità, inclinazione del soffitto o del parapetto) e l’utilizzo di finestre schermate inclinate indirizza le riflessioni

verso l’alto; le schermature triangolari in facciata hanno un’influenza migliorativa sull’esposizione della facciata, soprattutto ai piani superiori. (Fig. 1)

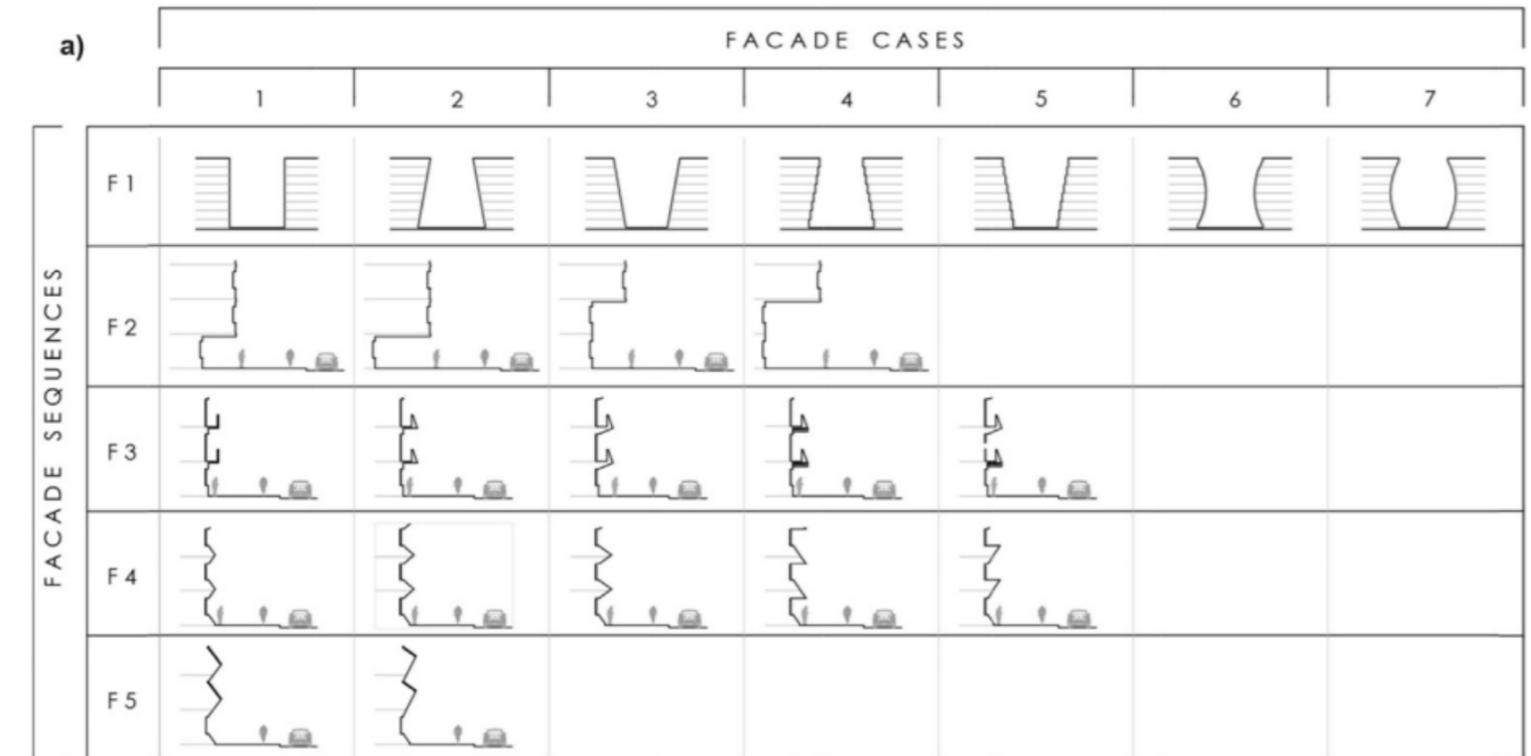


Fig. 1 Elementi analizzati in sequenza e casi considerati in questo studio.
Fonte: Sanchez G. M. E., Van Renterghem T., Botteldooren D. The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. Building and Environment, 15 February 2016, 97, 96-110. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.033>.

16 Wonyoung, Y., Jin Yong, Jeon. Design strategies and elements of building envelope for urban acoustic environment. Building and Environment. Volume 182, September 2020.

17 Sanchez G. M. E., Van Renterghem T., Botteldooren D. The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. Building and Environment, 15 February 2016, 97, 96-110. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.033>.

DISPOSITIVI DI OMBREGGIAMENTO

Edifici con grandi vetrate presentano problemi termici e di abbagliamento all'interno della singola unità abitativa. Per tale motivo spesso vengono usati sistemi di ombreggiamento sulle facciate vetrate che schermano i raggi solari, provocando così una riduzione del consumo di energia e migliorando il comfort visivo. Dal punto di vista dell'acustica, tali sistemi (ad esempio a lamelle), se adottati in modo tradizionale non offrono alcun vantaggio, poiché tendono ad aumentare il livello di pressione sonora sulle facciate, ricevendo non solo le onde sonore dirette, ma anche le riflessioni sonore generate dalle lamelle.¹⁸

Nonostante ciò, alcuni studi¹⁹ si sono concentrati sull'ottimizzazione acustica di tali lamelle, applicandovi uno materiale fonoassorbente, dimostrando che in questo modo la perdita di inserzione risulta maggiore rispetto all'utilizzo delle lamelle tradizionali (riduzione del livello di pressione sonora sulla facciata fino a 10dB alle alte frequenze).

Un altro metodo per migliorare l'attenuazione del rumore delle finestre è l'introduzione di pannelli fonoassorbenti micro-forati trasparenti, consentendo di mantenere sia la ventilazione che l'illuminazione naturale.²⁰

18 Zuccherini Martello N., Aletta F., Fausti P., et al., A psychoacoustic investigation on the effect of external shading devices on building facades, *Appl. Sci.* 6 (2016) 429, <https://doi.org/10.3390/app6120429>.

19 Zuccherini Martello N., Fausti P., Secchi S. Acoustic Measurements on a 1:1 Scale Model of a Shading System for Building Facade in a Semi-Anechoic Chamber. In *Proceedings of the Inter-Noise 2016, Hamburg, Germany, 21-24 August 2016*; pp. 3813-3824.

20 Kang J., Brocklesby M.W. Feasibility of applying micro-perforated absorbers in acoustic window systems. *Appl. Acoust.* 2005, 66, 669-689.

BALCONI

Secondo l'assunzione di Wang et al.²¹ "I balconi fungono da zona cuscinetto tra l'esterno e l'interno. In particolare, per un edificio multi-residenziale lungo la strada dove non possono essere costruite alte barriere, i balconi svolgono un ruolo importante nel fornire un ambiente confortevole per i residenti in termini di controllo del rumore."

Il balcone, essendo costituito a sua volta da più elementi, attraverso diverse configurazioni permette di ridurre il livello sonoro in facciata. Infatti, i livelli di rumore all'interno di un balcone possono aumentare in presenza di superfici riflettenti quali parapetti, soffitti e pavimentazioni del balcone poiché ciascuna superficie può riflettere il suono.

Lo studio di El Dien e Woloszyn²² pone l'obiettivo sulle prestazioni acustiche di una facciata attraverso tre diverse inclinazioni del soffitto del balcone (5°, 10°, 15°). Attraverso un modello numerico 3D, in condizioni di campo libero, sono state testate le tre diverse configurazioni, i cui risultati hanno definito la riduzione del livello di pressione sonora nella parete di fondo del balcone. La ricerca dimostra che il soffitto inclinato a 15° è la soluzione ottimale in termini di riduzione del rumore. Infatti, all'aumentare dell'inclinazione del soffitto aumenta la superficie protetta sopra la parete di fondo del balcone, che invece risulta molto più ampia

21 Wang X., Yu W.Z., Zhu X.Y., et al., Effects of ceiling phase gradients on the acoustic environment on roadside balconies, *J. Acoust. Soc. Am.* 141(2017) EL146-EL152, <https://doi.org/10.1121/1.4976192>.

22 Hossam El Dien H., Woloszyn P., Prediction of the sound field into high-rise building facades due to its balcony ceiling form, *Appl. Acoust.* 65 (2004) 431-440, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2003.11.002>.

nel caso del soffitto piano. (Fig. 2)

In un altro articolo, El Dien e Woloszyn²³ valutano, attraverso misurazioni sperimentali e simulazioni numeriche, l'influenza acustica della profondità del balcone e dell'inclinazione del parapetto, quantificando l'effetto di riduzione del

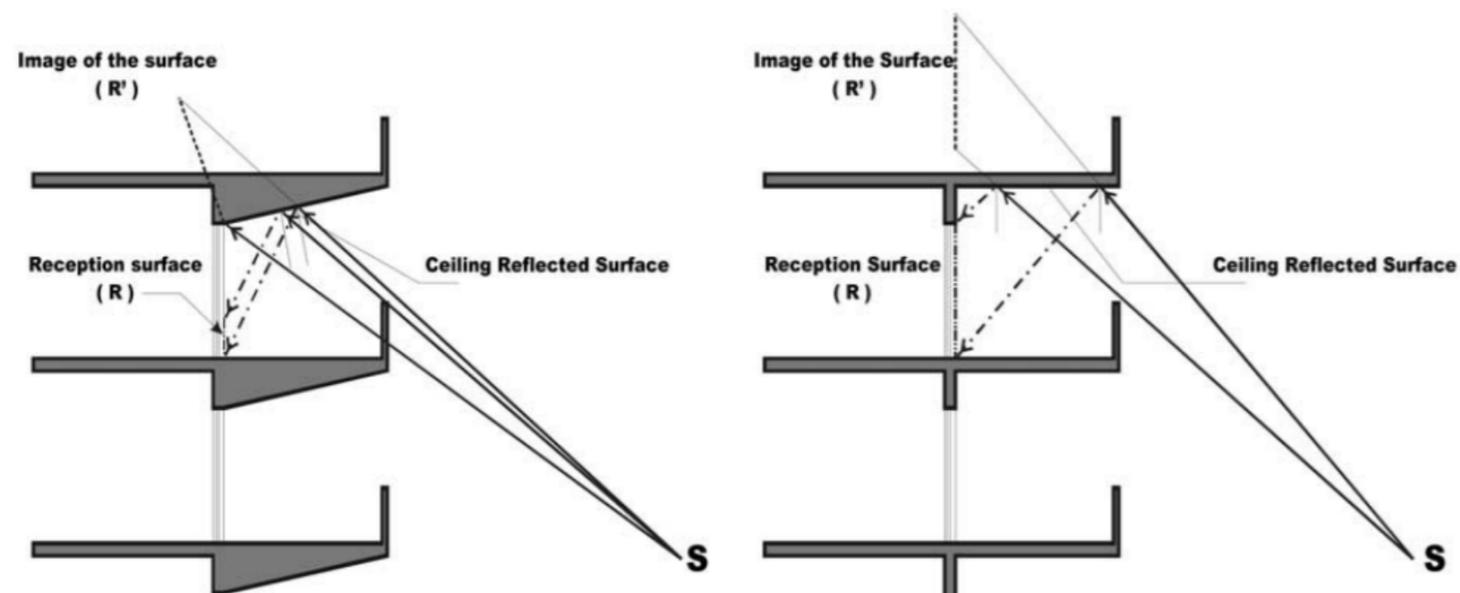


Fig.2 Rappresentazione schematica della superficie di ricezione e della sua immagine prima e dopo la modifica della forma del soffitto del balcone.

Fonte: Hossam El Dien H., Woloszyn P., Prediction of the sound field into high-rise building facades due to its balcony ceiling form, Appl. Acoust. 65 (2004) 431-440, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2003.11.002>

²³ Hossam El Dien H., Woloszyn P. The acoustical influence of balcony depth and parapet form: experiments and simulations, Appl. Acoust. 66 (2005) 533-551, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.09.004>.

rumore dovuto a queste configurazioni. Le diverse profondità del balcone forniscono riduzioni medie comprese tra 4 e 8 dB(A), dal momento che la profondità del balcone è direttamente proporzionale alla riduzione del rumore, a causa dell'incremento delle superfici che riflettono e diffrangono i raggi emessi dalle sorgenti (soffitto, pavimento e parapetto)²⁴. In aggiunta, i parapetti inclinati forniscono valori di riduzione aggiuntivi compresi tra 0,5 e 4 dB(A); citando le parole presenti nell'articolo "Il parapetto inclinato aumenta la zona di schermatura sulla parete di fondo del balcone rispetto al parapetto non inclinato, a causa della schermatura di tale superficie dai raggi diretti e a causa dell'aumento del percorso tra sorgente e punti di ricezione".²⁵ (Fig.3)

Riprendendo i concetti sopra elencati, Lee et al.²⁶ hanno condotto uno studio confrontando sei diverse soluzioni: profondità del balcone, altezza del parapetto, soffitto inclinato, soffitto inclinato con superficie assorbente, soffitto inclinato con superficie assorbente e altezza del parapetto, combinazione di soffitto inclinato con superficie assorbente e altezza del parapetto con superficie assorbente). Presumendo che la fonte sonora fosse il rumore del traffico, i risultati hanno dimostrato che la combinazione di superfici assorbenti sul soffitto inclinato e all'interno del parapetto comportano una riduzione del rumore da 16 dB a 1 kHz.

²⁴ Ibidem.

²⁵ Ibidem.

²⁶ Lee P.J., Kim Y.H., Jeon J.Y., et al., Effects of apartment building façade and balcony design on the reduction of exterior noise, Build. Environ. 42 (2007)3517-3528, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.044>.

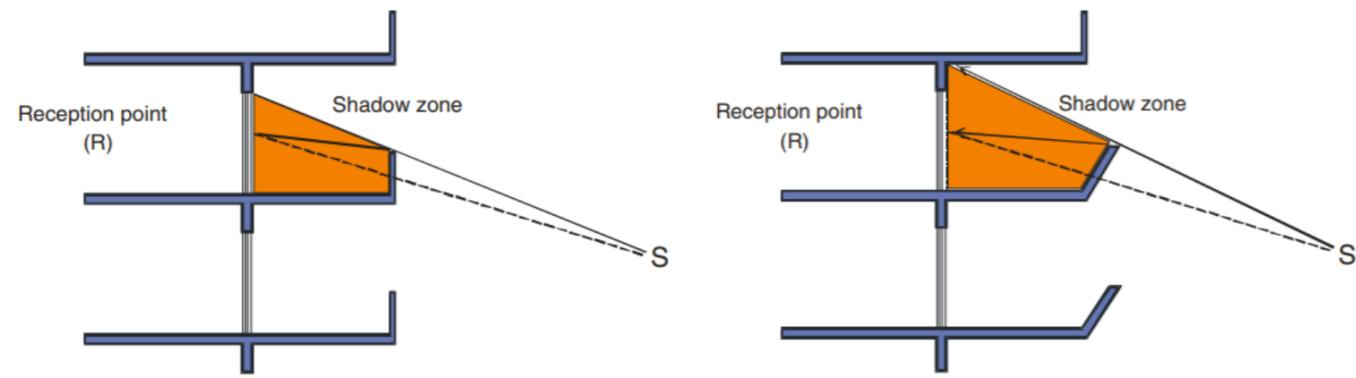


Fig. 3 Rappresentazione schematica dell'effetto schermante prima e dopo la modifica della forma del parapetto del balcone. H.H. Hossam El Dien, P. Woloszyn, The acoustical influence of balcony depth and parapet form: experiments and simulations, Appl. Acoust. 66 (2005) 533-551, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.09.004>.

PARETI VERDI VERTICALI

L'utilizzo del verde e in facciata e per i tetti è oggi considerato vantaggioso al livello urbano, poiché apporta una serie di vantaggi: migliora la qualità dell'aria e riduce l'effetto dell'isola di calore, aumenta la biodiversità urbana, rallenta il deflusso delle acque piovane dagli edifici, migliora l'efficienza dei pannelli solari, isola gli edifici dal calore e dal rumore.²⁷

In particolare, l'uso del verde verticale in facciata risulta essere molto utile per il trattamento delle superfici esterne anche in relazione al fatto che, ad oggi, i materiali fonoassorbenti presenti in commercio sono principalmente ad uso

²⁷ <https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/environmental-support-funding/green-roofs-and-walls>.

indoor.

La ricerca di Wong et al.²⁸ riguarda lo studio di otto diversi sistemi di vegetazione verticale installati a Hortpark, Singapore, al fine di valutare l'impatto acustico sulla perdita di inserzione dei muri degli edifici. Il secondo obiettivo della ricerca è quello di determinare il coefficiente di assorbimento acustico del sistema di vegetazione verticale (Fig. 4).

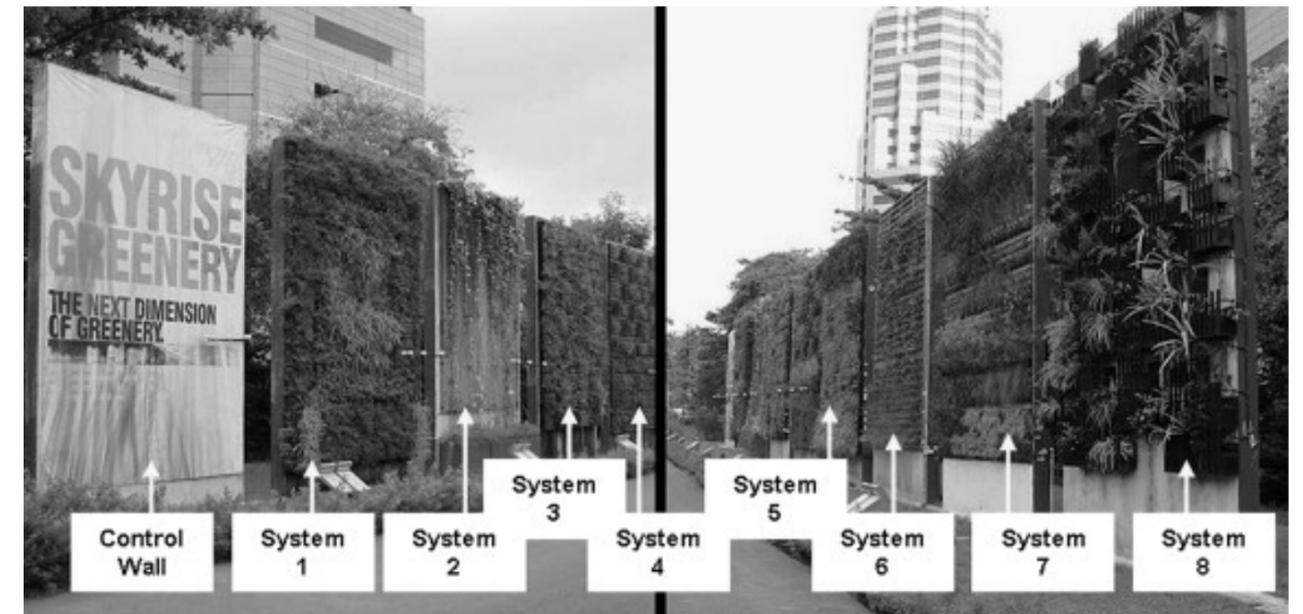


Fig. 4 Gli otto sistemi di vegetazione verticale in HortPark.

N.H. Wong, A.Y. Kwang Tan, P.Y. Tan, et al., Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, Build. Environ. 45 (2010) 411-420, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.017>.

²⁸ Wong N.H., Kwang Tan A.Y., Tan P.Y., et al., Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, Build. Environ. 45 (2010) 411-420, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.017>.

I risultati ottenuti dimostrano che, dal momento che il substrato è responsabile della maggior parte dell'assorbimento acustico e comportandosi dunque come un materiale poroso, si ottiene un'attenuazione più forte a basse frequenze; in secondo luogo, si osserva che il coefficiente di assorbimento acustico è direttamente proporzionale allo spessore del substrato ed aumenta con una maggiore superficie coperta da verde, facendo sì che non vi siano vuoti all'interno del sistema vegetato che consentano la propagazione del rumore.²⁹ Le prestazioni acustiche ottimali dei sistemi a vegetazione verticale si ottengono grazie a diversi fattori, quali la struttura, i materiali, le dimensioni del pannello, la profondità, il contenuto di umidità e la densità del substrato e l'utilizzo di varie specie di piante.

In uno studio differente, trattando sempre la tematica del verde verticale, Van Renterghem et al.³⁰ dimostrano che le pareti verdi verticali sono efficaci al massimo se poste su facciate di canyon cittadini. Nella ricerca sono state fatte delle simulazioni con diverse opzioni, dalle quali è emerso che il tetto verde è molto utile per schermare il rumore all'interno del cortile; mentre il verde verticale ha una buona efficacia se le superfici delle facciate del canyon sono riflettenti e conviene posizionarlo in punti in cui avviene la diffrazione del suono, come ad esempio in prossimità dei bordi dell'edificio.

29 Ibidem.

30 Van Renterghem T., Hornikx M., Forssen J., et al., The potential of building envelope greening to achieve quietness, *Build. Environ.* 61 (2013) 34-44, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.001>.

COPERTURE VEGETALI

I tetti verdi, oltre ad essere vantaggiosi sul piano economico ed ecologico, risultano essere molto utili in termini acustici, fornendo una riduzione del rumore del traffico stradale urbano di circa 3 dB(A) rispetto a un appartamento con un tetto piano rigido.³¹

Come per il verde verticale, anche per le coperture vegetali vale il medesimo discorso del ruolo del substrato, del suo spessore e del suo grado di porosità. Inoltre, si è evidenziato che un tetto verde piano, rispetto ad un tetto verde a falde inclinate, assorbe meno le onde sonore, in quanto l'area del tetto verde a falde è maggiore, per cui ci sarà maggior assorbimento acustico da parte dello strato poroso. Ciò significa che nel caso in cui si abbia un tetto piano, si può comunque ovviare con una copertura vegetale per ottenere un parziale isolamento acustico.³² Trattando ancora i diversi studi sulle coperture vegetali, dalla ricerca bibliografica sono emersi anche alcuni articoli riguardanti l'utilizzo di pannelli solari sulle coperture.

I tetti verdi riducono fortemente la temperatura superficiale del tetto, generando una maggiore durabilità della pelle esterna dell'edificio; al contrario i pannelli solari hanno un coefficiente negativo di temperatura, il che significa che all'aumentare della temperatura superficiale del tetto, l'efficienza della raccolta di energia diminuisce; dunque, l'efficienza del pannello solare aumenta se posizionato su un tetto verde durante i periodi più caldi. In aggiunta l'articolo

31 Van Renterghem T., Improving the noise reduction by green roofs due to solar panels and substrate shaping, *Build. Acoust.* 25 (2018) 219-232, <https://doi.org/10.1177/1351010x18776804>.

32 Van Renterghem T., Hornikx M., Forssen J., et al., The potential of building envelope greening to achieve quietness, *Build. Environ.* 61 (2013) 34-44, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.001>.

di Van Renterghem³³ dimostra che all'aumentare dell'angolo di inclinazione e in assenza di spazi fra il fondo del pannello e il tetto verde, gli effetti positivi si accentuano. Per un angolo di inclinazione di 45°, si ha una riduzione aggiuntiva del rumore del traffico stradale di oltre 5 dB. Questo effetto è il risultato della schermatura diretta da parte dei pannelli e della maggiore interazione tra le onde sonore che si diffrangono sul tetto e l'assorbimento fornito dal substrato del tetto verde.

33 Van Renterghem T., Improving the noise reduction by green roofs due to solar panels and substrate shaping, *Build. Acoust.* 25 (2018) 219-232, <https://doi.org/10.1177/1351010x18776804>.

3.2 Spazi prossimi all'edificio-soglia_ Strategie per il comfort termico

Il comfort in ambiente esterno è una tematica sempre più discussa negli ultimi anni, perché legata all'innalzamento della temperatura delle città. Infatti, l'aumento delle giornate calde in diverse parti del mondo è causato dal fenomeno delle isole di calore e ondate di calore (heat waves), dunque dal cambiamento climatico globale.³⁴ L'influenza di tali fenomeni trova un grave riscontro, oltre che sulla percezione del comfort da parte degli abitanti, anche dal punto di vista dei rischi sulla salute umana. Per citare qualche dato, l'ondata di caldo europea nell'estate del 2003 ha provocato quasi 15.000 morti nella sola Francia³⁵ e tra

34 Jamei E., Rajagopalan P., Seyedmahmoudian M., Jamei Y., Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 54 (2016) 1002-1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>.

35 Vandentorren S., Bretin P., Zeghnoun A., Mandereau-Bruno L., Croisier A., Cochet C., et al. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health* 2006;16:583-91.

25.000 e 70.000 in tutta Europa³⁶, nonché un improvviso aumento del tasso di mortalità tra le persone con più di 75 anni³⁷, durante i mesi estivi.

Inoltre, l'aumento della temperatura incide pesantemente sul consumo di energia per il raffreddamento, fattore che contribuisce all'inquinamento delle città e all'incremento delle concentrazioni di ozono.³⁸

Pertanto, la progettazione urbana sta rivolgendo un'attenzione particolare all'utilizzo di tecniche atte a mitigare questi fenomeni, crescenti in misura notevole negli ultimi anni. L'approfondimento di questo capitolo è mirato ad elencare alcune fra le più importanti strategie per il comfort termico in spazi esterni e per il bilanciamento del carico termico in aree urbane.

GEOMETRIA URBANA

Gli spazi urbani sono caratterizzati da diverse geometrie, fattore che risulta rilevante sulla variazione del comfort termico all'interno delle città.

Tre sono i parametri che determinano gli aspetti della geometria urbana: Sky View Factor (SVF), definito come "il rapporto tra la quantità di cielo che può essere vista da un dato punto su una superficie e quella potenzialmente disponibile"; il rapporto altezza/larghezza (H/W), definito come il rapporto tra l'altezza degli

edifici e la larghezza della strada; l'orientamento della strada.³⁹

Uno studio dimostra che edifici alti aumentano efficacemente il livello di comfort durante il giorno grazie al loro effetto ombreggiante sul piano stradale, per cui più profondo sarà il canyon urbano, maggiori saranno le condizioni termiche favorevoli per i pedoni; infatti, bloccando la radiazione solare si rende l'area più fresca causando anche un abbassamento di temperatura.

Oltre a bloccare la radiazione solare, una morfologia urbana alta e compatta riduce anche la velocità del vento. Incontrando gli edifici il vento decelera, per cui tanto più aperta è la forma urbana, tanto più è esposta all'effetto del vento. L'indice termico che permette di quantificare la variazione fra i vari parametri è il PET (Physiological Equivalent Temperature). I valori di PET evidenziano che le forme urbane compatte mostrano condizioni termiche migliori durante l'estate ma sono svantaggiose durante l'inverno.⁴⁰

36 Zuo J., Pullen S., Palmer J., Bennetts H., Chileshe N., Ma T. Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. *J Clean Prod* 2015;92:1-12.

37 Katsouyanni K., Pantazopoulou A., Touloumi G., Tselepidaki I., Moustiris K., Asimakopoulos D., et al. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health: Int J* 1993;48:235-42.

38 Santamouris M., Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments, *Solar Energy*. 103 (2014), 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>.

39 Jamei E., Rajagopalan P., Seyedmahmoudian M., Jamei Y., Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 54 (2016) 1002-1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>.

40 Lai D., Liu W., Gan T., Liu K., Chen Q. A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces, *Science of The Total Environment*. 661 (2019) 337-353. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.062>.

VEGETAZIONE

Numerosi studi dimostrano che la presenza di aree verdi, all'interno di zone densamente edificate, comporta differenze di temperatura da 1 °C a 7 °C e la formazione di un fenomeno noto come “*park cool island*”.⁴¹ Quando si parla di vegetazione come tecnica di mitigazione del calore urbano si fa riferimento, oltre alle aree verdi sopra citate, anche alla presenza di alberi, arbusti, tetti verdi e facciate verdi verticali. Come detto precedentemente, l'ombreggiatura è un fattore importante, poiché va a ridurre la radiazione termica, proteggendo dunque i pedoni dalla luce solare diretta. Infatti, come per gli edifici, gli alberi contribuiscono all'abbassamento del fattore di vista del cielo (SVF), portando così ad una riduzione della temperatura media radiante al di sotto della chioma. Lo studio di Wang et al.⁴² dimostra che aumentando del 10% l'area coperta a verde di una città, si otterrebbe una riduzione della temperatura media radiante fino a 8,3 K. Allo stesso modo, la differenza tra la temperatura superficiale del prato e quella di un terreno normale può superare i 20 K.⁴³

Caratteristiche come altezza e ampiezza della chioma, proprietà del fogliame e qualità della specie vegetale sono determinanti nei confronti dell'ombreggiamento

41 Shashua-Bar L., Hoffman M. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy Build* 2000;31:221-35.

42 Wang Y., Akbari H. The effects of street tree planting on urban heat island mitigation in Montreal. *Sustain. Cities Soc.* (2016) 27, 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.013>.

43 Zheng S., Zhao L., Li Q. Numerical simulation of the impact of different vegetation species on the outdoor thermal environment. *Urban For. Urban Green.* (2016) 18, 138-150. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.008>.

del tasso di evapotraspirazione.⁴⁴ Il LAI (indice di area fogliare) espresso come il rapporto tra area del fogliame e copertura del suolo, quantifica quanto l'alberatura sia in grado di intercettare le radiazioni.

L'utilizzo della vegetazione urbana implichi numerosi altri vantaggi: riduce la velocità del vento, aumenta l'umidità relativa (grazie al processo di traspirazione delle piante e all'eventuale irrigazione), riduce la temperatura dell'aria (convertendo l'acqua allo stato liquido in vapore acqueo attraverso la traspirazione, la temperatura delle foglie e di conseguenza anche dell'aria circostante diminuisce).⁴⁵

Tutto ciò comporta un livello di comfort termico maggiore, con risultati che mostrano una riduzione media del PET di 3 K grazie agli alberi e una riduzione di 1 K per le superfici a prato.⁴⁶

ACQUA

Un altro elemento che, usato attraverso soluzioni architettoniche progettuali, può generare effetti vantaggiosi di comfort termico è l'acqua. L'utilizzo di corpi idrici quali fontane, vaporizzatori o vasche, fa sì che, assorbendo la stessa quantità di radiazione solare rispetto ad un normale materiale da costruzione, si abbia

44 E. Jamei, P. Rajagopalan, M. Seyedmahmoudian, Y. Jamei, Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 54 (2016) 1002-1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>.

45 Oke T.R., 2002. *Boundary Layer Climates.* Routledge, Abingdon, United Kingdom.

46 Lee H., Mayer H., Chen L., 2016. Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. *Landsc. Urban Plan.* 148, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.004>.

un aumento di temperatura inferiore (essendo la capacità termica dell'acqua di 4200 J/kg*K, quattro volte maggiore rispetto ad altri materiali).⁴⁷

Pertanto alcuni studi ⁴⁸ dimostrano che la temperatura superficiale dell'acqua è di 25 K inferiore rispetto alla temperatura superficiale dell'asfalto, simulando tale condizione in un primo pomeriggio estivo.

Per il principio fisico secondo cui l'acqua allo stato liquido, evaporando, si trasforma in vapore acqueo e assorbe il calore sensibile dell'aria convertendolo in calore latente, si ottengono vantaggi come riduzione della temperatura in ambiente di 1-2 K ⁴⁹ e un aumento dell'umidità relativa. ⁵⁰

Ne consegue, dunque, che nonostante l'utilizzo dell'acqua non sia efficace tanto quanto l'utilizzo della vegetazione o della definizione della geometria urbana, accurate attenzioni progettuali che vedono la presenza di corpi idrici possono ugualmente conferire condizioni di comfort termico che, quantificato in valori di PET, può mostrare riduzioni di 1,4 K.

47 Chatzidimitriou A., Yannas S. Microclimate development in open urban spaces: the influence of form and materials. *Energ. Buildings* (2015) 108, 156-174. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.048>.

48 Robitu M., Musy M., Inard C., Groleau D. Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. *Sol. Energy* (2006) 80 (4), 435-447. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2005.06.015>.

49 Manteghi G., Bin Limit H., Remaz D. Water bodies an urban microclimate: a review. *Mod. Appl. Sci.* (2015) 9 (6), 1-12. <https://doi.org/10.5539/mas.v9n6p1>.

50 Lai D., Liu W., Gan T., Liu K., Chen Q., A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces, *Science of The Total Environment*. 661 (2019) 337-353. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.062>.

MATERIALI E SUPERFICI

I materiali comunemente usati per strade e edifici, come asfalto e cemento, assorbono fortemente la radiazione solare causando un incremento delle temperature. Considerando che le pavimentazioni (strade e marciapiedi) rappresentano più del 40% dell'area complessiva della città, i materiali influiscono notevolmente sul fenomeno dell'isola di calore.

La soluzione più ovvia è utilizzare materiali diversi in grado di ridurre l'assorbimento della radiazione solare e il successivo rilascio del calore immagazzinato.

L'albedo, o coefficiente di riflessione solare, è un indice che permette di quantificare quanto un materiale sia in grado di riflettere la radiazione solare incidente, per cui i materiali che vengono maggiormente privilegiati sono quelli con valori di albedo maggiori. I materiali retroriflettenti riflettono la radiazione solare incidente nella stessa direzione della sorgente, evitando la riflessione su altre superfici che potrebbero invece assorbire il calore. In termini di benefici si parla di riduzione del carico di raffreddamento in estate e del carico di riscaldamento in inverno.⁵¹

Un'altra tipologia di materiale che aiuta a ridurre la temperatura superficiale e quella dell'aria sono i materiali fotoluminescenti in cui, attraverso il fenomeno della fotoluminescenza, i fotoni assorbiti vengono riemessi come luce visibile, piuttosto che come radiazione a onde lunghe. Tale effetto accentua la potenzialità di raffreddamento dei materiali ad alto albedo riducendo la temperatura superficiale del materiale rispetto ad un materiale equivalente non

51 Sakai H., Iyota H. Development of Two New Types of Retroreflective Materials as Countermeasures to Urban Heat Islands. *International Journal of Thermophysics*, (2017) 38(9), 131. <https://doi.org/10.1007/s10765-017-2266-y>.

fotoluminescente fino a 3,3°C.⁵² I materiali termocromici hanno la potenzialità di ridurre il consumo energetico dell'edificio sia nei periodi di riscaldamento che di raffreddamento. Secondo il loro principio di funzionamento infatti, in estate riflettono la radiazione solare incidente, mentre in inverno la assorbono. Ciò è dovuto al fatto che tali materiali mutano a seconda della temperatura superficiale, e quindi possono essere colorati oppure bianchi.

Pertanto, i rivestimenti termocromici hanno un effetto di risparmio energetico rispetto ai comuni rivestimenti a bassa riflettanza solare.⁵³

TETTI

Se si pensa alle aree coperte di una città, in percentuale elevata si ha la presenza delle coperture degli edifici. Pertanto, soluzioni direttamente applicate alle coperture risultano essere tecniche di mitigazione vantaggiose. Le due strategie utilizzate sulle superfici dei tetti sono l'uso di materiali che ne aumentano l'albedo (*cool o reflective roofs*) e l'utilizzo di coperture vegetali.⁵⁴

I *cool o reflective roofs* sono normalmente di colore bianco con livelli di albedo più alti rispetto ad altri materiali. I prodotti utilizzati per i *cool roofs* possono essere

52 Kousis I., Fabiani C., Gobbi L., Pisello A. L. Phosphorescent-based pavements for counteracting urban overheating - A proof of concept. *Solar Energy*, (2020) 202, 540-552. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.03.092>.

53 Yuxuan Z., Yunyun Z., Jianrong Y., Xiaoqiang, Z. Energy saving performance of thermochromic coatings with different colors for buildings. *Energy and Buildings*, (2020) 215, 109920. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109920>.

54 Zinzi M., Agnoli S. Cool and green roofs. An energy and comfort comparison between passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region. *Energ. Buildings*. (2012) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778811004129>.

a strato singolo e o applicati a liquido (per esempio vernici bianche, rivestimenti elastomerici, poliuretanic o acrilici).

Nel caso dei *reflective roofs* si utilizzano materiali colorati riflettenti che presentano un alto valore di riflettività nello spettro infrarosso. Tali strategie comportano una riduzione delle temperature interne nel periodo estivo fino a 2°C, una riduzione dei carichi di raffreddamento compresa tra il 10% e il 40% e per il riscaldamento variazioni comprese tra il 5% e il 10%.⁵⁵

55 Santamouris M., Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments, *Solar Energy*, 103 (2014) 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>.

04 RIPENSARE LA SOGLIA

“Le soglie sono i luoghi in cui si svolge tutto l’essenziale, perché alla fin fine in nessun altro posto ci si avvicina a qualcosa di estraneo così spontaneamente da farne scaturire un che di nuovo in maniera vincolante e inaspettata”.

Andre Santer

4.1 Introduzione al progetto

La ricerca condotta fin qui è stata necessaria per la definizione dell'edificio di progetto. Lo studio delle tematiche affrontate dal Team X, a proposito della soglia, ha mostrato che ogni singolo elemento architettonico può rappresentare uno spazio soglia. In questo elaborato si vuole tentare di "assemblare" più spazi soglia all'interno di un unico sistema. L'intento è stato quello di ripensare il tema con un'accezione che riuscisse a unificare il pensiero dei diversi architetti, cercando di dare un'interpretazione personale attraverso una progettazione combinata di due facciate differenti. L'idea della soglia nel caso di tale progetto ha una concezione di tipo scalare: partendo dagli spazi intermedi progettati internamente al lotto, fino a giungere alla scala del singolo edificio e infine toccare la soglia architettonica vera e propria. In ultimo la ricerca volge ad un'analisi di tipo acustico in termini quantitativi, attraverso la definizione di alcune possibili configurazioni che puntano al miglioramento del comfort acustico. La progettazione architettonica combinata a quella acustica si è rivelata essere fondamentale per la definizione del manufatto architettonico in esame.

4.2 Casi studio

I casi studio di seguito riportati sono esempi di architetture in cui vengono principalmente messi in primo piano gli spazi intermedi e le loro traduzioni in forme e funzioni architettoniche. Ciascuno dei casi studio tratta in modo concettualmente diverso lo spazio di connessione fra esterno e interno, talvolta anche con soluzioni più teoriche che pratiche. In alcuni di essi in realtà, la soglia non è il tema cardine del progetto ma è un elemento che viene delineato attraverso il progetto stesso. Si tratta di lavori che affrontano l'apertura verso l'esterno o piuttosto l'estensione degli spazi interni con l'intento di creare un dialogo interno-esterno. In altri casi invece, il tema della soglia è affrontato piuttosto traducendolo in elementi tecnologici che hanno insito il concetto di delimitazione di uno spazio all'interno di un sistema (come nel caso di MVRDV). I casi studio sono serviti come supporto per le scelte architettoniche e compositive che verranno esplicitate successivamente.

“LA SERRE”

MVRDV

2017

ISSY-LES-MOULINEUX, FRANCIA



Il progetto di MVRDV nasce a partire dalla volontà di incoraggiare i legami sociali all'interno di una città che risente dello sprawl urbano che amplifica la distanza sociale. Si tratta di un micro-villaggio verticale dove i concetti di convivialità e coesione sociale sono il punto di partenza nella costruzione dell'edificio. Quest'ultimo, alto 50m, è composto da 111 appartamenti racchiusi all'interno di una grande serra, all'interno della quale si sviluppano terrazze condivise. Infatti, lo spazio interstiziale fra l'involucro edilizio e la serra, è uno spazio che non ha una dimensione né urbana, né domestica, ma ospita funzioni che attualmente sono carenti nelle città. Dell'intero edificio circa il 30% è costituito da spazi esterni come volontà di proiettare la vita quotidiana verso l'esterno progettando ampi spazi vivibili. Attraverso uno studio della vegetazione accurato, viti, piante aromatiche, orti, fiori e alberi si articolano fra di loro immergendosi nelle terrazze esterne, verande e unità abitative.

Tali spazi esterni sono collegati verticalmente attraverso delle scale esterne, creando così luoghi di aggregazione e per il tempo libero.

La volontà di stimolare la socialità emerge anche dalla progettazione del piano terra dell'edificio (500mq di area commerciale) e dalla presenza di tetto ad uso condominiale con specie vegetali.

Si tratta dunque di un edificio raccolto all'interno di una serra dove la vegetazione e gli spazi comuni creano un luogo dove condivisione, relax e comfort acustico e termico sono termini caratterizzanti.

Nel complesso, oltre alla creazione di un intero spazio bioclimatico, l'attenzione verso tematiche legate al rispetto per l'ambiente è risolta anche attraverso l'utilizzo di materiali per la costruzione di origine biologica e l'efficienza energetica dell'edificio assicurato dalle proprietà termiche della serra.



Render del progetto La Serre.



Render del progetto La Serre.

“GIARDINI D’INVERNO”

CAPUTO PARTENERSHIP INTERNATIONAL

2017

MILANO, ITALIA



Render del progetto Giardini d'Inverno.

L'edificio si compone di tre corpi di fabbrica, di cui due di altezza inferiore e uno di 16 piani fuori terra per un totale di 13.000 mq di spazi commerciali e 127 appartamenti di diverse dimensioni, con terrazze e serre, elementi caratterizzanti del progetto. Il prospetto, infatti, si articola grazie alla presenza di balconi, *bay window* che consentono alle singole unità un collegamento con l'esterno; si tratta infatti di vere e proprie estensioni degli spazi interni, dove pannelli con listelli di vetro fungono da sistemi ombreggianti e fanno sì che lo spazio sia protetto nonostante l'apertura verso l'esterno.

In totale sono state progettate 110 serre, pensate come giardini in quota dove specie vegetali differenti, piante decorative, fiori, piccoli orti domestici, rampicanti e alberi da frutto possono essere gestiti in maniera individuale o condominiale. Ogni serra è dotata di un sistema tecnologico che controlla la temperatura ed è chiusa da un involucro a lamelle in vetro orientabili al fine di creare un microclima ideale per la crescita della vegetazione.

Dall'ingresso al piano terra si accede ai cinque vani scala che servono l'intero edificio; in aggiunta si susseguono spazi destinati ad uso comune (piscina e SPA, zona fitness, spazi comuni) e ad esercizi commerciali (ristoranti, bakery).

È stata rivolta particolare attenzione anche sotto il profilo dell'efficienza energetica e del rispetto ambientale attraverso sistemi che sfruttano la geotermia e tramite l'installazione di pannelli fotovoltaici in copertura; inoltre sono state adottate alcune strategie per conferire comfort acustico: isolamento dell'intero edificio mediante una facciata ad elevato isolamento acustico, solai fonoisolanti per attenuare la propagazione del rumore d'urto e di calpestio, pareti divisorie fonoisolanti fra i diversi alloggi.

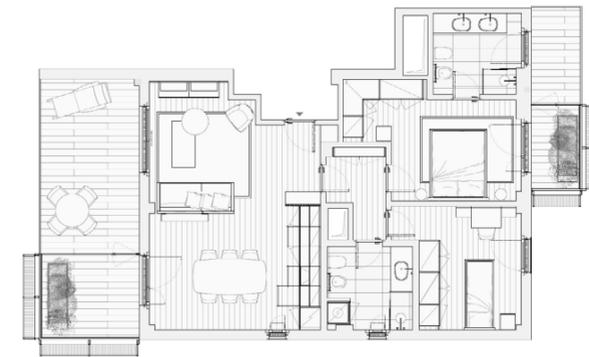


Render del progetto Giardini d'inverno.

PROSPETTO



TIPOLOGIA APPARTAMENTO 131mq



Render del progetto Giardini d'inverno.

“CURTAIN WALL HOUSE”
SHIGERU BAN ARCHITECTS
1995
TOKYO, GIAPPONE



Fotografia di Curtain Wall House.

La Curtain Wall House è stata progettata in modo tale da essere il più possibile aperta verso l'esterno. Partendo dal concetto delle "shoji e fusuma" tipiche della tradizione giapponese, l'architetto ha riproposto una sottile membrana che funge da sistema di ombreggiamento e consente la ventilazione naturale. Dietro le tende, ampie vetrate scorrevoli separano l'ambiente interno da quello esterno. Si tratta dunque di un involucro leggero, non strutturale, posto ad est e a sud, che racchiude lo spazio andando a definire un'ampia terrazza coperta su due livelli. Gli spazi sono flessibili, per rispondere al meglio alle volontà del committente. L'intento era quello di fondere l'interno e l'esterno, estendendo gli spazi attraverso tale spazio intermedio che tramite l'apertura di una tenda appartiene sia all'ambiente esterno che a quello interno. Tale tenda a tutta altezza fra primo e secondo piano controlla vista, luce e vento, fungendo da "muro divisorio" permeabile. In inverno invece, le porte vetrate e le tende possono essere completamente chiuse. Nel complesso, anche la struttura mostra leggerezza: l'esposizione delle tre colonne contribuisce al senso di trasparenza, rivelando uno stile minimalista e mettendo in risalto la semplicità e la modernità dell'architetto.



Fotografia di Curtain Wall House



“CITE’ MANIFESTE”
LACATON & VASSAL
2005
MULHOUSE, FRANCIA



Vista esterna dei giardini d'inverno di Cité Manifeste

Questo progetto di case sociali degli architetti Lacaton & Vassal è costituito da tre strutture-serra parallele fra di loro disposte longitudinalmente.

All'interno si inseriscono 14 unità abitative poste su due livelli, di diversa metratura (da 102mq a 187mq) affinché ogni abitazione fosse adattabile alle esigenze e alle abitudini dell'utente.

Dall'esterno dunque emerge l'idea di inserire gli alloggi all'interno di un grande contenitore che rappresenta una e vera propria serra la cui struttura è in metallo zincato e rivestita da pannelli di polycarbonato.

Al piano terra una struttura composta da travi e pilastri sorregge una piattaforma alta 3 metri, sulla quale sono state costruite le diverse serre per ciascun alloggio. L'obiettivo degli architetti era quello di realizzare abitazione qualitativamente più confortevoli e di dimensioni maggiori a costi inferiori rispetto alle residenze convenzionali.

Ogni unità abitativa doveva essere aperta, libera e luminosa, motivo per cui è stata realizzata con una struttura prefabbricata in cemento che ha consentito la realizzazione di ampie superfici vetrate; inoltre la struttura in polycarbonato al primo piano ha consentito la realizzazione di appartamenti lunghi 18 metri dove la luce arriva in tutta la loro profondità. Anche all'interno non prevale la presenza di pareti divisorie permettendo così una continuità e una flessibilità spaziale.

Verso l'esterno invece ogni alloggio è provvisto di una serra, spazio abitativo inteso come un'estensione, di cui una parete è isolata e riscaldata, mentre dall'altro lato le aperture consentono la ventilazione interna. Secondo lo stesso principio della serra, attraverso l'utilizzo di dispositivi di climatizzazione automatizzati, è stato possibile creare all'interno di tale spazio un ambiente bioclimatico.

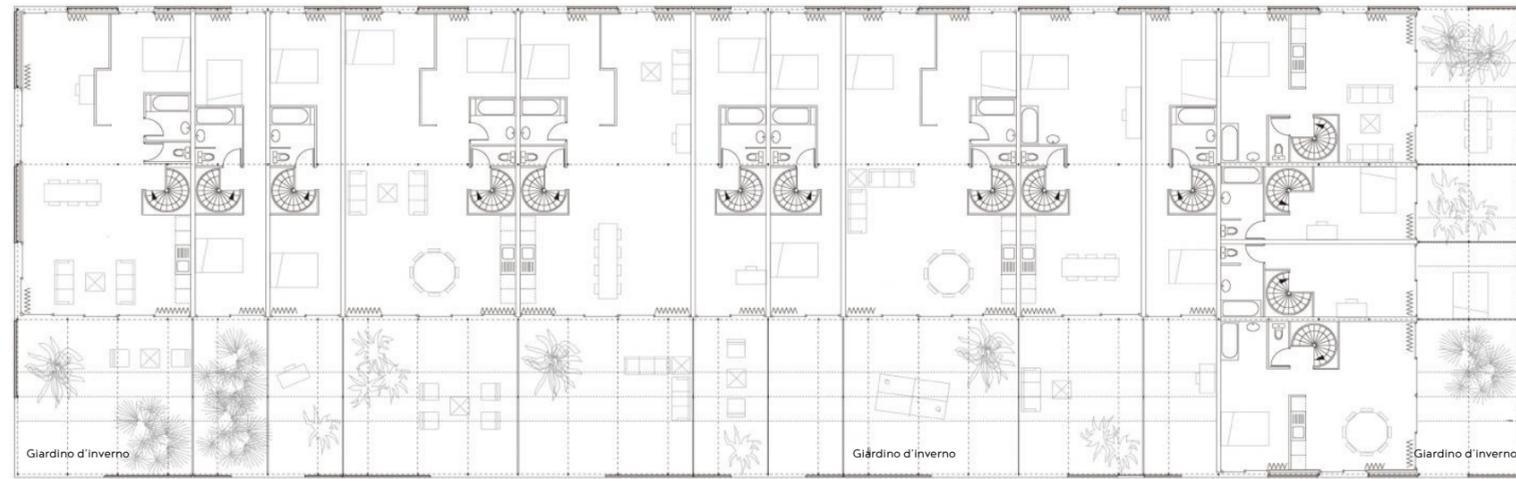


Vista interna di un alloggio di Cité Manifeste.

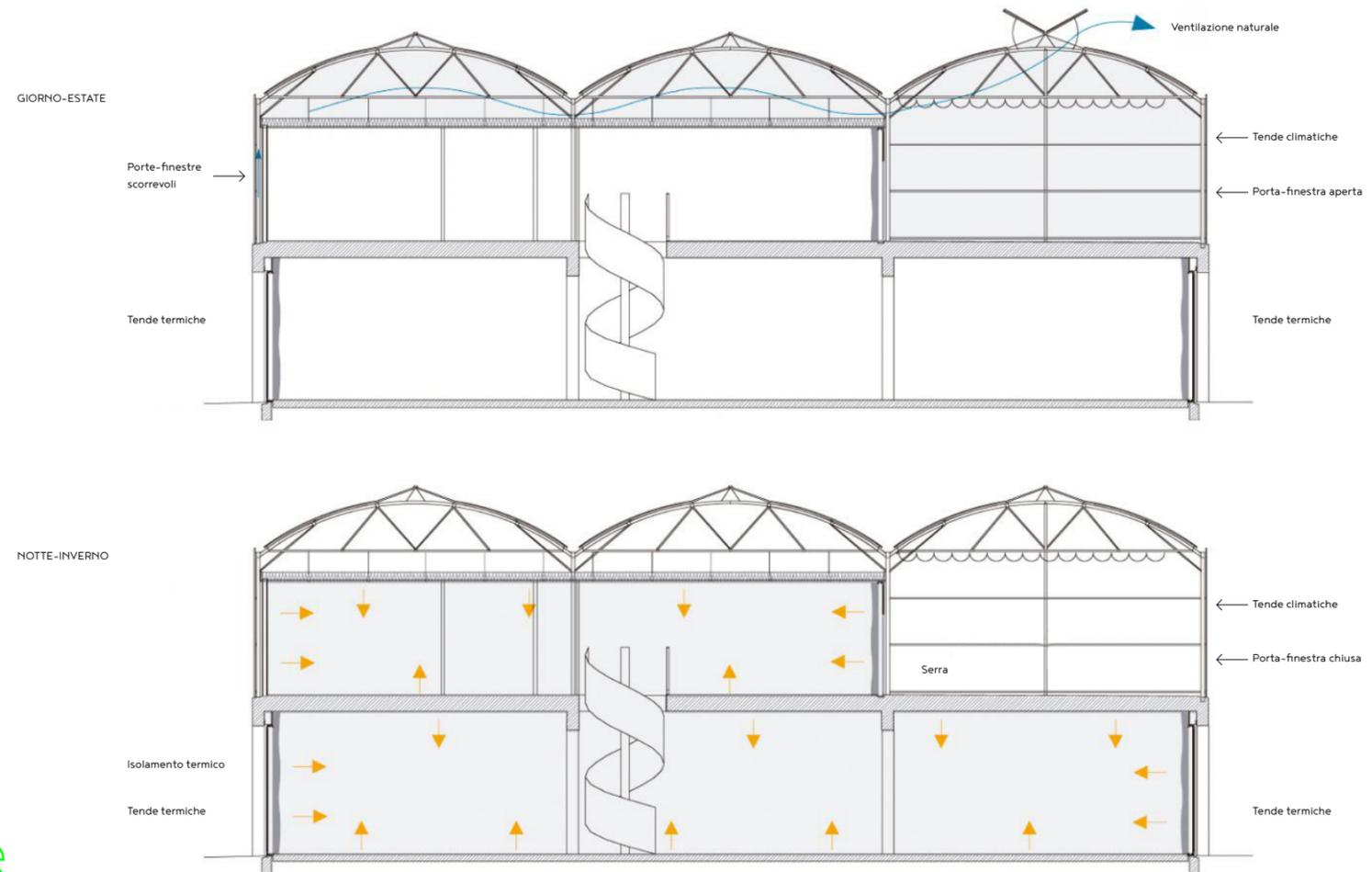


Vista interna di un giardino d'inverno di Cité Manifeste.

PIANTA PIANO PRIMO



SEZIONI



4.3 Progetto

Il lotto di progetto si inserisce all'interno del quartiere Aurora, parte della circoscrizione 7 della città di Torino. Il quartiere è una delle aree di più antica urbanizzazione: lo sviluppo di importanti interventi infrastrutturali come la ferrovia, la stazione Dora e lo scalo merci fu un punto di partenza per la nascita di nuovi poli industriali che comportò uno spostamento della popolazione all'interno dell'area.

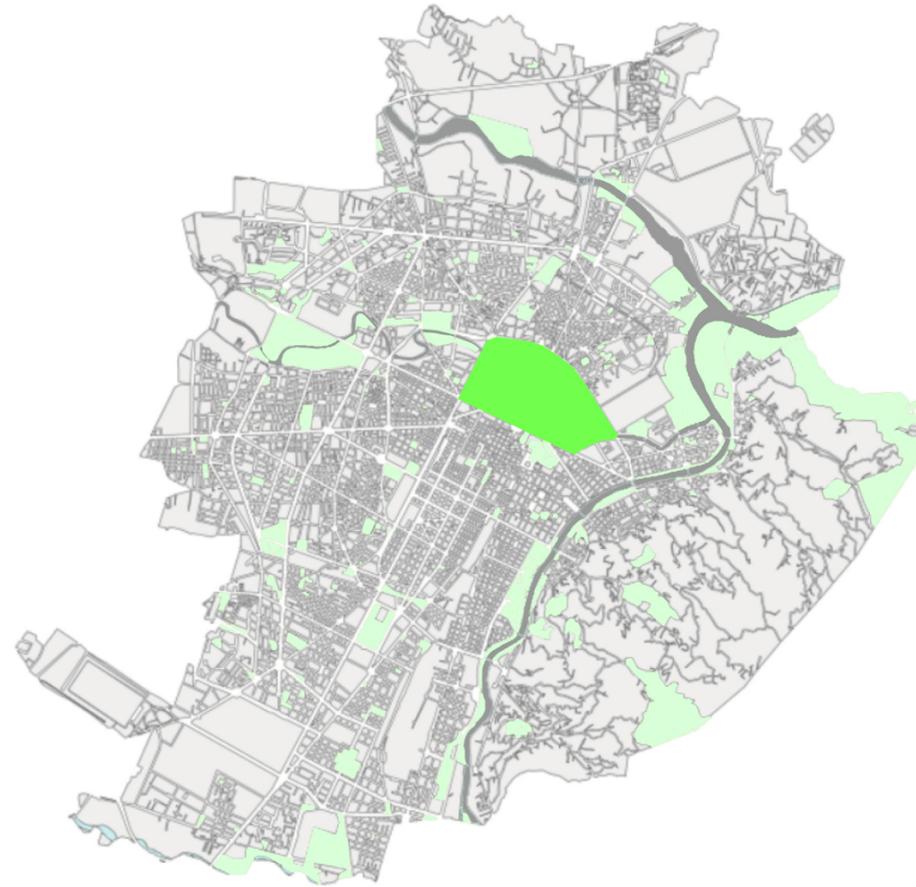
Delimitata dalle principali arterie della città (corso Regina Margherita a sud, corso Vigevano a nord e corso Principe Oddone a ovest), borgo Aurora, nonostante la vicinanza rispetto al centro di Torino, nella sua complessità risulta essere molto lontana dalle dinamiche culturali, sociali ed economiche del centro storico torinese. Al suo interno il quartiere si suddivide a sua volta in tre sottozone: borgo Dora e Valdocco che ospitano due fulcri della città, ovvero il mercato di Porta Palazzo e il Balon (storico mercato delle pulci); borgata Aurora, caratterizzata da un passato industriale, manifesta la sua identità di quartiere operaio con la presenza di botteghe di artigianato, piccoli negozi e aree dismesse come le ex

OGM; infine borgo Rossini in cui negli ultimi anni si sono verificate trasformazioni di riqualificazione urbana, il cui riuso di edifici industriali ha mostrato un cambiamento delle condizioni socio-economiche.

L'intero quartiere, con una superficie di 2740 km², un totale di 41.600 abitanti e una densità abitativa di 18.580 ab/km² (pari circa a tre volte la media di Torino), si prospetta come il più popoloso della città. La crescita demografica, verificatasi negli ultimi anni, è dovuta ad un incremento esponenziale principalmente della popolazione straniera pari al 36,4%, percentuale molto elevata rispetto alla media cittadina (15%). Le diversità culturali ed economiche che caratterizzano il quartiere rendono l'area problematica sotto gli aspetti di sicurezza, degrado e abbandono degli immobili e la molteplicità di nazionalità presenti (marocchina, cinese, egiziana, nigeriana, bengalese, senegalese e pakistana) trovano in Aurora una dimensione della vita accessibile, grazie ai canoni di locazione molto bassi ed una facilità dal punto di vista delle opportunità di lavoro non qualificato, dovuta proprio alla vicinanza del mercato di Porta Palazzo.

Il passato industriale di Aurora, si riflette oggi nel tessuto urbano, caratterizzato da edifici dismessi, aree abbandonate e un complessivo stato di disordine dovuto alla stratificazione e sovrapposizione degli edifici nel corso del tempo. La presenza di spazi residuali e vuoti urbani crea un territorio frammentato ed una mixité dal punto di vista della struttura del tessuto urbano.

Negli ultimi anni però, la nascita di nuovi poli attrattivi come la nuvola Lavazza (opera dell'architetto Cino Zucchi) e il Campus Einaudi è stata determinante anche per lo spostamento, all'interno del quartiere, di studenti, artisti e residenti. Confrontano i dati percentuali, la città di Torino presenta un livello di pessimo stato di conservazione degli edifici pari al 11,6%, mentre ad Aurora raggiunge il 21%,



Rielaborazione planimetria della città di Torino in cui si evidenzia il quartiere Aurora.
Fonte: <http://geoportale.comune.torino.it/web/>

dato significativo per comprendere la condizione del patrimonio edilizio in cui versa il quartiere. A questo si aggiunge una qualità della vita molto scarsa dovuta alla presenza di alloggi con una vocazione originaria non residenziale - quindi non regolamentari - o sottodimensionati rispetto alla numerosità di persone che dovrebbero ospitare. Oggi, le vicende relative alla pandemia da Covid-19 hanno influito in maniera negativa sugli aspetti legati alle occupazioni abusive peggiorando ancor di più la situazione socio-economica della popolazione di Aurora.

In virtù di questa prospettiva, è importante sottolineare che le crescenti ondate di sviluppo demografico e le conseguenti esigenze da parte dei residenti hanno indotto interventi di edilizia sociale, con l'obiettivo di rispondere a queste situazioni di disagio abitativo, attraverso progetti mirati all'incremento edilizio a basso costo e rivolto a fasce della popolazione meno abbienti. Inoltre, la multietnicità, fonte di sperimentazione e innovazione, e i prezzi vantaggiosi dei locali, ha permesso una diffusione di gallerie d'arte, studi di artisti e centri culturali all'interno del quartiere, andando così a segnare uno sviluppo dell'area anche dal punto di vista culturale.







La progettazione del lotto prende forma e partire da diverse considerazioni. Prima fra tutte, è necessario specificare che il lotto di progetto rientra nel Piano Regolatore di Torino come una Zona Urbana di Trasformazione (ZUT). Ciò vuol dire che sono previste delle specifiche apposite che fanno riferimento a destinazioni d'uso e aree edificabili.

Fra i diversi aspetti vi è anche l'edificato interno al lotto; decidere cosa demolire e cosa conservare è stato il primo step della definizione dell'area. Il lotto, che si caratterizza per una forte disomogeneità e sovrapposizione di edifici, ha una natura piuttosto complessa. Pertanto, si è deciso di intervenire demolendo tutti i bassi fabbricati e molti edifici privi di un'identità caratterizzante. In questo modo si sono così venuti a creare diversi cortili interni con differenti livelli di accessibilità. Da qui si collega il secondo aspetto identificativo dell'area, l'orografia. Rispetto alla situazione della città di Torino, questo lotto presenta un dislivello presente da corso Vigevano a via Saint Bon, un dislivello che ha caratterizzato la progettazione interna del lotto poiché ha consentito la suddivisione dello spazio.

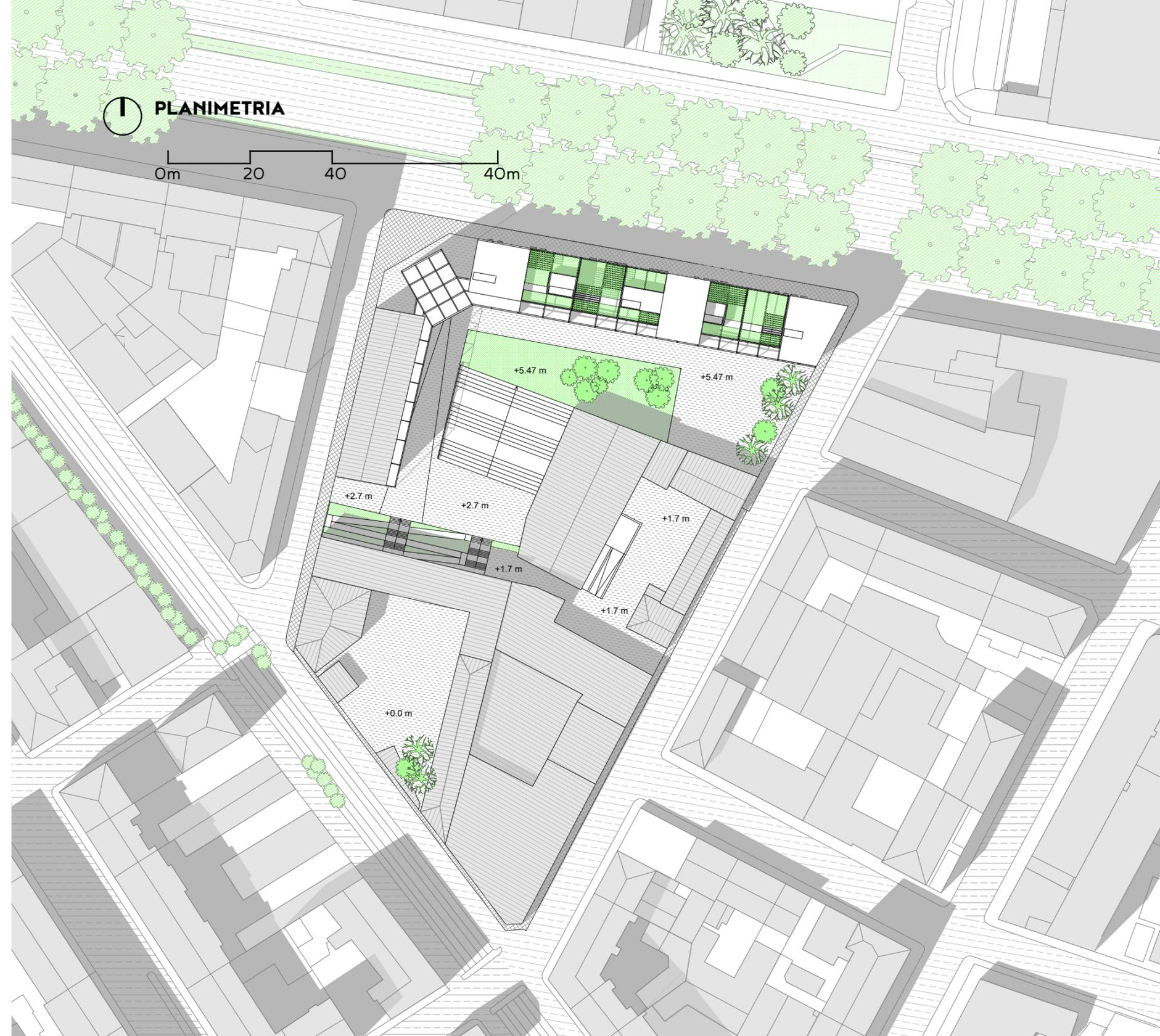
Le scale progettate interne al lotto non permettono solo di superare un dislivello ma nel nostro caso rappresentano ciò che consente di delimitare lo spazio. L'intento è stato realizzare, all'interno del lotto, spazi che siano sia ad uso pubblico che privato, facendo sì che non siano strettamente pubblici o privati in maniera determinante. Gli spazi di transizione presenti consentono ad ogni sfera di poter essere pubblica o privata e viceversa.



Per quanto concerne l'accessibilità interna al lotto, si è scelto di consentirne l'ingresso per ogni lato, identificando come principale quello da corso Vigevano, attraverso degli spazi porticati. Una volta, definiti gli edifici da conservare, il lotto è stato organizzato in microaree con funzioni e usi diversi, collegate fra di loro. Si è scelto di mantenere la funzione esistente dell'edificio della Noire Gallery e di convertire gli edifici ad esso adiacenti andando a definire un centro culturale. L'edificio all'angolo fra via Saint Bone via Piosasco è stato riconvertito in un centro polifunzionale, mantenendo intatta la sua architettura. La microarea adiacente, posta all'angolo fra via Giaveno e via Saint Bon con un edificio attualmente ad uso residenziale, è stata ripensata con funzione di residenza universitaria.

In ultimo, l'area che ospita l'edificio di progetto studiato, è quella rivolta verso corso Vigevano. Qui vi sono a sua volta altre tre suddivisioni:

- l'edificio esistente su via Giaveno con funzione residenziale, al quale è stato applicato un retrofit oltre ad un piccolo ampliamento;
- l'edificio protagonista del progetto costituito da una preesistenza di due piani fuori terra con ampliamento e sopraelevazione di ulteriori quattro piani;
- la soluzione d'angolo che consta di una serra ad uso degli utenti dei due manufatti adiacenti, che si pone come elemento di connessione tra le due maniche e di chiusura dell'angolo stesso. E' fondamentale evidenziare, ai fini del progetto, che quest'ultima porzione di lotto analizzata è stata unificata internamente al cortile, attraverso un disegno di facciata comune tradotto in tre diverse configurazioni a seconda delle tre suddivisioni appena elencate. Nel caso di edificio con retrofit, la griglia segue la scansione della facciata dell'edificio, definendo balconi più ampi; per la serra la griglia diventa la struttura stessa dell'edificio. La terza viene specificata di seguito.





ASSONOMETRIA - VISTA NORD

0m 10 20 40m



ASSONOMETRIA - VISTA SUD

0m 10 20 40m



L'edificio di progetto è rivolto da un lato lungo un corso trafficato e a scorrimento veloce, dall'altro verso l'interno cortile del lotto di cui ne è parte. Pertanto, il manufatto costituisce una delimitazione di due ambiti con vocazioni differenti, dove l'idea dell'esterno e interno si fonde nella progettazione dell'ex edificio industriale, facendo dello stesso uno spazio soglia.

Il modo in cui l'edificio gioca il ruolo di limes si traduce nella configurazione di due facciate totalmente dissimili. Se da una parte la facciata nord viene trattata con strategie architettoniche mirate al comfort acustico, quella rivolta verso sud riveste un ruolo di connessione diretta verso uno spazio più intimo. L'obiettivo è quello di coniugare, in un unico elemento architettonico - che è l'edificio - due contesti opposti per esasperare il valore della soglia nell'edificio stesso.

Attraverso un ordine gerarchico sono emersi tre diversi livelli, per i quali il concetto di soglia è stato sviluppato diversamente. In primis, l'edificio; in secondo luogo, le due facciate; infine, gli arretramenti a nord e gli aggetti a sud. Questi ultimi sono spazi intermedi che fungono da filtro fra privato e pubblico e con tre diverse forme fanno sì che l'ambiente interno non finisca nel punto in cui vi è la vera e

propria soglia architettonica, ma si espanda al di fuori con un'estensione dello spazio abitabile.

Ciascuna unità abitativa è stata progettata in modo tale da avere l'affaccio sia sul fronte nord che su quello sud, motivo per cui ogni vano scala serve due appartamenti per piano.

La scelta di porre la zona giorno verso il cortile interno e la zona notte verso corso Vigevano è stata dettata dall'orientamento dell'edificio: nonostante la presenza di un corso trafficato si è scelto di consentire l'affaccio a sud a cucina e soggiorno per permettere l'estensibilità di tali spazi.

Per quanto riguarda la configurazione architettonica definitiva della facciata rivolta verso nord, la progettazione è stata affiancata dall'uso del software Odeon, con il quale sono state effettuate delle misurazioni per ottenere una facciata che rispondesse in modo ottimale alle condizioni di comfort acustico.

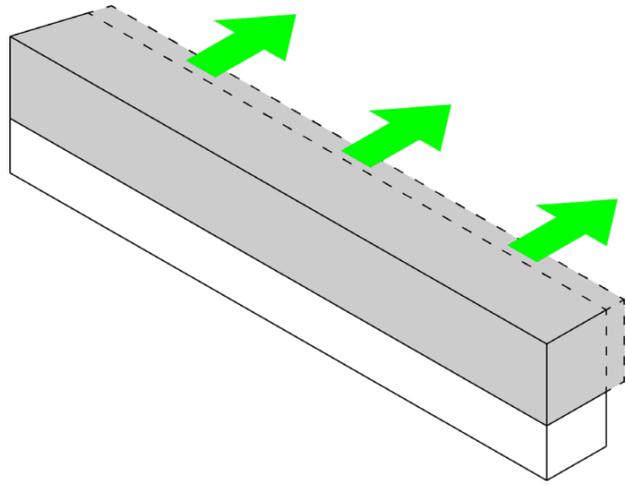
Diversamente, rivolgendoci a sud, è stata progettata una "griglia" metallica che si ancora all'edificio e che segue la scansione dei pilastri esistenti, all'interno della quale sono stati progettati appositi spazi-filtro, riconducibili a tre categorie:

- balconi con pannelli scorrevoli brise-soleil al fine di creare maggior ombreggiamento;

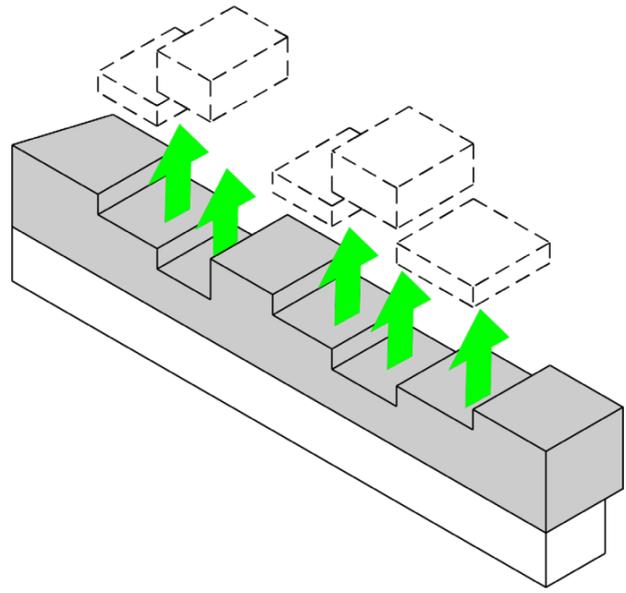
- piccole serre ad uso individuale con listelli orientabili in vetro per permettere la chiusura totale del volume della serra;

- giardini d'inverno, intesi come spazi di ampliamento dell'unità abitativa, che attraverso serramenti in vetro creano un ulteriore ambiente abitabile.

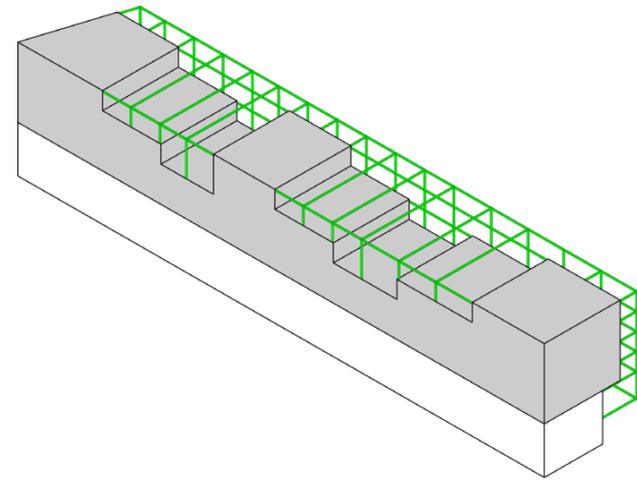
SOPRAELEVAZIONE



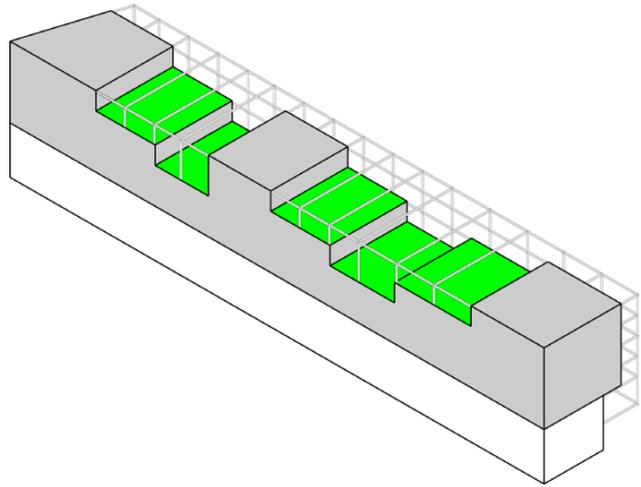
SCOMPOSIZIONE



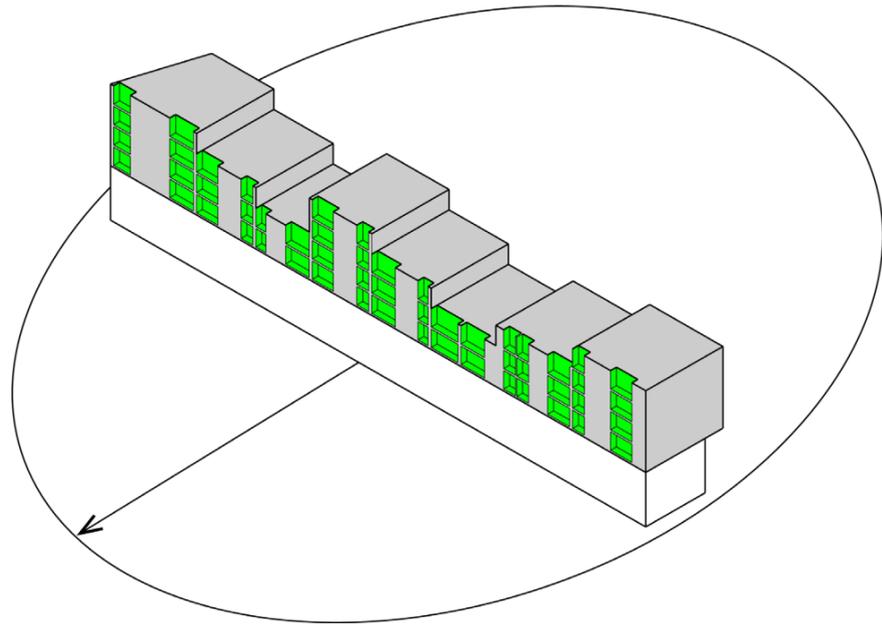
MODULARITA'



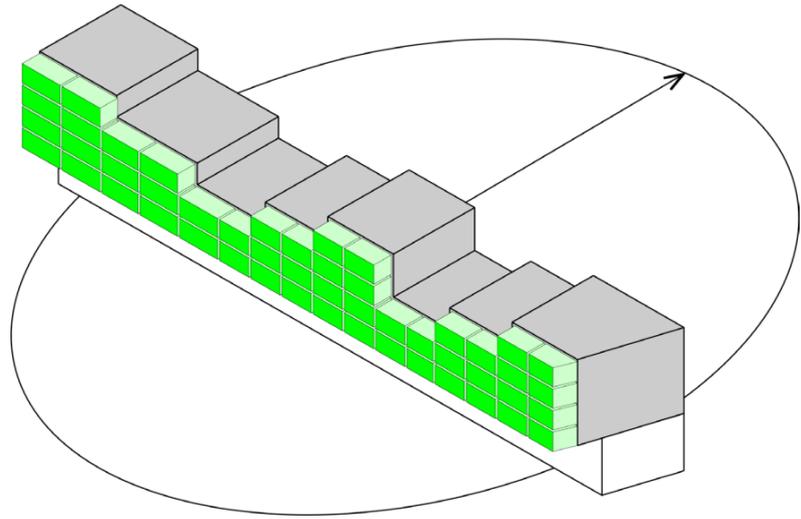
INVERDIMENTO



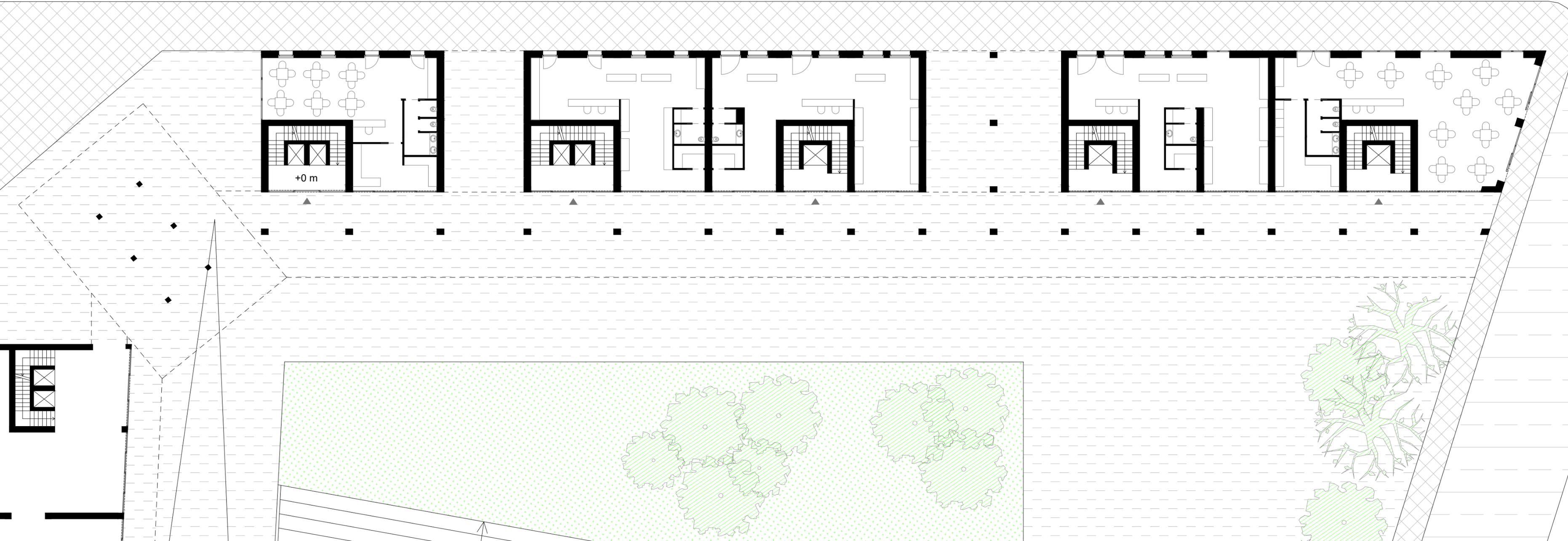
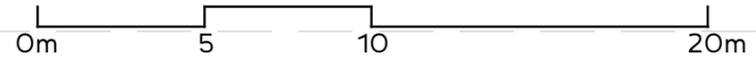
ARRETRAMENTI



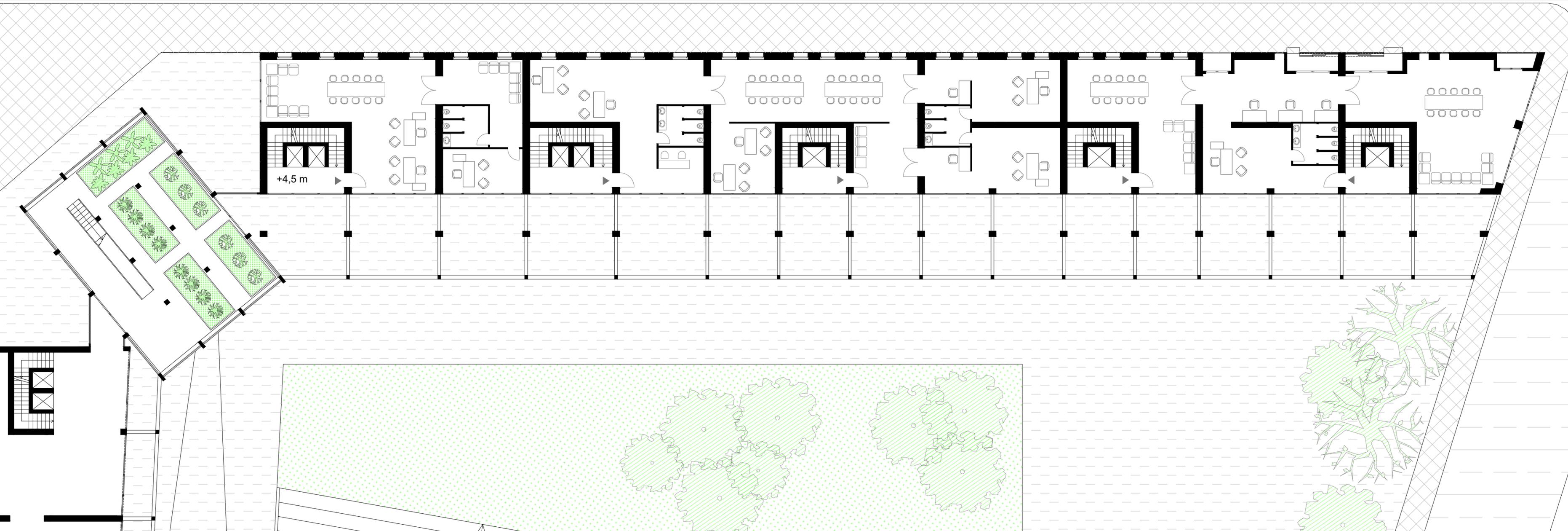
ADDIZIONI



PIANTA PIANO TERRA ESISTENTE



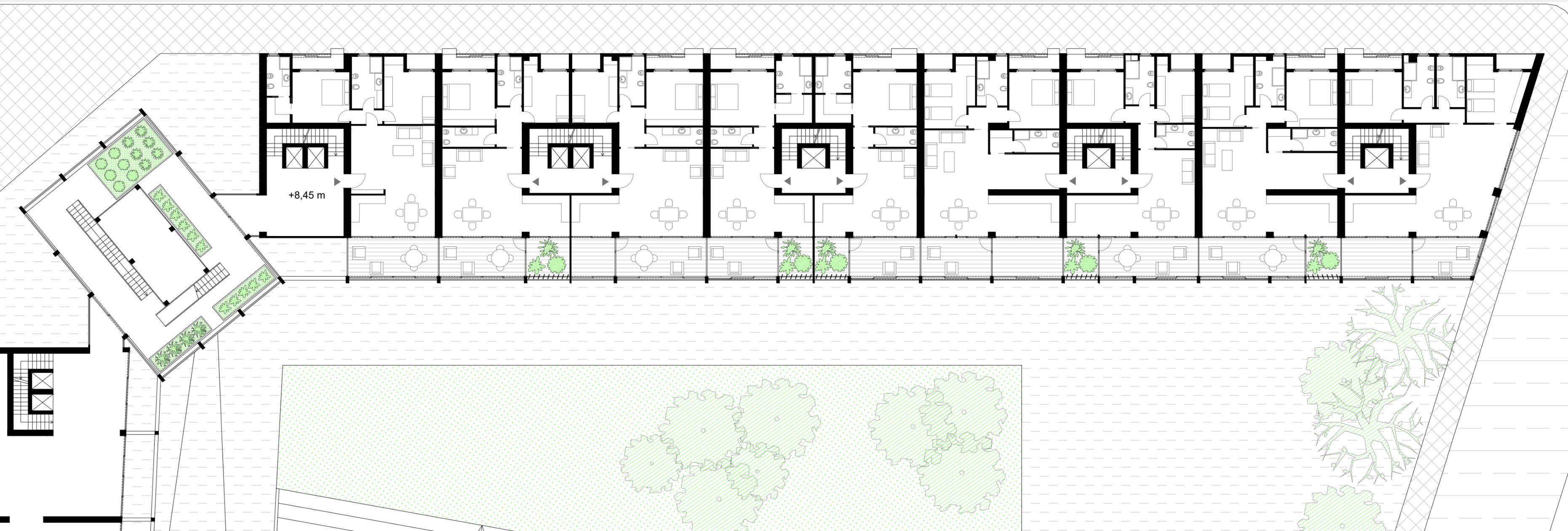
PIANTA PIANO PRIMO ESISTENTE



+4,5 m

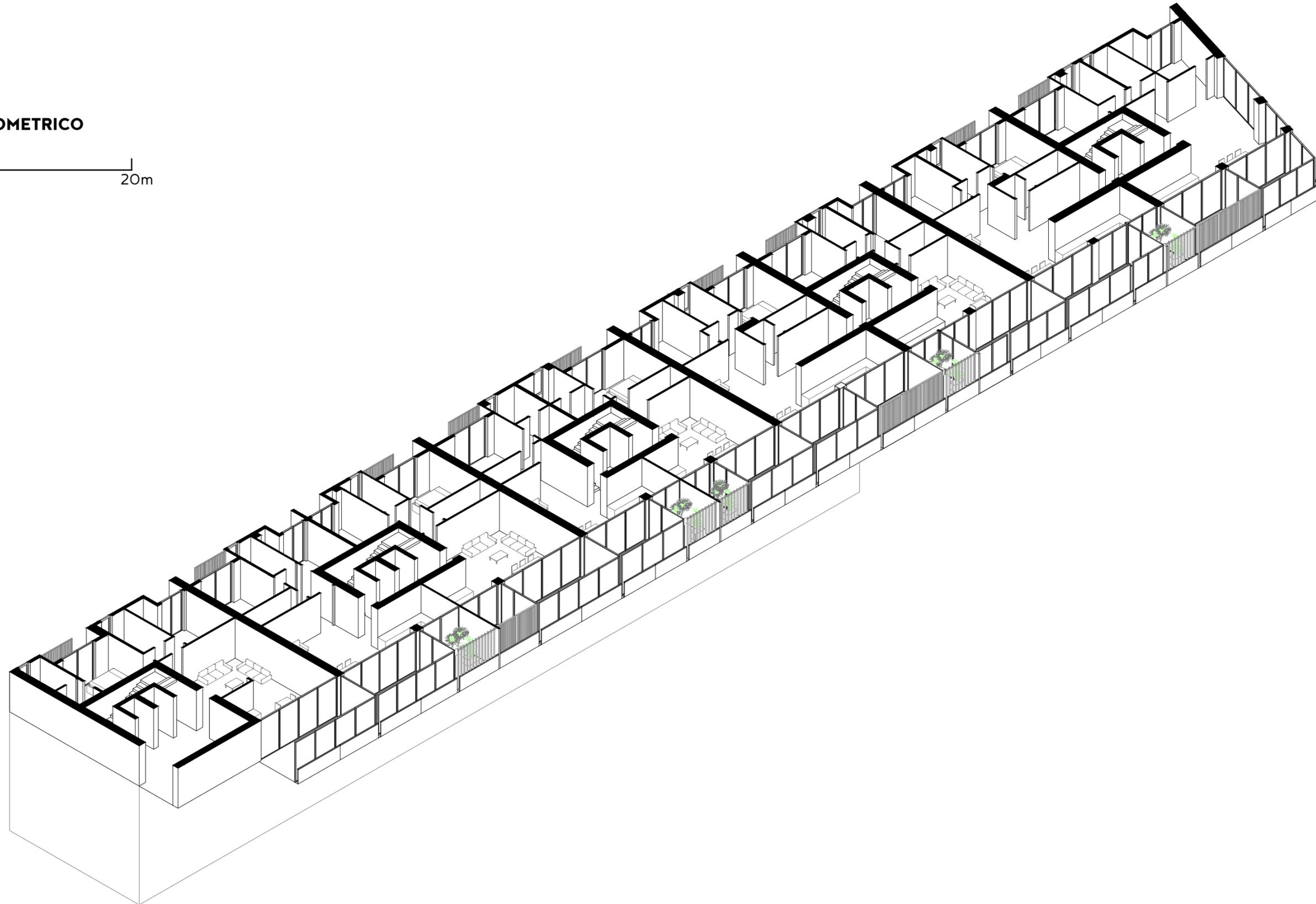
PIANTA PIANO SECONDO

0m 5 10 20m

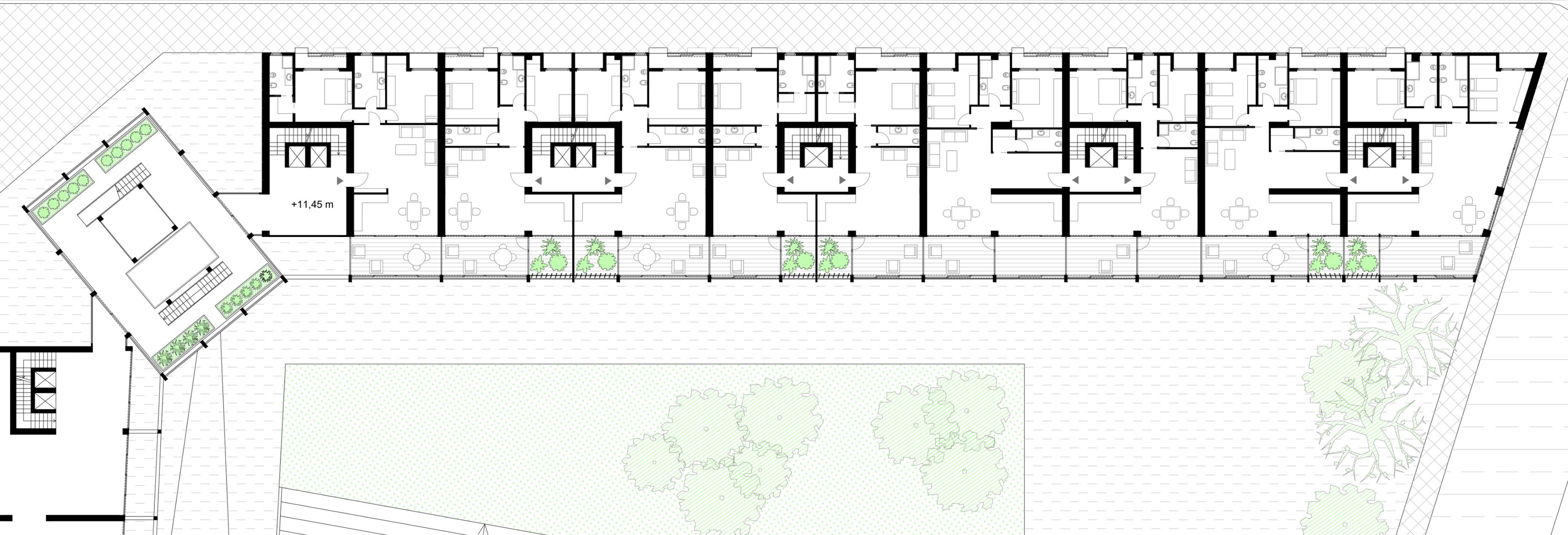
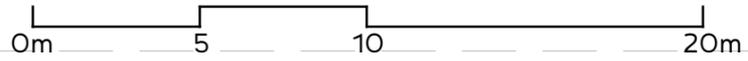


SPACCATO ASSONOMETRICO

0m 5 10 20m

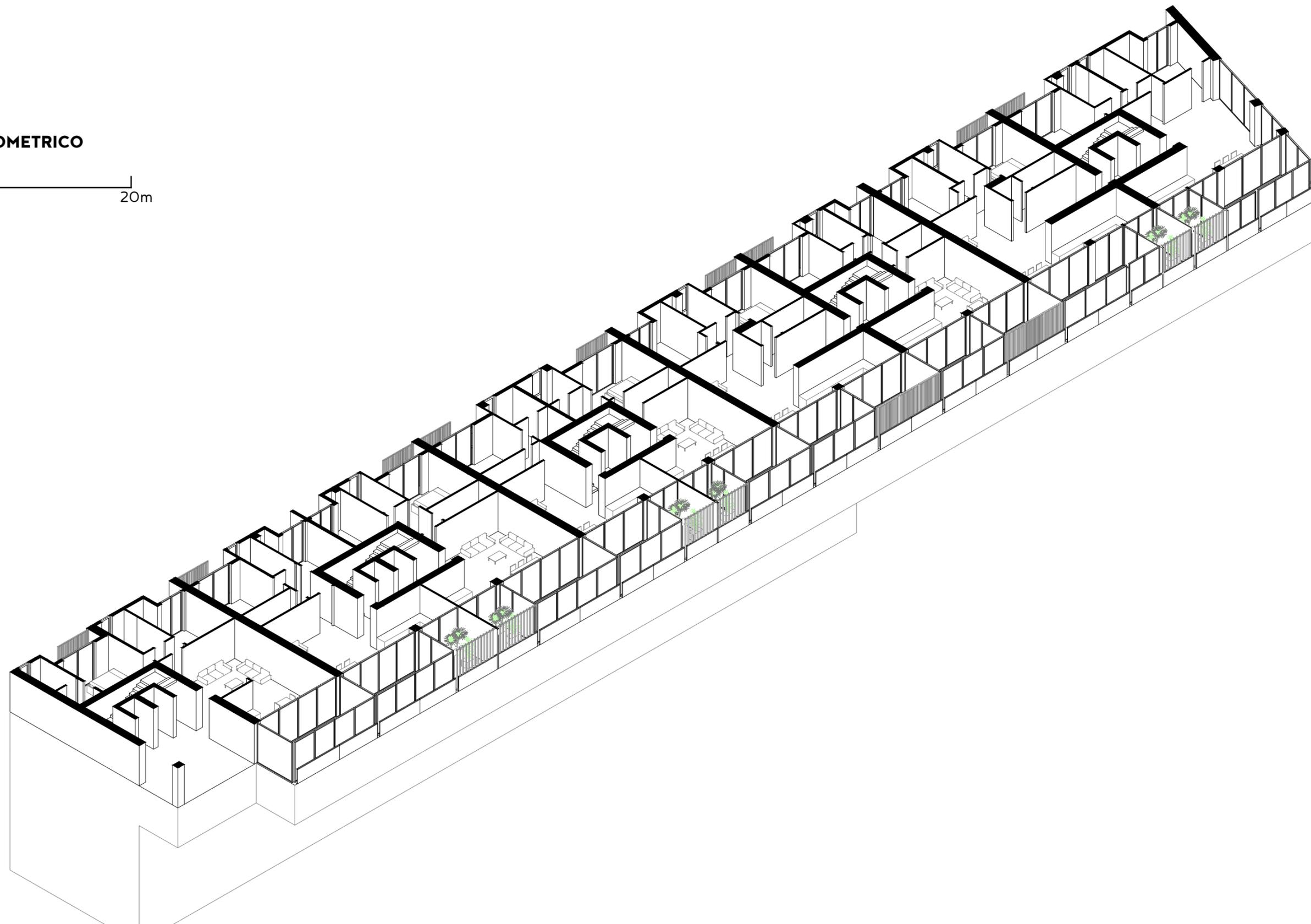


PIANTA PIANO TERZO

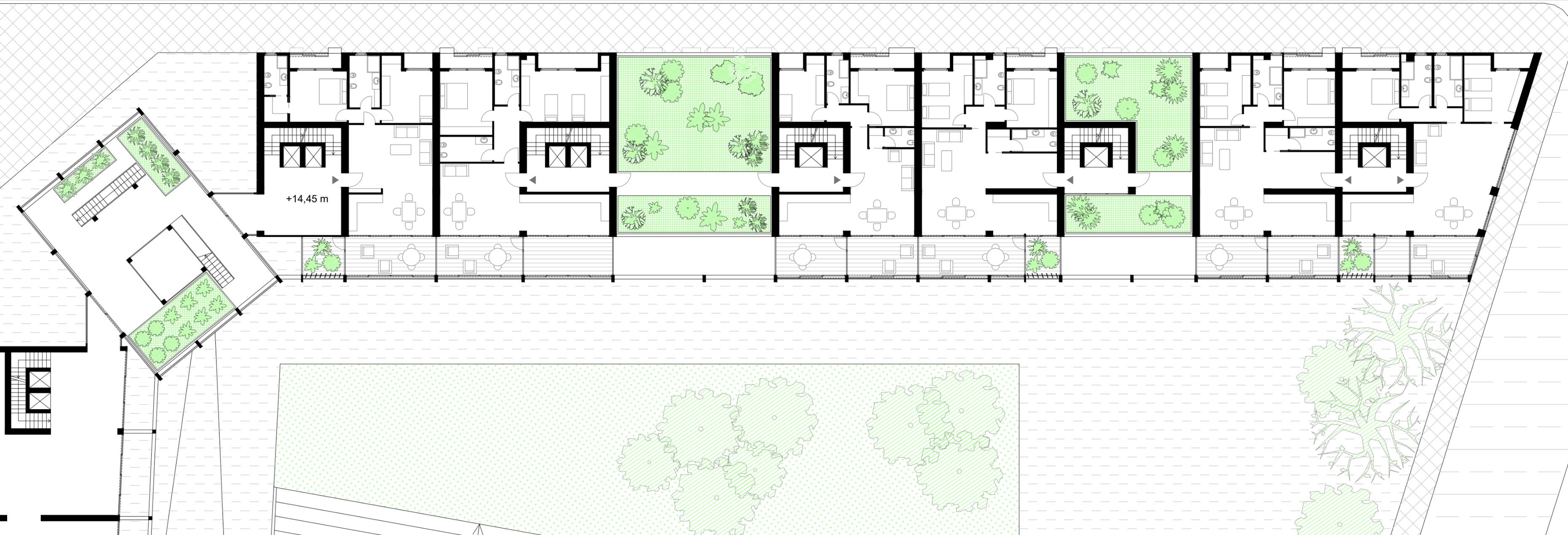
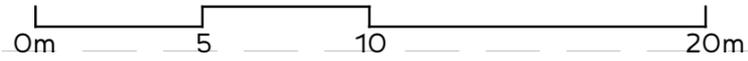


SPACCATO ASSONOMETRICO

0m 5 10 20m

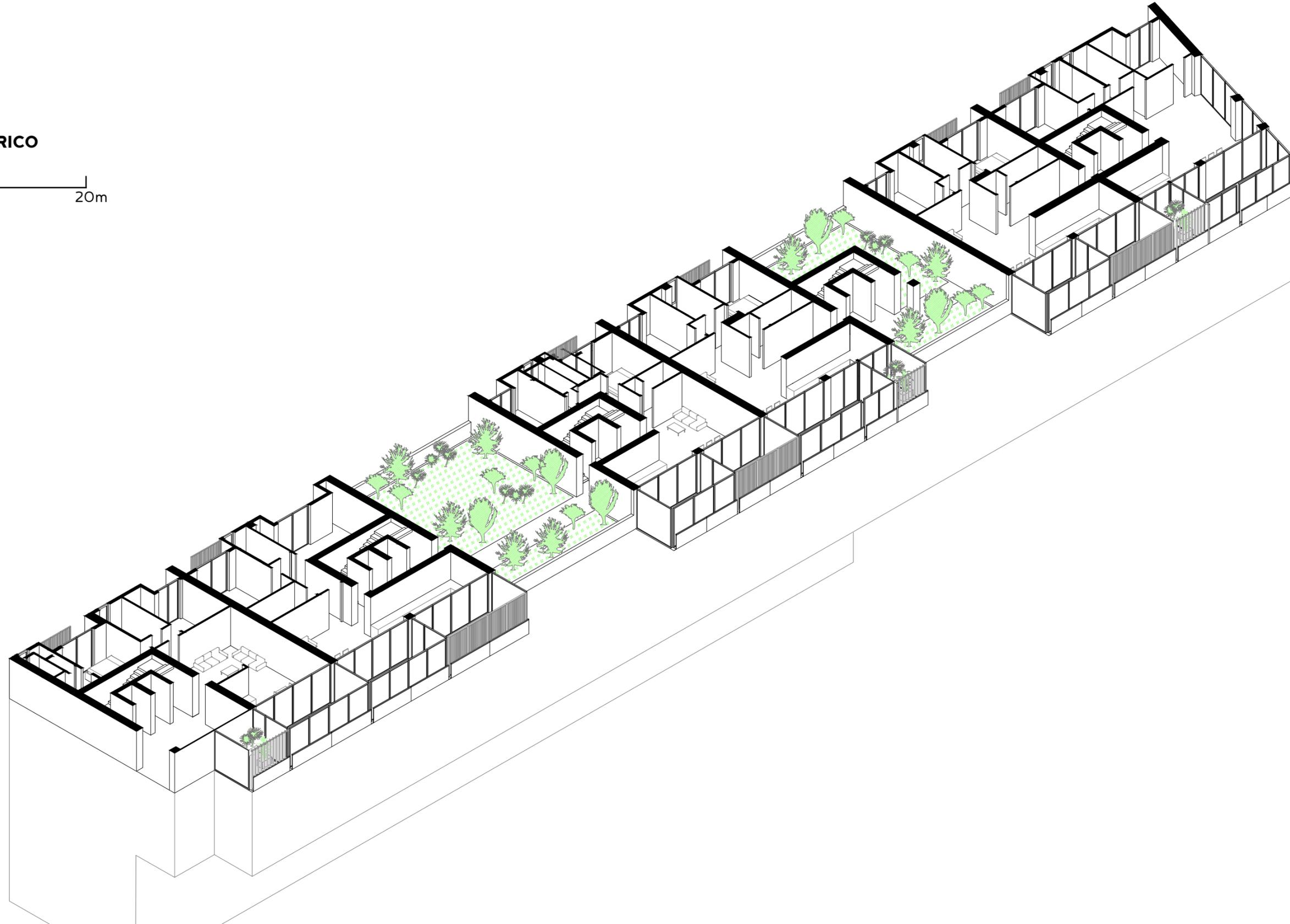


PIANTA PIANO QUARTO

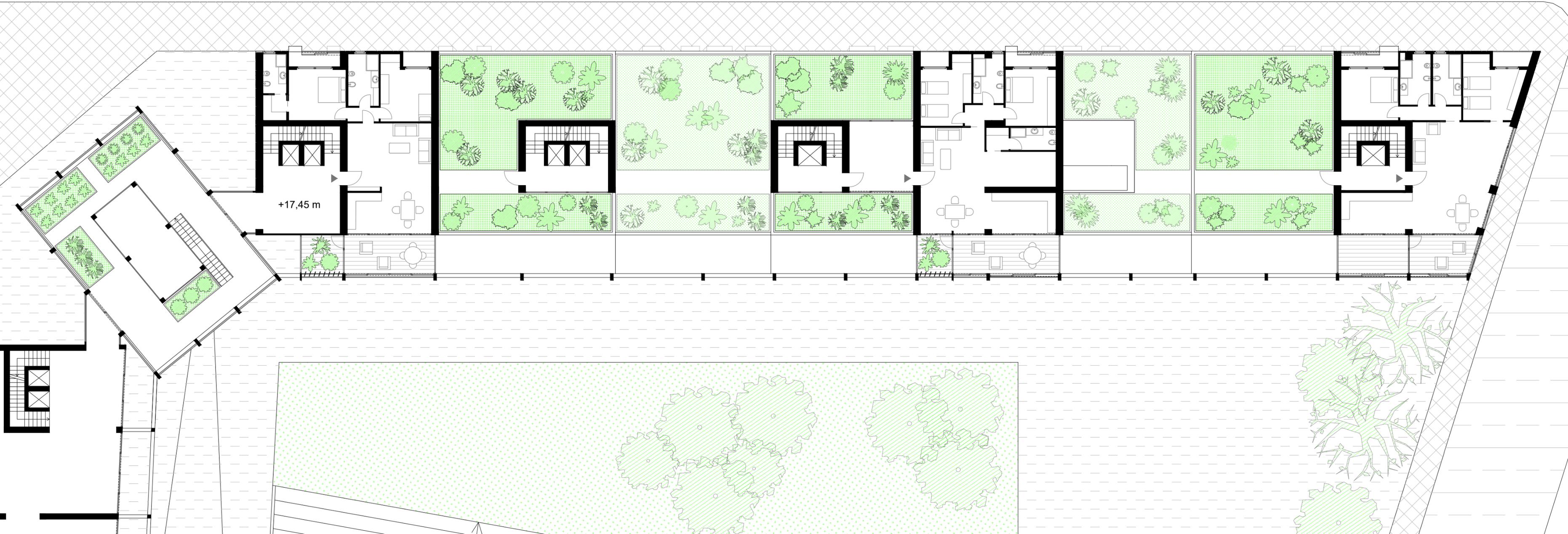
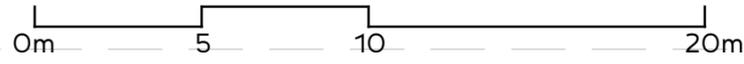


SPACCATO ASSONOMETRICO

0m 5 10 20m

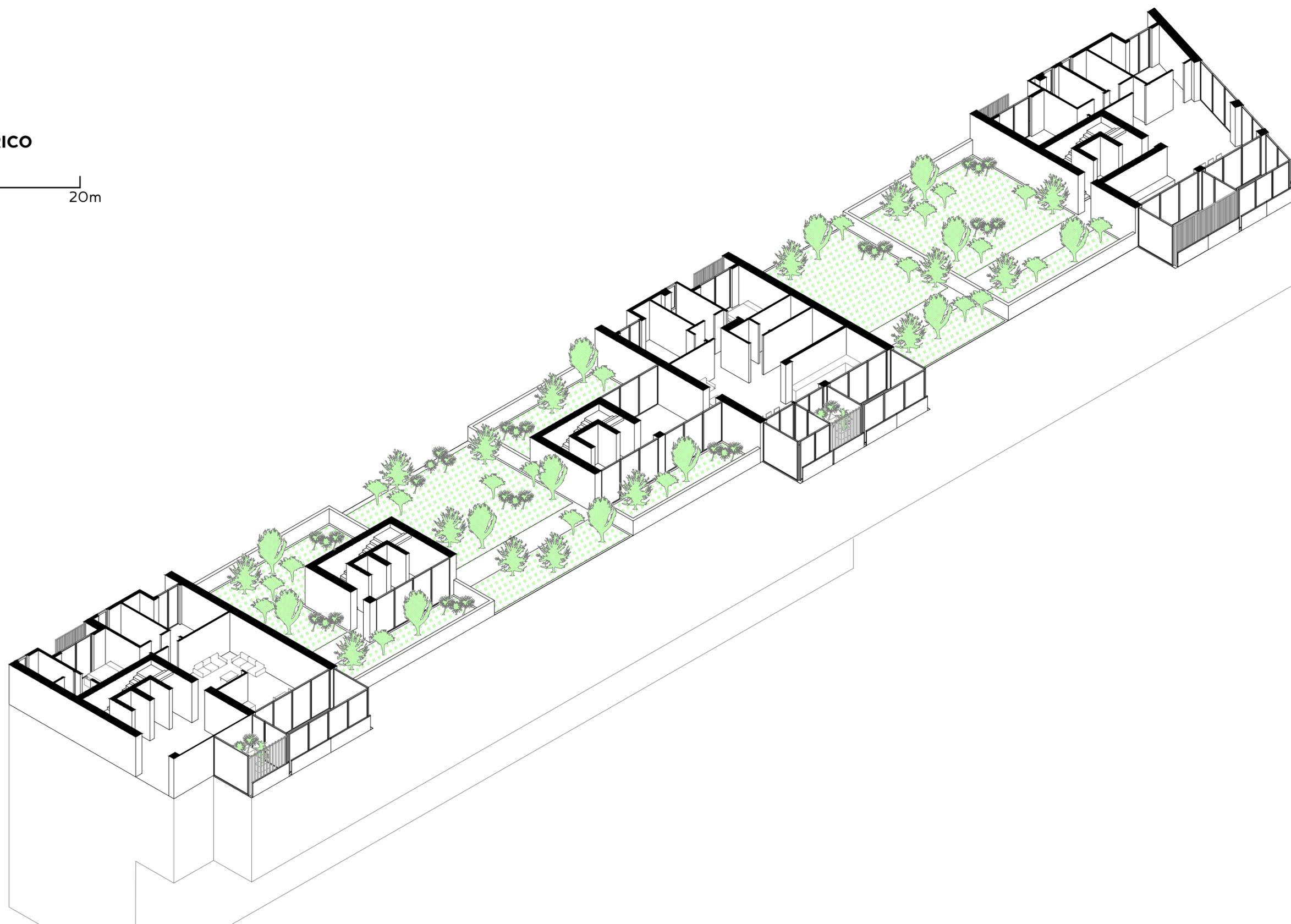


PIANTA PIANO QUINTO



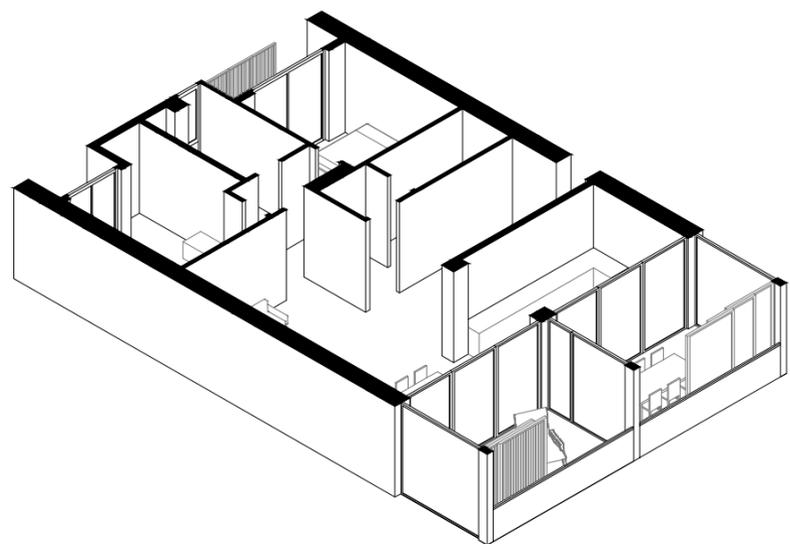
SPACCATO ASSONOMETRICO

0m 5 10 20m

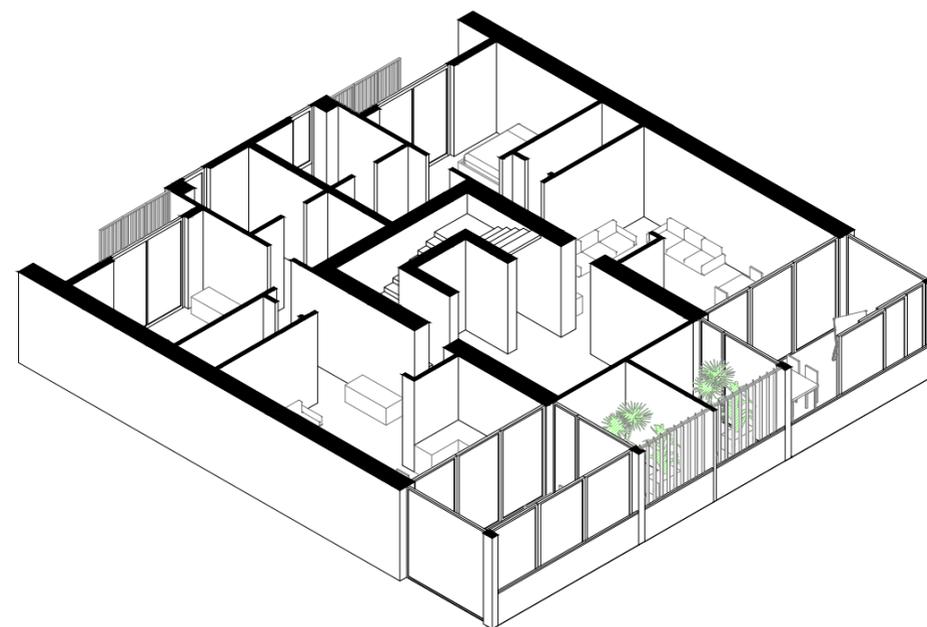


SPACCATO ASSONOMETRICO - MODELLO UNITÀ ABITATIVA

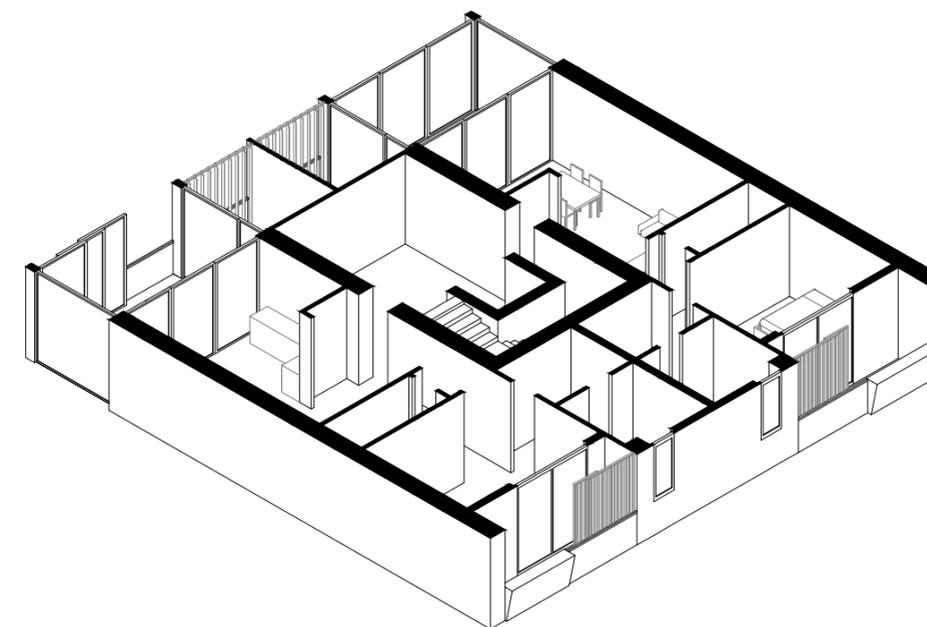
0m 5 10 20m



L'unità abitativa prevede, esternamente, l'aggiunta di un giardino d'inverno che diventa un'estensione vera e propria dell'appartamento e che, posta davanti alla zona giorno, può essere utilizzata come un ulteriore locale dell'alloggio con possibilità di arrearlo. Chiudendo le vetrate esterne, il volume è totalmente protetto. Di fianco, invece, un balcone munito di brise-soleil funge da spazio intermedio tra esterno e interno.



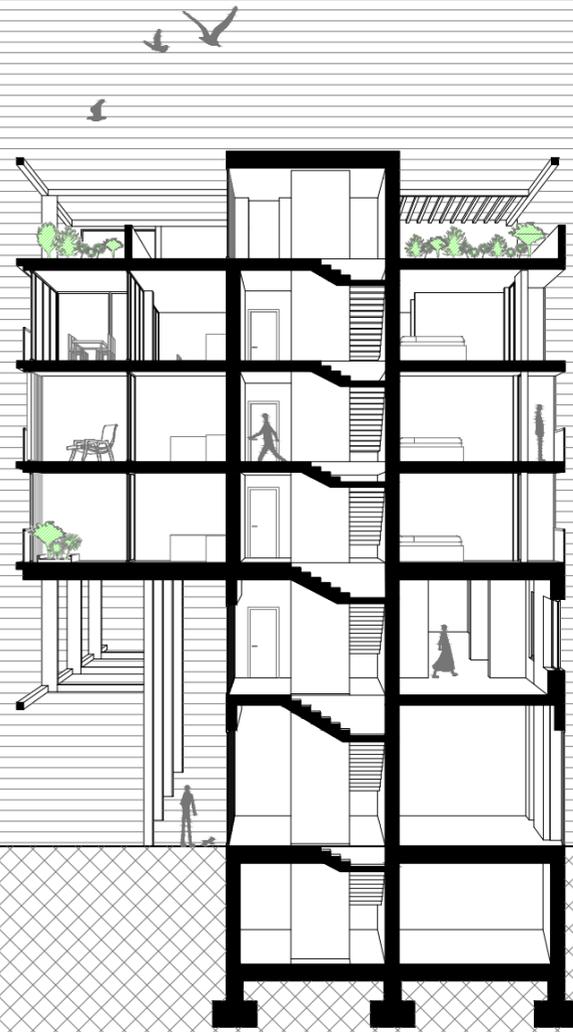
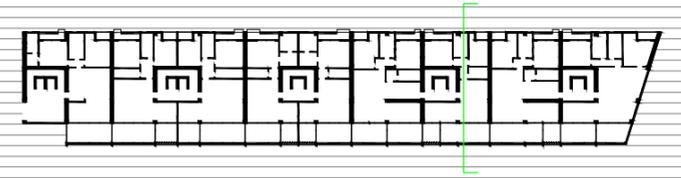
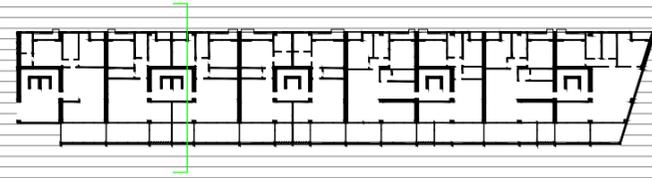
I due appartamenti speculari si compongono di due spazi esterni anch'essi speculari. Oltre al giardino d'inverno, una piccola serra ad uso individuale rappresenta una esigua oasi verde al di fuori dell'alloggio. Attraverso lamelle orientabili in vetro è possibile controllare la temperatura interna per la crescita della vegetazione. L'accesso a tale spazio avviene direttamente dal giardino d'inverno attraverso una porta vetrata.

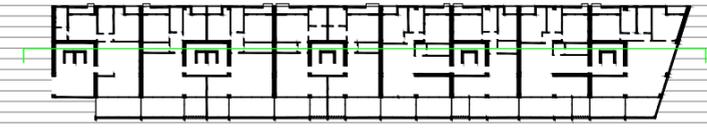


Riproponendo lo stesso alloggio riportato a sinistra, in questo caso si vuole evidenziare come sia strutturata la facciata rivolta a nord. Sono state progettate delle logge (arretrate di 1m rispetto al filo facciata) in corrispondenza delle camere da letto. Una porzione dei parapetti qui presenti funge da fioriera grazie alla sua leggera inclinazione. Inoltre dei pannelli scorrevoli con lamelle permettono di riparare le camere dall'inquinamento acustico proveniente dal traffico.

SEZIONI PROSPETTICHE

0m 5 10 20m





SEZIONE LONGITUDINALE

0m 5 10 20m



PROSPETTO NORD



PROSPETTO SUD



Progetto acustico - facciata nord

L'obiettivo di questa ricerca è comprendere in che modo le scelte architettoniche di progetto influiscano sul comfort acustico degli utenti di un manufatto architettonico, focalizzandosi nello specifico sulle zone soglia tra interno-esterno, come quelle dei balconi.

L'analisi svolta risulta interessante poiché si tratta di edificio rivolto su un corso molto trafficato, a scorrimento veloce, per cui l'inquinamento acustico risulta preponderante. L'intento del progetto è analizzare, attraverso diverse configurazioni progettate per la facciata rivolta a nord (corso Vigevano), quali siano le strategie architettoniche più efficienti in termini di riduzione del livello di pressione sonora in corrispondenza delle aperture, ossia balconi e finestre. Questa scelta è stata fatta a partire dalla lettura delle linee guida dell'OMS, definendo dei valori limite in esterno per non compromettere, con l'apertura delle finestre, il comfort acustico all'interno.

Per svolgere questo tipo di analisi, sono state dapprima studiate le mappature

acustiche riportate dall'ARPA¹, che mostrano chiaramente che in corrispondenza dei corsi più trafficati della città (incluso corso Vigevano) i valori massimi di livello di pressione sonora raccomandati dalla OMS sono ampiamente superati.²

Ciò significa che una progettazione architettonica priva di attenzione verso la riduzione dell'inquinamento acustico, come spesso accade, condurrebbe ad un discomfort interno per gli utenti degli edifici della zona. A seguito di diverse ricerche di articoli e tesi che affrontano il tema in analisi, sono stati individuati diversi espedienti architettonici o accorgimenti in grado di ovviare il problema dell'inquinamento acustico. Per verificare l'efficacia di tali strategie, è stato necessario l'utilizzo e il supporto del software Odeon A/S (versione Combined, 2017)³, uno tra i più utilizzati per le simulazioni acustiche.

Per importare il modello su Odeon, è stato dapprima realizzato un modello tridimensionale su Sketchup costituito da volumi semplici - tra cui l'edificio in analisi, la strada e gli edifici prospicienti- per rendere il modello il più leggero possibile e velocizzare successivamente le simulazioni all'interno svolte dal programma (figura 1). Il modello, infine, è stato del tutto sigillato affinché, durante i calcoli, non si verificasse fuoriuscita di raggi dal modello stesso. Inoltre, ogni superficie è stata assegnata ad un layer, per semplificare

1 http://www.comune.torino.it/ambiente/bm-doc/tav_c07_lden.pdf.

2 Si rimanda alla pagina 75 del capitolo 3 in cui vengono riportati i valori delle linee guida dell'OMS.

3 <https://odeon.dk/>.

l'assegnazione dei materiali sul software di acustica.⁴

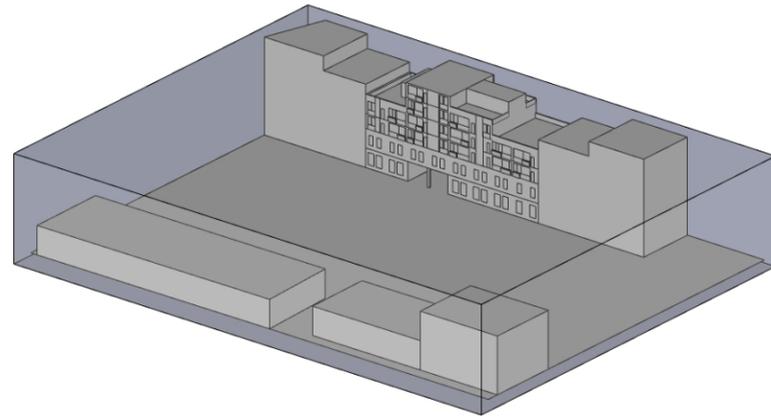


Fig. 1 Modello 3D realizzato su Sketchup da esportare in Odeon.

4 È importante sottolineare che l'analisi acustica è stata svolta solo sulla porzione centrale dell'edificio di progetto, in quanto, a causa dell'elevato numero di superfici e ricevitori, i calcoli all'interno del software sarebbero risultati piuttosto prolungati. Pertanto, per assicurarsi che tale scelta non avrebbe inficiato sui risultati finali delle simulazioni, è stato dapprima realizzato il modello dell'intero edificio (costituito solo da volumi base) con strada e edifici prospicienti. Esso è stato poi caricato sul software di acustica, dove sono stati inseriti 60 ricevitori disposti su tutti i piani in modo alternato. In seguito, è stato lanciato il calcolo in cui si sono ottenuti i risultati dei livelli di pressione sonora ponderati; sono state poi effettuate le medie dei valori per ciascun piano, e tali medie sono state infine confrontate con gli SPL(A) delle medie dei singoli piani della porzione di edificio considerata in questa ricerca. In tal modo, attraverso il $\Delta\text{SPL}(A)$ per ciascun piano, si è verificato che il valore ottenuto non superasse mai 1 dB (valore percepibile dall'orecchio umano), in modo tale da dimostrare che la configurazione studiata solo in una porzione di edificio o nella sua interezza non portasse a cambiamenti nei risultati finali, mantenendo invariate posizione e caratteristiche della sorgente.

Prima di importare il modello in Odeon, è stato necessario scegliere dove posizionare sorgenti e ricevitori per effettuare, successivamente, le simulazioni all'interno del software. In questo caso, per quanto riguarda la sorgente, essa è rappresentata dal traffico di corso Vigevano: si tratta di una sorgente lineare, che è stata inserita in Odeon sotto forma di un array lineare, costituito da 11 sorgenti puntiformi poste ad una distanza di 10 m l'una dall'altra lungo l'asse x, mantenendo invariate sia la direzione y che la z, del valore di 0,05 m dal livello stradale (figure 2-3), come previsto da S. Kephelopoulos et al.⁵

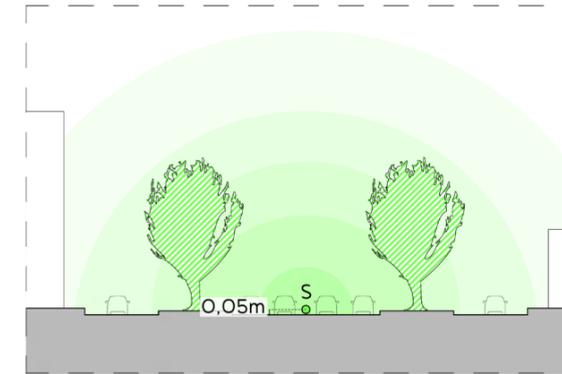


Fig. 2 Sezione stradale in cui si evidenzia la sorgente di traffico lineare posta ad un'altezza di 0.05 m rispetto al piano stradale.

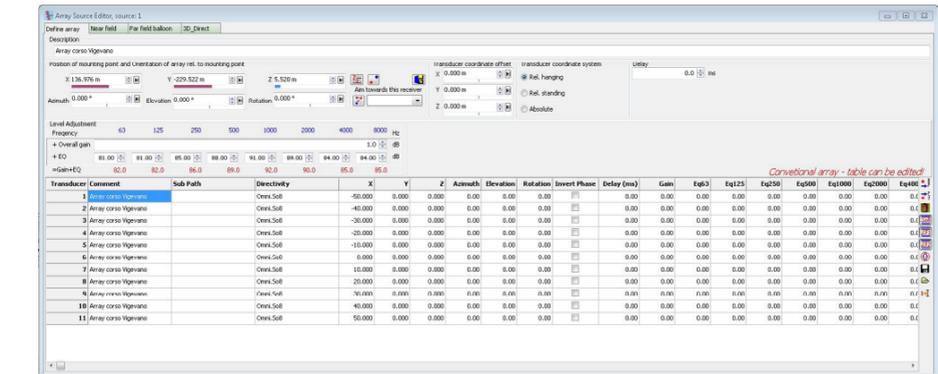


Fig. 3 "Array source editor" in Odeon.

Per stabilire il livello di potenza sonora della sorgente in bande di ottava, è stato effettuato uno studio preliminare per tenere conto dell'effettivo andamento in

5 S. Kephelopoulos et al., Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping. Building and Environment (2014), 404-405, 400-410.

frequenza del rumore da traffico, calibrandolo successivamente rispetto ai dati della mappatura ARPA, per assicurare che il modello virtuale sia rappresentativo del contesto reale.

Per la sorgente è stato utilizzato uno spettro acustico normalizzato di rumore da traffico veicolare riportato in terzi d'ottava nella ISO 1793-3:1998, seguendo la tabella in figura 4. Si è ipotizzato inizialmente di partire da un livello di 100 dB per ogni banda di ottava corretto con i valori della normativa, effettuando dapprima una media tra i tre valori riportati per ogni banda di ottava; a partire da questo valore, è stato definito livello di potenza sonora provvisorio alle diverse bande di frequenza.

Infine, per ottenere i valori di traffico corrispondenti alla nostra area secondo la mappatura ARPA, i valori di traffico di riferimento sono stati calibrati verificando, con una sorgente posta a 4 m, i livelli di pressione sonora ponderata A in corrispondenza di un singolo ricevitore posto sopra la sorgente stessa, fino a quando sono risultati i medesimi livelli riportati nella mappatura acustica giorno-notte dell'ARPA, corrispondenti ad un range di 75-79 dB su corso Vigevano (figura 5). Il criterio con cui sono stati definiti l'andamento in frequenza e il valore globale della sorgente utilizzata per il traffico è stato il JND (Just Noticeable Difference), nonché il livello minimo udibile dall'orecchio umano, cioè 1 dB. Nella figura 4 sono riportati i valori alle diverse frequenze, che in seguito sono stati ponderati ottenendo un livello di pressione sonora ponderato A di 75.2 dB (figura 6).

f_i Hz	L_i dB
100	-20
125	-20
160	-18
200	-16
250	-15
315	-14
400	-13
500	-12
630	-11
800	-9
1000	-8
1250	-9
1600	-10
2000	-11
2500	-13
3150	-15
4000	-16
5000	-18

Fig. 4 Spettro acustico del traffico normalizzato da ISO 1793-3:1998.



Fig. 5 Valori di SPL(A) riportati dall'ARPA.

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	***	***	***	***	20.36	***	***
T(15)	(s)	1.58	1.23	1.23	1.32	1.57	1.38	6.90
T(20)	(s)	1.72	1.51	1.51	1.58	1.70	1.91	6.19
XI(T(20))	(%)	43.2	84.4	81.6	73.8	43.3	109.6	165.5
T(30)	(s)	1.93	1.80	1.80	1.78	1.76	1.57	1.23
XI(T(30))	(%)	18.0	29.0	32.4	22.6	12.2	29.4	59.8
Curvature(C)	(%)	12.3	19.3	19.1	12.7	3.8	11.3	27.6
Ts	(dB)	18	12	18	11	14	10	8
SPL	(dB)	59.6	63.2	65.5	69.0	67.8	70.6	66.5
G	(dB)	**	**	**	**	**	**	**
G(early)	(dB)	**	**	**	**	**	**	**
G(late)	(dB)	**	**	**	**	**	**	**
SPL(direct)	(dB)	33.4	47.0	56.8	65.8	67.8	71.8	67.4
SPL(direct)	(dB)	36.2	60.0	62.1	66.0	63.8	67.1	61.3
D(50)	0.90	0.93	0.90	0.94	0.87	0.95	0.95	0.99
C(7)	(dB)	9.7	11.4	9.4	11.8	8.2	12.4	12.9
C(50)	(dB)	9.7	11.4	9.4	11.8	8.2	12.4	12.9
C(90)	(dB)	9.7	11.4	9.4	11.8	8.2	12.4	12.9
U(50)	(dB)	9.7	11.4	9.4	11.8	8.2	12.4	12.9
U(90)	(dB)	9.7	11.4	9.4	11.8	8.2	12.4	12.9
MFI(corrected)	***	0.86	0.84	0.91	0.80	0.92	0.92	1.00
LFI(80)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LFI(90)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diffusivity(ss)	(dB)	0.3	0.2	0.4	0.2	0.5	0.2	0.0
Echo(Intens)		4.19	3.71	4.12	3.42	4.02	3.22	3.11
SPL(A)								
SPL(Lin)								
SPL(C)								
SPL(direct)								
STI								
STI(Female)								

Fig. 6 Tabella dei risultati in corrispondenza del ricevitore a 4 m di altezza con SPL(A) di 75.2 dB.

In merito ai ricevitori, si è scelto di posizionarli a due diverse distanze rispetto al filo facciata, ciascuno ad un'altezza di 1,65 m rispetto al piano di calpestio di riferimento (altezza dell'orecchio umano). In particolare, sono stati inseriti 61 ricevitori (R_A) davanti alle aperture, ad 1 m di distanza rispetto al filo facciata, e quindi a 2 m di distanza rispetto al filo interno della loggia (figura 7), per poter caratterizzare l'andamento del livello di pressione sonora in posizioni esterne ai diversi piani dell'edificio. L'altro gruppo di ricevitori (R_B), invece, è stato posizionato all'interno di ciascuna loggia per poter valutare il comfort acustico in questi spazi soglia, in particolare a 0,5 m dal filo interno della loggia, per i piani da 2 a 5 (figura 8). Per la distanza dalla facciata si è fatto riferimento alla normativa ISO 1996:2017, secondo la quale a queste distanze dal filo facciata si

ha un'influenza della presenza della stessa sul livello di pressione sonora. In tal modo, attraverso i calcoli, si potranno confrontare i risultati ottenuti con Odeon per capire quali siano le configurazioni più efficienti in facciata e quali all'interno delle logge.



Fig. 7 Schema in prospetto e sezione dei ricevitori R_A .

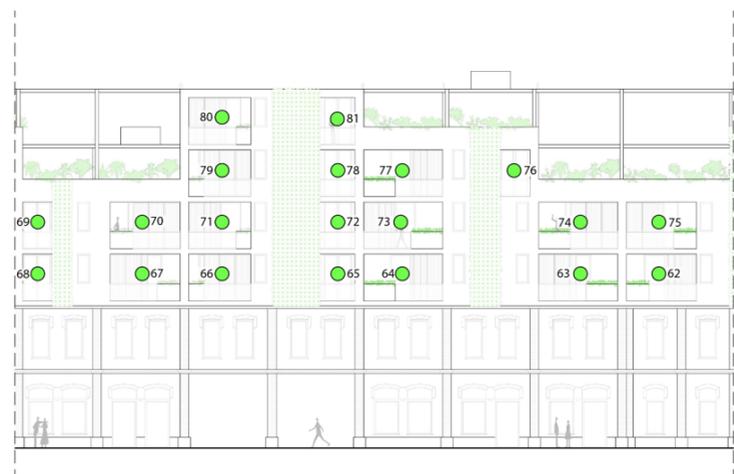


Fig. 8 Schema in prospetto e sezione dei ricevitori R_B .

Dopo aver effettuato queste due operazioni, è stato importato il modello 3D in Odeon. In seguito, sono stati inseriti sorgente e ricevitori secondo le posizioni precedentemente scelte.

Il passaggio successivo è stato assegnare i materiali a tutte le superfici che sono state caricate in Odeon. Il programma ha una libreria di materiali predefiniti che possono essere assegnati direttamente alle superfici presenti nel modello. Diversamente, si possono assegnare materiali ad hoc caricandoli appositamente nel software. Nel caso specifico di questo progetto, quelli selezionati da diversi cataloghi online e riviste scientifiche sono stati i seguenti:

- Parete verde verticale, costituita da vegetazione piuttosto varia, per cui il valore di scattering risulta più alto dal momento che vi sono irregolarità superficiali (figure 9-10) ⁶. Il sistema di montaggio delle facciate verdi è piuttosto rapido, in quanto la parete modulare verde è fissata a dei montanti precedentemente installati sulle facciate dell'edificio.⁷
- Pannello fonoassorbente Quietstone Light (figura 11). Si tratta di pannelli rigidi costituiti per il 94% da vetro riciclato, con spessori variabili. Essi sono adatti per ambiente esterno e resistenti agli agenti atmosferici, oltre che incombustibili. I pannelli possono essere fissati a secco o incollati. ⁸
- intonaco fonoassorbente Diathonite Acoustix+ (figura 12). In questo caso è si tratta di un intonaco ecosostenibile premiscelato a base di calce e sughero,

⁶ M. J. M. Davis et al., More than just a green facade: vertical gardens for sound absorption and architectural acoustics, Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction (2016).

⁷ <https://greenhabitat.it/facciate-verdi-verticali/>.

⁸ <https://www.quietstone.co.uk/product/acoustic-panels/>.

che potenzia le prestazioni di fonoassorbimento e fonoisolamento. La sua applicazione può avvenire su pareti e soffitti di qualsiasi forma senza necessità di sistemi di fissaggio. L'intonaco Diathonite necessita sempre di uno strato finitura al di sopra. Il materiale, inoltre, è incombustibile e può essere applicato a mano o con una macchina intonacatrice; la sua applicazione è valida sia per pareti che per facciate.⁹

-Pannelli fonoassorbenti BRUAG Cellon (figure 13). Questa tipologia di pannelli HPL (high-pressure laminated) è costituita da fibre di cellulosa e resine fenoliche. Si tratta di pannelli realizzati tramite taglio laser, costituiti da pieni e vuoti di dimensioni differenti, realizzabili ad hoc per ogni esigenza. Essi sono stati progettati per esterni e quindi resistenti agli agenti atmosferici e all'umidità. La loro installazione avviene direttamente in opera ed è piuttosto immediata.¹⁰



Fig. 9-10 Esempio di rivestimento di facciata con parete verticale verde, fissata tramite montanti a parete sui quali sono installati i moduli.

9 <https://www.diasen.com/diathonite-acoustix-plus/>.

10 <https://www.bruag.com/>.



Fig. 11 Esempio di applicazione di pannelli fonoassorbenti QUIETSTONE Light nell'intradosso della soletta dei balconi.



Fig. 12 Esempio di applicazione dell'intonaco fonoassorbente DIATHONITE Acoustix' sulle pareti e sul soffitto degli ambienti interni dell'Università Bocconi a Milano.



Fig. 13 Esempio di applicazione dei pannelli fonoassorbenti BRUAG Cellon. Il design e la percentuale di area di foratura dei pannelli sono totalmente personalizzabili.

Ciascun materiale assegnato ad ogni superficie presenta diversi coefficienti di assorbimento alle varie frequenze; dopo aver assegnato i materiali è stato definito il coefficiente di scattering, che indica quale percentuale di suono viene riflessa in modo diffuso (e non speculare) dalla superficie in esame (figure 14-15).

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Scattering
Vetro doppio 2÷3 mm Intercapedine 10 mm	0.1	0.1	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.5	0.01
Mattone non smaltato	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0	0.07	0.07	0.01
Intonaco	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.01
Parquet	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.01
Finitura in cemento liscio	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.01
Vetro	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Asfalto	0.02	0.02	0.03	0.03	0.33	0.02	0.05	0.05	0.07
Perimetro modello	1	1	1	1	1	1	1	1	0.01

Fig. 14 Coefficienti di assorbimento e scattering dei materiali scelti, già presenti nella libreria di Odeon.

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Scattering
Parete verde verticale	0.38	0.5	1	1	1	0.98	0.95	0.8	0.5
Pannello fonoassorbente QUIETSTONE Light	0.55	0.55	1	1	0.9	0.8	1	1	0.01
Intonaco fonoassorbente DIATHONITE Acoustix	0.1	0.1	0.35	0.65	0.75	0.7	0.7	0.7	0.01
Pannello fonoassorbente BRUAG Cellon	0.03	0.22	0.61	1	0.92	0.84	0.8	0.8	0.01

Fig. 15 Coefficienti di assorbimento e scattering dei materiali scelti tramite riviste e letture scientifiche, caricati ad hoc su Odeon.

Dopo aver assegnato i materiali a tutte le superfici presenti nel modello, è possibile effettuare le simulazioni; per fare ciò, è necessario impostare, nella sezione “Room setup”, i seguenti parametri (figura 16):

- “Impulse response length” che rappresenta il tempo in cui un raggio correrà nel modello per raccogliere informazioni per il calcolo e che deve essere almeno 2/3 del tempo di riverberazione massimo ottenuto attraverso la “Quick estimate”¹¹. In questo caso, il suo valore è stato impostato a 2500 ms.
- “Number of late rays”, le cui indicazioni sono state seguite dal manuale di Odeon, aumentando il valore rispetto al numero di raggi suggerito di default, fino a raggiungere un valore che consentisse di ottenere curve di decadimento senza sbalzi e flessioni irregolari.¹² Per queste simulazioni sono stati utilizzati 200000 raggi, dato il grande volume dell’ambiente.

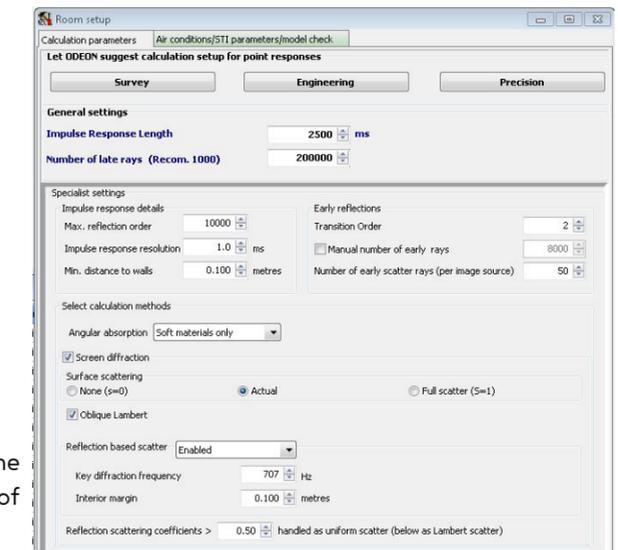


Fig. 16 Impostazioni del “Room setup” con definizione dei valori di “Impulse response length” e “Number of late rays”.

11 <https://odeon.dk/>.

12 Ibidem.

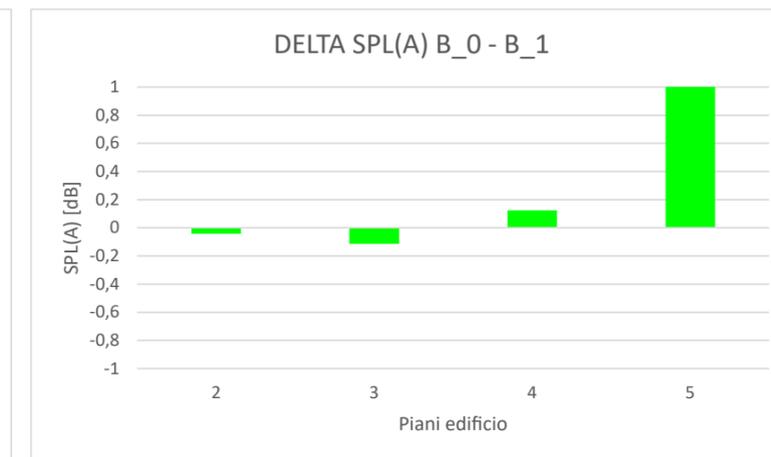
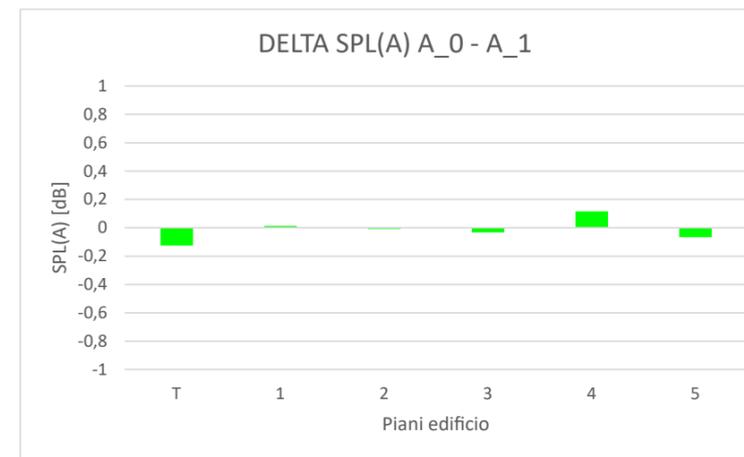


CONFIGURAZIONE 6_ Facciata con inserimento di pareti verdi verticali.

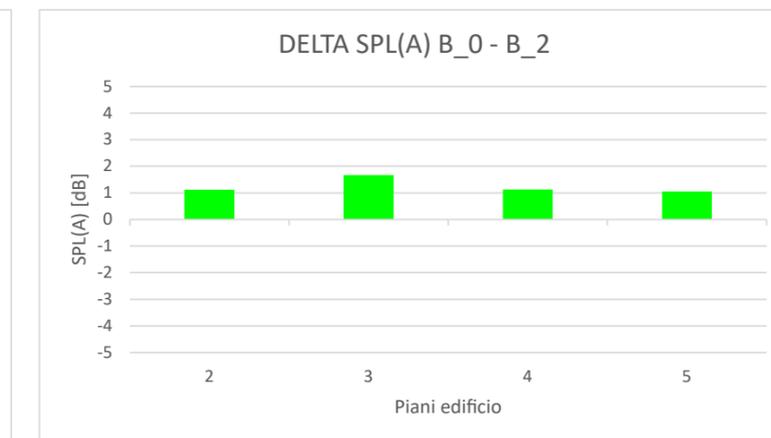
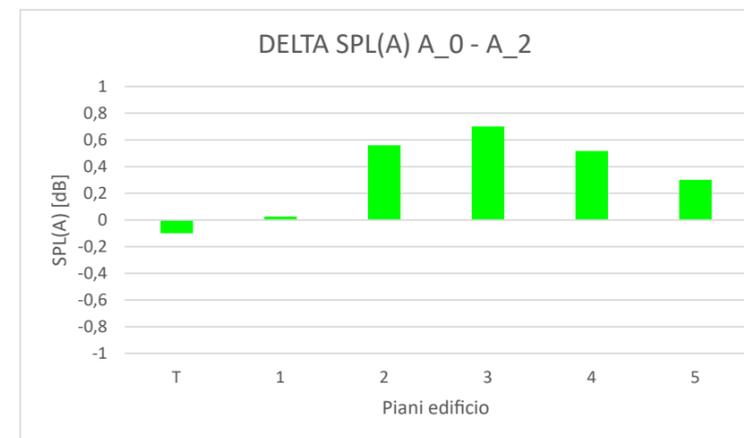


CONFIGURAZIONE 7_Facciata combinata con soluzioni 1+2+3+4+5+6.

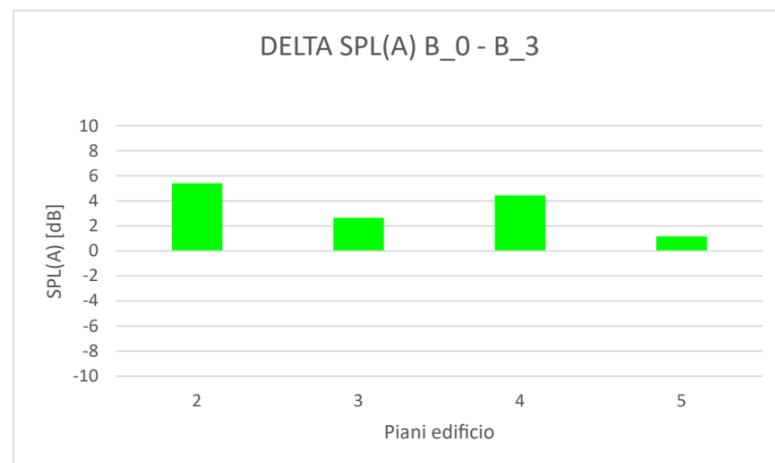
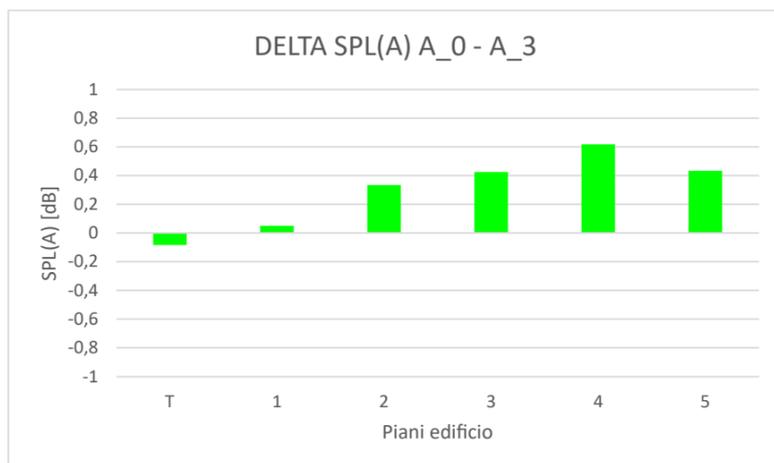
Una volta effettuate tutte le simulazioni, i dati sono stati ordinati e raccolti in un file Excel, in cui sono stati suddivisi nei due gruppi di ricevitori visti precedentemente (A e B), e in ciascun gruppo i ricevitori sono stati suddivisi per piani. I risultati riportati sono stati ottenuti effettuando la media dei valori di SPL(A) per ciascun piano. In questo modo, sono stati riportati i grafici che mettono a confronto la configurazione base con ciascuna delle configurazioni alternative proposte. Si riportano i grafici illustrativi dei risultati ottenuti.



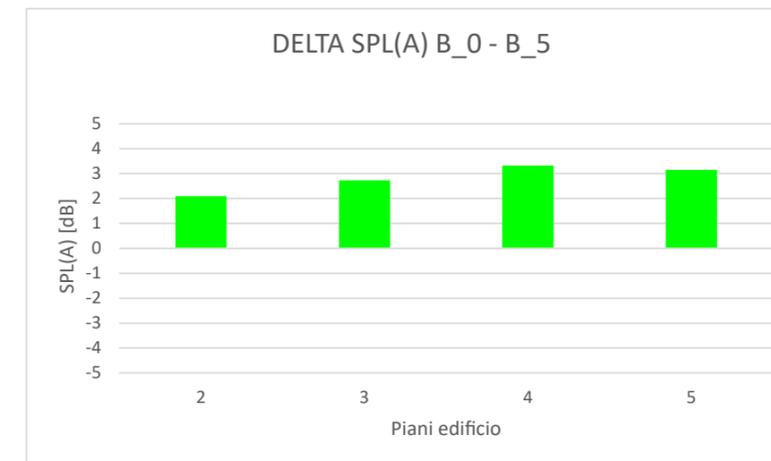
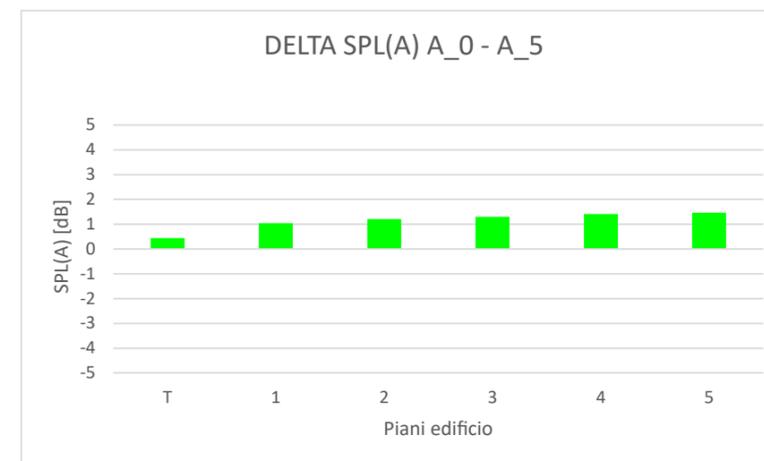
Per la configurazione 1, non c'è una grande variazione in termini di dB tra la configurazione 0 e la configurazione con parapetto inclinato di 15° (ad esclusione del piano 5). Ciò è dovuto probabilmente a due fattori: in primis, al fatto che non tutti i parapetti sono inclinati, in quanto questi si trovano solo in corrispondenza delle camere da letto matrimoniali e l'inclinazione non è stata applicata interamente per tutta la lunghezza del parapetto, ma solo per una sua porzione (quella che funge da fioriera); in secondo luogo, l'inclinazione del parapetto è di soli 15°, per cui non c'è una protezione totale dell'interno della loggia dai raggi diffratti. Dunque, una possibile soluzione potrebbe essere inclinare maggiormente i parapetti (ad esempio a 30°) ed aumentarne anche il numero in facciata, così da ottenere dei risultati evidenti in termini di SPL(A).



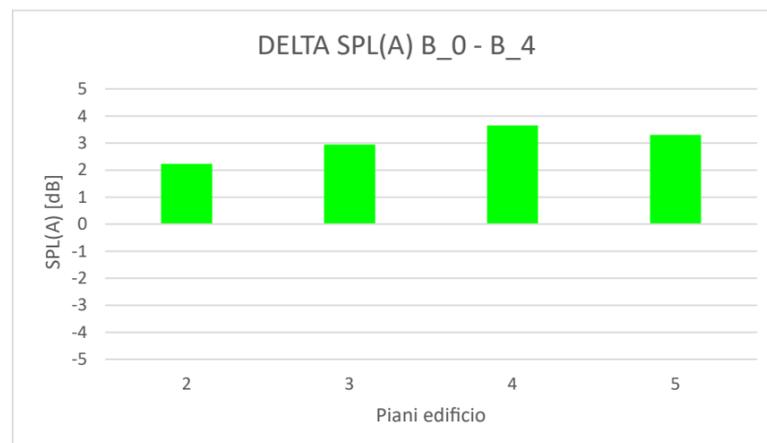
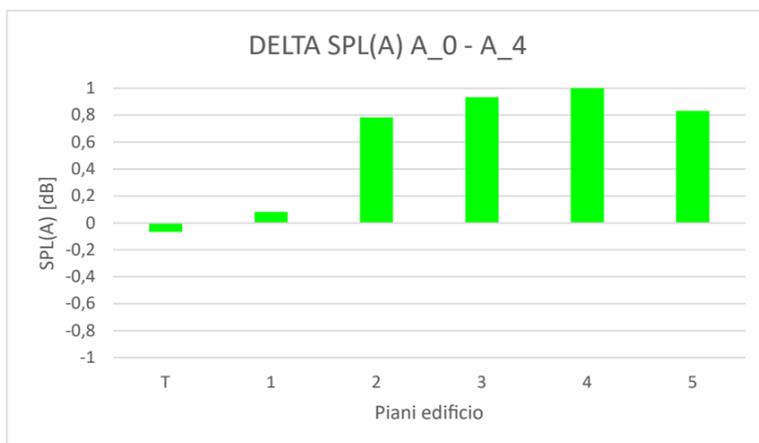
Confrontando i dati tra la configurazione 0 e la configurazione 2, come ci si sarebbe potuti aspettare, non c'è alcuna differenza nel caso dei ricevitori R_A . Per quanto riguarda invece i ricevitori posti all'interno della loggia si verifica un $\Delta SPL(A)$ di almeno 1 dB per ciascun piano, dovuto all'inclinazione del soffitto della loggia di 15° che fa sì che ci sia un aumento della superficie protetta sopra la parete di fondo del balcone.



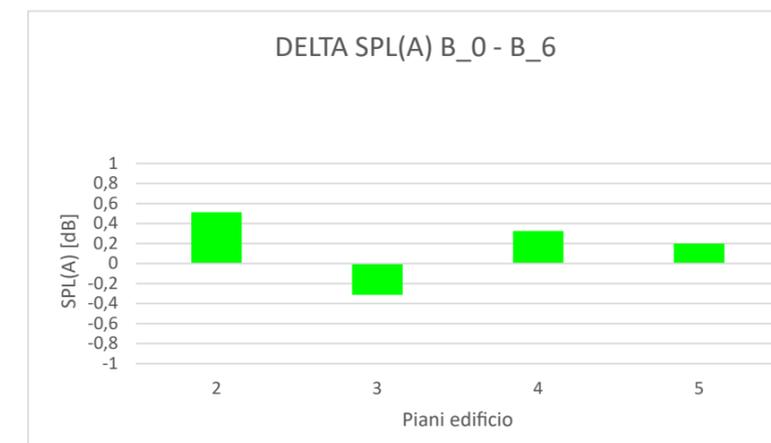
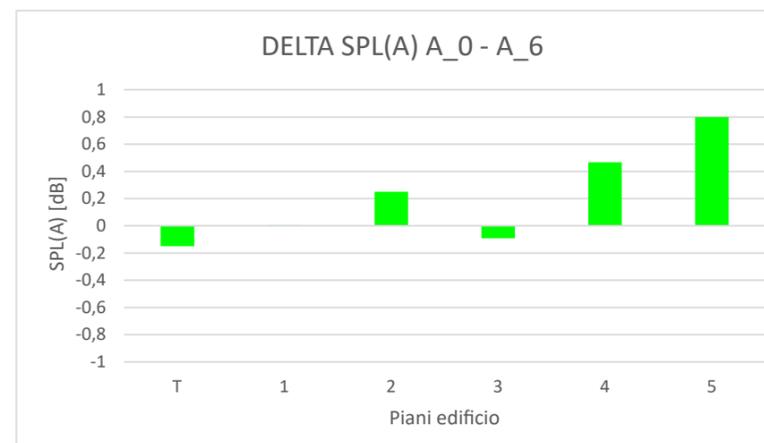
In questo caso, la configurazione 3 è quella che finora risulta maggiormente efficace in riferimento ai ricevitori R_B , i pannelli, nonostante non siano disposti lungo tutta la lunghezza della loggia, risultano comunque abbassare il valore di SPL(A) fino a 5,4 dB in corrispondenza del piano 2. Chiaramente, trattandosi di pannelli scorrevoli, poiché la verifica è stata fatta simulando una situazione in cui i pannelli chiudono quasi totalmente la loggia, nel caso di apertura totale in termini di SPL(A) risulterebbero inferiori.



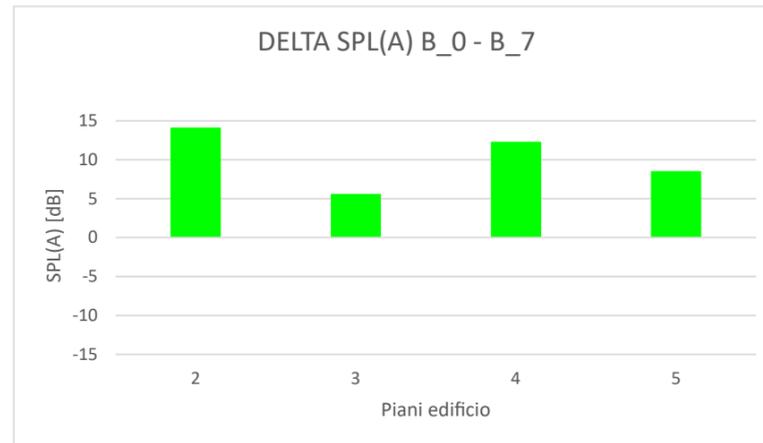
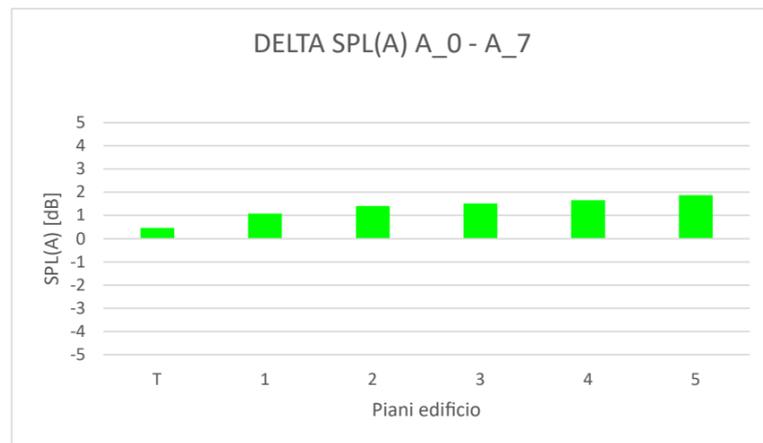
Per quanto riguarda questa configurazione si sono verificati dei miglioramenti in termini di SPL(A) sia per i ricevitori R_A che per i ricevitori R_B , poiché la strategia in questo caso ha riguardato un trattamento di facciata e non un trattamento interno alla loggia. In particolare per i ricevitori R_A si è riscontrato un'efficacia maggiore agli ultimi piani (al piano 4 si ha un Δ SPL(A) di 1,47 dB).



La configurazione 4 mostra che c'è un miglioramento fino a 3,6 dB (nel caso del piano 4) soprattutto per i ricevitori interni alla loggia. Questa configurazione risulta pertanto efficace ma, a differenza delle aspettative, i valori ottenuti sono comunque inferiori rispetto alla precedente.



Questa configurazione non ha mostrato alcun tipo di miglioramento: il valore più alto di Δ SPL(A) ottenuto è stato di 0,8 dB (ricevitori R_A al piano 5). Si ipotizza che una possibile causa sia la ridotta estensione superficiale delle pareti verdi rispetto all'area totale della facciata.



L'ultima configurazione, come previsto, è stata la più efficace per i ricevitori R_B . Il valore massimo di $\Delta SPL(A)$ è stato pari a 14,1 dB al piano 2. Ciò dimostra che la combinazione di più soluzioni è migliorativa rispetto all'utilizzo delle singole configurazioni.

In generale, come si può evincere dai grafici, per tutte le configurazioni, nel caso di ricevitori di tipo B (posti all'interno della loggia), le strategie testate risultano essere efficaci con una riduzione del livello di pressione sonora significativa, ossia che supera 1 dB, considerato la minima differenza di livello sonoro percepibile (Just Noticeable Difference).

Questa ricerca ha consentito di comprendere in che modo la scelte di strategie acustiche, possono influire notevolmente sulla condizione finale di comfort acustico.

Nel caso specifico del progetto studiato in questo elaborato, le strategie acustiche analizzate finora non sono state utilizzate in totum poiché il disegno di facciata è dipeso dalla combinazione di scelte acustiche e scelte compositive.

In particolare la configurazione 7 è stata presa come modello, apportando qualche differenza (pannelli scorrevoli non fonoassorbenti ma costituiti da listelli in legno e soffitto della loggia piano anziché inclinato). Ciò non significa che le scelte escluse si siano rivelate meno efficaci di quelle selezionate per il progetto, ma si è trattato puramente di un disegno compositivo associato ad alcuni accorgimenti atti a migliorare il comfort acustico.

Conclusioni

Lo sviluppo delle città che ha portato ad un incremento del traffico e di conseguenza all'aumento di larghe strade a ridosso di quartieri residenziali, così come la mancanza spesso di spazi più privati adiacenti agli edifici, porta necessariamente ad un'attenta progettazione che non può prescindere da strategie architettoniche mirate al miglioramento della qualità abitativa. La ricerca svolta ha definito un progetto che riprende le tematiche studiate in letteratura e sviscera il tema della soglia con un'interpretazione personale. Ci si è posti come obiettivo principale quello di dimostrare, attraverso delle strategie compositive, in che modo il concetto di soglia può essere affrontato e risolto in un progetto. Il lotto, e in seguito l'edificio oggetto di analisi, hanno costituito in questo caso dei mezzi attraverso i quali esplicitare quest'ideologia. Pertanto, nell'ambito del progetto stesso, non si è guardato tanto alla risoluzione di problematiche presenti nell'area (come ad esempio la disomogeneità e stratificazione di diversi edifici nel tempo) quanto più a progettare un sistema in cui l'edificio ha costituito un esercizio per marcare i concetti appena descritti.

Fare dell'architettura la risposta alle esigenze degli utenti e riuscire a fornire condizioni di benessere e comfort è un modo per soddisfare l'individuo in quelle che sono le pratiche quotidiane. A partire da ciò si è cercato in ogni modo di progettare un'architettura che si rifacesse a termini come flessibilità, connessione e comfort. La qualità dell'abitare si conferma nel momento in cui gli spazi non finiscono con gli elementi di chiusura perimetrale, ma si estendono flessibilmente per mettersi in comunicazione con l'esterno.

Anche se il progetto non rispetta fedelmente quelle che sarebbero dovute essere le "regole" dettate dalle ricerche scientifiche in ambito acustico, è emerso ugualmente un lavoro che coniuga gli aspetti architettonici di forma ed estetica agli aspetti fisici, ottenendo risultati soddisfacenti per avvalorare la tesi secondo cui la progettazione acustica è a tutti gli effetti un elemento fondamentale della progettazione architettonica.

BIBLIOGRAFIA

Aceti, Enrico, e Galbiati, Marisa. *Abitare la soglia*, a cura di Enrico Aceti. Milano: Tranchida Editori Inchiostro, 1994.

Benjamin, Walter. *Das Passagen-Werk*, Rolf Tiedemann. Frankfurt: Suhrkamp, 1982.

Blondel, Jacques Francois, "Facade", in *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts ed des métiers*, a cura di D.Diderot e J.B. D'Alembert, Paris 1751-1765, vol. VI, p.355; nel testo originale tedesco citato da Oechslin in *Daidalos*, 6/1682.

Boettger, Till. *Threshold Spaces : Transitions in Architecture. Analysis and Design Tools*. Basilea: Birkhäuser, 2014.

Boschi, Antonello. *Fenomenologia della facciata. Percorsi interpretativi e letture evolutive itinerari compositivi*. Milano: Franco Angeli, 2010.

Bracciali, Simonetta, Succi, Carlo. "Palazzo Rucellai: restauro come atto conoscitivo". *Bollettino Ingegneri* (2004), 3-22.

Candilis Georges, Josic Alexis, Woods Lebbeus. *Una década de arquitectura y urbanismo*, a cura di Joedicke J. Barcelona: Gustavo Gili, 1968.

Chatzidimitriou A., Yannas S. Microclimate development in open urban spaces: the influence of form and materials. *Energ. Buildings* (2015) 108, 156-174. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.048>.

Colafranceschi, Daniela. *Architettura in superficie. Materiali, figure e tecnologie delle nuove facciate urbane*. Roma: Gangemi Editore, 1995.

Colomina, Beatriz. *Friends of the Future: A Conversation with Peter Smithson*. Ottobre 1994.

Crotti, Sergio. *Figure architettoniche: soglia - Architectural figures: the threshold*. Milano: Unicopli, 2000.

Curtis, William J.R. *L'architettura moderna dal 1900*. London: Phaidon, 1996.

Davis M. J. M., et al., More than just a green facade: vertical gardens for sound absorption and architectural acoustics, *Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction* (2016).

De Carlo, Giancarlo. *L'architettura della partecipazione*. Macerata: Quodlibet, 2013.

De Carlo, Giancarlo. *Questioni di architettura e urbanistica*. Urbino: Argalia, 1965.

De Fusco, Renato. *Segni, storia e progetto dell'architettura*. Roma-Bari: Laterza, 1983.

Ferrentino, Taryn. "Attraverso Giancarlo De Carlo - una mappa di materiali per ripensare il progetto della città contemporanea". Dottorato di ricerca in urbanistica e progettazione territoriale, Università degli studi di Napoli Federico II.

Hertzberger, Herman. *Lezioni di architettura*, a cura di Michele Furnari. Bari: Laterza, 1996.

Hossam El Dien H., Woloszyn P., Prediction of the sound field into high-rise building facades due to its balcony ceiling form, *Appl. Acoust.* 65 (2004) 431-440, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2003.11.002>.

Hossam El Dien H., Woloszyn P., The acoustical influence of balcony depth and parapet form: experiments and simulations, *Appl. Acoust.* 66 (2005) 533-551, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.09.004>.

Jamei E., Rajagopalan P., Seyedmahmoudian M., Jamei Y. Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 54 (2016) 1002-1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>.

Juàrez, Antonio, e Rodríguez, Fernando. "El espacio intermedio y los orígenes del TEAM X". *Arquitecturas en común* n.11 (2014).

Kang, J., Brocklesby, M.W. Feasibility of applying micro-perforated absorbers in acoustic window systems. *Appl. Acoust.* 2005, 66, 669-689.

Katsouyanni K., Pantazopoulou A., Touloumi G., Tselepidaki I., Moustris K., Asimakopoulos D., et al. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health: Int J* 1993;48:235-42. Kephelopoulou S., et al., Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping. *Building and Environment* (2014), 404-405, 400-410.

Kousis I., Fabiani C., Gobbi L., Pisello A. L. Phosphorescent-based pavements for counteracting urban overheating - A proof of concept. *Solar Energy*, (2020) 202, 540-552. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.03.092>.

Lai D., Liu W., Gan T., Liu K., Chen Q. A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces, *Science of The Total Environment*. 661 (2019) 337-353. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.062>.

Lee H., Mayer H., Chen L. Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. *Landsc. Urban Plan.* (2016) 148, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.004>.

Lee P.J., Kim Y.H., Jeon J.Y., et al., Effects of apartment building façade and balcony design on the reduction of exterior noise, *Build. Environ.* 42 (2007) 3517-3528, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.044>.

Manteghi G., Bin Limit H., Remaz D. Water bodies an urban microclimate: a review. *Mod. Appl. Sci.* 9 (6), (2015) 1-12. <https://doi.org/10.5539/mas.v9n6p1>.

Martinelli, Patrizio. Inside the facade: the inhabited space between domestic and urban realms. *Journal of Interior Design* (2019), 55-75.

Neumeyer, Fritz. *Cos'è una facciata? Imparare da Alberti*, a cura di Silvia Malcovati. Varese: Libreria Cortina, 2015.

Oke T.R.. *Boundary Layer Climates*. Routledge, Abingdon, United Kingdom (2002).

Pedret, Annie. *Team 10: an archival history*. London; New York: Routledge, 2013.

Perini K., Magliocco A.. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban For Urban Green* 2014;13:495-506.

Persi, Antonella. *“Nuove spazialità funzionali e produttive per l’abitare post-pandemico. Ricerca e suggestioni progettuali per interventi residenziali attraverso architetture vegetate.”* Corso di Laurea Magistrale in Costruzione e Città, Politecnico di Torino, 2021.

Pierini, Orsina Simona. *Sulla facciata. tra architettura e città*. Milano: Maggioli Editore, 2008.

Primus, Francesco. *“Morfologia urbana e rumore. Studio degli effetti di diverse tipologie urbane e trattamenti acustici di facciata sull’inquinamento acustico di un isolato di Torino.”* Corso di Laurea Magistrale in Architettura Per Il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino, 2021.

Robitu M., Musy M., Inard C., Groleau D. Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. *Sol. Energy* 80 (4), (2006) 435-447. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2005.06.015>.

Romagnoli, Emiliano. *“Alison e Peter Smithson - Robin Hood Gardens a Londra”*. Firenze Architettura 12 (2020).

Sakai H., Iyota, H. Development of Two New Types of Retroreflective Materials as Countermeasures to Urban Heat Islands. *International Journal of Thermophysics*, 38(9), (2017) 131. <https://doi.org/10.1007/s10765-017-2266-y>.

Sanchez G. M. E., Van Renterghem T., Botteldooren D.. The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. *Building and Environment*, 15 February 2016, 97, 96-110. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.033>.

Santamouris M., Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments, *Solar Energy*. 103 (2014) 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>.

Shashua-Bar L., Hoffman M. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy Build* 2000;31:221-35.

Smithson, Alison. *Team 10 primer*. London: The MIT Press (seconda edizione), 1974.

Smithson, A., Smithson, P. *Ordinariness and Light: Urban theories 1952-1960*. Londres: The MIT Press, 1970.

Smithson, A., Smithson, P. *The charged void: architecture*. New York: The Monacelli Press, 2001.

Spiga, Valeria. “*La flessibilità nella residenza contemporanea.*” Corso di Laurea Magistrale in Costruzione e Città, Politecnico di Torino, 2019.

Strauven, Francis. “*Aldo Van Eyck - shaping the new reality from the in-between to the aesthetics of number*”. Study centre Mellon Lecture, 24 maggio 2007.

Strauven, Francis. *Aldo Van Eyck the shape of relativity*. Amsterdam: Architectura e Natura, 1998.

Teysot, Georges. “*Soglie e pieghe, Sull' intérieur e l'interiorità*”, Casabella LXIV (2000).

Van Renterghem T., Improving the noise reduction by green roofs due to solar panels and substrate shaping, *Build. Acoust.* 25 (2018) 219-232, <https://doi.org/10.1177/1351010x18776804>.

Van Renterghem T., Hornikx M., Forssen J., et al., The potential of building envelope greening to achieve quietness, *Build. Environ.* 61 (2013) 34-44, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.001>.

Vandentorren S., Bretin P., Zeghnoun A., Mandereau-Bruno L., Croisier A, Cochet C., et al. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health* 2006;16:583-91.

Wang X., Yu W.Z., Zhu X.Y., et al., Effects of ceiling phase gradients on the acoustic environment on roadside balconies, *J. Acoust. Soc. Am.* 141 (2017) EL146-EL152, <https://doi.org/10.1121/1.4976192>.

Wang Y., Akbari H. The effects of street tree planting on urban heat island mitigation in Montreal. *Sustain. Cities Soc.* (2016) 27, 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.013>.

Wong N.H., Kwang Tan A.Y., Tan P.Y., et al., Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, *Build.*

Environ. 45 (2010) 411-420, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.017>.

Wonyoung Y., Jin Yong J. Design strategies and elements of building envelope for urban acoustic environment. *Building and Environment*. Volume 182, September 2020.

Yuxuan Z., Yunyun Z., Jianrong Y., Xiaoqiang Z. Energy saving performance of thermochromic coatings with different colors for buildings. *Energy and Buildings*, (2020) 215, 109920. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109920>.

Zheng S., Zhao L., Li Q. Numerical simulation of the impact of different vegetation species on the outdoor thermal environment. *Urban For. Urban Green.* (2016) 18, 138-150. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.008>.

Zinzi M., Agnoli S. Cool and green roofs. An energy and comfort comparison between passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region. *Energ. Buildings*.(2012) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778811004129>.

Zuccherini Martello N., Aletta F., Fausti P., et al., A psychoacoustic investigation on the effect of external shading devices on building facades, *Appl. Sci.* 6 (2016) 429, <https://doi.org/10.3390/app6120429>.

Zuccherini Martello N., Fausti P., Secchi S.. Acoustic Measurements on a 1:1 Scale Model of a Shading System for Building Facade in a Semi-Anechoic Chamber. In *Proceedings of the Inter-Noise 2016, Hamburg, Germany, 21-24 August 2016*; pp. 3813-3824.

Zuo J., Pullen S., Palmer J., Bennetts H., Chileshe N., Ma T. Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. *J Clean Prod* 2015;92:1-12.

SITOGRAFIA

<https://arkeginex.files.wordpress.com/2015/06/i-disegni-di-aldo-van-eyck.pdf>

<https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/37393/2/Aldo%20Van%20Eyck%20and%20the%20Rise%20of%20na%20ethnographic%20paradigma%20in%20the%201960s.pdf>

<http://geoportale.comune.torino.it/web/>

<https://greenhabitat.it/facciate-verdi-verticali/>

<https://odeon.dk/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14757721/>

<https://recycleitaly.net/estratto/coppie-oppositive-e-spazi-interstiziali-lin-between-realm/>

<https://www.architectural-review.com/buildings/pompidou-cannot-be-perceived-as-anything-but-a-monument>

<https://www.arketipomagazine.it/giardini-inverno-a-milano-caputo-partnership-international/>

<https://www.bruag.com/>

<https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/environmental-support-funding/green-roofs-and-walls>

http://www.comune.torino.it/ambiente/bm-doc/tav_c07_lden.pdf

<https://www.diasen.com/diathonite-acoustix-plus/>

<https://www.domusweb.it/it/speciali/domus-paper/2018/imparare-dai-robin-hood-gardens-per-la-citt-che-verr.html>

<https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>

https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=19&utm_medium=website&utm_source=archdaily.com

<https://www.mvrdiv.nl/projects/304/la-serre>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14757721/>

<https://www.quietstone.co.uk/product/acoustic-panels/>

http://www.shigerubanarchitects.com/works/1995_curtain-wall-house/index.html

<http://www.tschumi.com/projects/14/>

http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com_content&view=article&id=233%3A%20Amalie-dellesenziale-in-between-la-quintessenza&catid=2%3A%20Ascritti&Itemid=15

https://www.z3xmi.it/pagina.phtml?_id_articolo=13675-Partecipare-s,-ma-come.-Il-Villaggio-Matteotti.html

