

PROGETTO DI UN NUOVO INVOLUCRO NEL CASO DI UN EDIFICIO A BRASOV

Federico Zucchini



Progetto di un nuovo involucro nel caso di un edificio a Brasov

Federico Zucchini

ALMA MATER STUDIORUM - Univerità di Bologna

Scuola di Ingegneria e Architettura
Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Ingegneria Edile Architettura

Tesi in Recupero e Coservazione degli Edifici

Relatrice: Prof.ssa Annalisa Ferrante
Corelatori: Prof.ssa Giorgia Predari
Prof.ssa Anastasia Fotopoulou

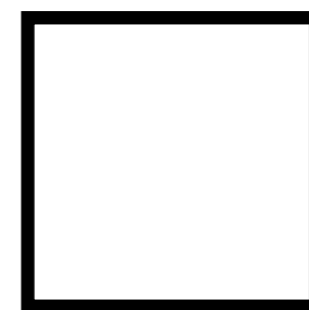
A.A. 2019-2020

Indice:

0. Premessa	pag.	10
A. Introduzione		
Horizon2020	pag.	14
Pro-GET-onE	pag.	17
Caso studio 3: Brasov	pag.	34
Tavole esistente	pag.	46
B. Intervento		
Nuove disposizioni	pag.	64
Intervento esterno	pag.	80
Tavole di progetto	pag.	128
C. Conclusioni	pag.	152
.Bibliografia	pag.	156

*a mio fratello
Giovanni Maria,*

0.



Premessa

La tesi proposta è il frutto di un lavoro di ricerca svolto nell'ambito del programma europeo Pro-GET-onE. Il programma propone diversi casi studio a cui applicare il metodo GET, tra i quali l'edificio sito in Romania su cui verte questo progetto.

Prima di iniziare con l'analisi dell'edificio si è resa necessaria una fase di studio del Pro-GET-onE per comprenderne appieno obiettivi e limiti, cui ha fatto seguito un'osservazione dei casi francesi e italiani che hanno ispirato il concept.

Il caso è stato poi analizzato prendendo in considerazione luogo, periodo di costruzione e ricerca storica sulla tipologia. Quest'ultima, in particolare, si è poi rivelata di fondamentale importanza, perchè ha portato alla luce il tema della replicabilità di progetto e la conseguenziale necessità di ricercare un metodo adattabile ad altri edifici.

Successivamente il lavoro si è concentrato sulla parte architettonica con lo studio della redistribuzione degli ambienti interni per il cambio d'uso dell'edificio: da dormitorio per senzatetto ad appartamenti residenziali per piccoli nuclei familiari.

L'orientamento dell'edificio e l'addizione del volume esterno hanno poi dato origine a numerosi interrogativi sulla gestione della luce naturale, che è diventata tema principale di progetto.

A.



Introduzione

Horizon 2020

Il programma

Horizon 2020 è un programma realizzato dall'Unione europea (UE) per la ricerca e l'innovazione. Conta a disposizione 80 miliardi di euro di finanziamenti per un periodo di 7 anni (2014-2020), oltre ad investimenti nazionali pubblici e privati.

Il progetto nasce con l'obiettivo di ricercare per l'Europa una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva. Horizon 2020 contribuisce al raggiungimento degli obiettivi associando la ricerca all'innovazione e concentrandosi su tre settori chiave: eccellenza scientifica, leadership industriale e sfide per la società.

Horizon 2020 è aperto alla partecipazione di ricercatori da tutto il mondo e mira a riunire scienziati, tecnici e industriali per trovare soluzioni a una vasta gamma di sfide, per innovare e migliorare la vita delle persone. Per aiutare a proteggere l'ambiente e rendere l'industria Europea più sostenibile e competitiva. Horizon 2020 inoltre sostiene la posizione dell'Unione Europea come leader mondiale nel campo della scienza. Per questo i campi di ricerca del finanziamento sono differenti all'interno delle tre categorie sovraccitate.

Salute e benessere, energia sostenibile, mobilità verde integrata, tecnologie di supporto e industriali, sono solo alcuni campi di cui si occupa il programma Horizon 2020.

Pro-GET-onE

Obiettivi

All'interno del progetto Horizon 2020 si sviluppa la proposta Pro-GET-onE. Il progetto di quattro anni si sviluppa sulle tematiche di sostenibilità e benessere oltre che al miglioramento delle tecnologie impiegate attualmente in ambito costruttivo.

Il progetto nasce mosso da tre tematiche principali:

- **fabbisogno energetico;**
- **sicurezza;**
- **sostenibilità sociale ed economica.**

L'obiettivo è quindi quello di studiare una soluzione innovativa per il mercato edile che assolva alle tre richieste sopracitate tramite un sistema costruttivo che unisca nuove e diverse tecnologie con un intervento minimo ed economicamente vantaggioso.

Fabbisogno energetico:

L'edilizia ad uso abitativo rappresenta una parte importante del patrimonio edilizio dell'Unione Europea (UE). Si contano circa 200 milioni di unità abitative nell'UE, che coprono circa il 27% del consumo di energia europeo. L'edilizia residenziale ha quindi un forte peso in Europa per quanto riguarda le emissioni di CO2 e un suo efficientamento non può essere sottostimato. Tre quarti degli edifici esistenti, di cui buona parte residenziali, dovrebbero rimanere in uso nel 2050, ma finora, solo l'1,2% degli edifici è ristrutturato ogni anno. La sfida dell'UE in materia di efficienza energetica negli edifici riguarda principalmente ristrutturazione e investimenti nel patrimonio edilizio esistente. Tuttavia, vi è una chiara lacuna negli investimenti in questo settore per quanto riguarda il mercato immobiliare privato. Le valutazioni costi-benefici delle azioni di retrofit in questo settore hanno mostrato tempi di rimborso eccessivi (fino a 35-45 anni). Inoltre, sono necessari elevati investimenti anticipati e generalmente caratterizzati da un elevato grado di rischio con un potenziale limitato ritorno sugli investimenti.

Impatto dell'edilizia sull'emissione di CO2 in EU

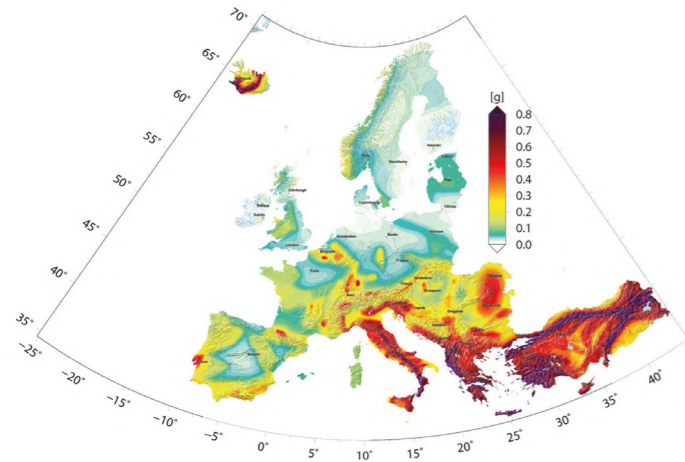
Nelle aree mediterranee e sismiche dell'UE, questo divario è ancora più visibile, con una forte e generalizzata mancanza di fiducia da parte degli utenti e dei proprietari e da condizioni di mercato più deboli. L'esperienza della crisi in queste aree e la mancanza di sicurezza sono state veicolo di poca fiducia per quanto riguarda argomenti come il building retrofitting.

Sicurezza:

Il progetto SHARE (Seismic Hazard Harmonization in Europe) indica l'Italia, la Grecia e la Romania come aree con la più alta probabilità di terremoto all'interno dell'Unione Europea. In queste aree, i recenti eventi sismici hanno dimostrato quanto sia rilevante la questione vulnerabilità per gli edifici esistenti dato che molti di questi furono realizzati senza alcun riferimento a criteri antisismici, compresi quelli in cemento armato.

Le soluzioni di miglioramento sismico per edifici in cemento armato esistenti adottate vengono scelte in base al numero di elementi resistenti coinvolti e alla strategia dell'intervento scelto.

Interventi locali sulle strutture possono agire su elementi strutturali quali travi e colonne, ma anche su giunti o elementi vulnerabili. Questi interventi possono aumentare rigidità, resistenza e duttilità, ma possono risultare invasivi sull'edificio e sull'utenza.



EU come zona sismica

Invasività degli interventi e elementi prefabbricati

Sostenibilità sociale ed economica:

L'invasività dell'intervento è un altro tema sensibile all'interno del progetto. Interventi di tipo strutturale sono difficili da coniugare con la vita delle utenze, spesso sono necessari trasferimenti temporanei e quindi un possibile aumento del costo d'intervento e possibile rinuncia all'azione di retrofitting.

L'utilizzo di elementi prefabbricati e sistemi di costruzione a secco sono mirati alla riduzione dei tempi di costruzione oltre che ad un abbattimento dei costi volto a rendere più appetibile l'intervento alle utenze.

Tecnica d'intervento:

Pro-GET-onE propone una tecnica fino ad ora poco utilizzata basata sull'utilizzo di un esoscheletro esterno collegato al telaio in cemento armato degli edifici esistenti. L'intervento è atto a migliorare l'esistente sensibilmente alle tematiche sopracitate:

.Miglioramento fabbisogno energetico

– addizionando all'esistente una nuova pelle esterna dalle prestazioni energetiche più alte e integrando sistemi HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) consentendo un abbassamento dei consumi dell'edificio e delle emissioni.

.Miglioramento della sicurezza – costruendo un esoscheletro esterno collegato al telaio esistente per migliorare la capacità strutturale e la risposta sismica con un intervento poco invasivo;

.Sostenibilità sociale ed economica dell'intervento – attraverso un intervento basato su sistemi di prefabbricazione per abbattere i costi e i tempi di ritorno economico dell'investimento. Pro-GET-onE mira ad aumentare il valore estetico e monetario del fabbricato (aumento superficie abitabile) con poca invasività cercando di coinvolgere l'utenza attraverso possibili personalizzazioni.

ENERGY IMPROVEMENT



SEISMIC STRENGTHENING



ATTRACTIVENESS



Specific Objectives (SpO)

La struttura esterna deve quindi alloggiare soluzioni tecnologiche atte ad allungare la vita all'edificio esistente migliorandone l'uso, puntando come obiettivo al raggiungimento dell'nZEB.

Sono stati redatti i seguenti Specific Objectives (SpO) per dettare linee guida comuni nello studio del progetto:

1. SpO1: fornire ad edifici esistenti con prestazioni strutturali scadenti un miglioramento sismico e migliori prestazioni nel campo della sicurezza fino ai livelli della norma europea EN 1998-3, codice euro 8.

2. SpO2: fornire una riduzione del consumo netto di energia primaria negli edifici residenziali, fino a una media di 10-30 kWh / m² all'anno, rispetto alla media attuale di 90-250 kWh / m² di energia all'anno, per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (ACS), garantendo anche una forte riduzione dei carichi di raffreddamento. Il risparmio energetico sarà raggiunto attraverso l'applicazione di un numero di tecnologie, tra cui sistemi prefabbricati e componenti assemblati a secco, sistemi di riscaldamento e raffreddamento, fornitura di servizi (condutture per il riscaldamento, condutture per lo smaltimento dell'acqua, linee elettriche, fibre ottiche, cavi TV, ecc.) in tre studi di casi selezionati (9.983 m²) e in un modello in scala reale di 2400 m².

3. SpO3: ottenere almeno 75 MWh di energia rinnovabile all'anno sul caso di studio implementato. Questo potrà essere realizzato attraverso l'integrazione di tecnologie per la produzione di energia come il fotovoltaico e lo stoccaggio sistemi.

4. SpO4: ottenere una riduzione dei costi dell'edificio risultante di almeno il 16,5% rispetto all'attuale costi di adeguamento sismico ed energetico standard e fino al 32-38%, considerando il valore immobiliare aggiunto. Questa riduzione dei costi sarà ottenuta utilizzando un sistema di costruzione modulare, su misura secondo i requisiti specifici di ciascun appartamento nel building block, ma implementati in modo economicamente vantaggioso, processi assistiti industrializzati e BIM.

5. SpO5: dimostrare l'efficacia delle tecnologie e delle metodologie selezionate e il potenziale di replica del GET-system attraverso 4 casi di studio regionali e complementari, in cui diverse combinazioni di strumenti saranno testati e promossi da schemi economici e di finanziamento innovativi.

6. SpO6: sostenere la transizione verso edifici più sicuri ed efficienti rafforzando il ruolo dell'UE nell'industria delle costruzioni e cercare di ridurre l'impronta di carbonio di circa 108 kgrCO₂ / m².

7. SpO7: garantire che i risultati di Pro-GET-onE abbiano un impatto sull'edilizia, nell'adozione sul mercato delle soluzioni entro il 2020. Comunicazione e sfruttamento dei risultati dei casi studio e l'analisi di mercato e il piano aziendale saranno in grado di implementare la tecnologia in altri casi promettenti in tutta l'UE.

Reference

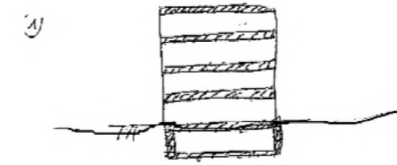
Il Concept (Core - Skin - Shell system)

L'utilizzo di volumi addizionali esterni è già presente nell'edilizia moderna.

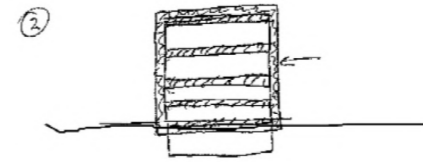
Il concetto di avvolgere l'edificio preesistente puntando ad un miglioramento economico-estetico ed energetico viene chiamato Core – Skin – Shell concept e si diffuse in particolar modo in Francia nei primi anni '60 dalla necessità di recuperare alcuni edifici a torre a basse prestazioni energetiche.

Il concept nasce dall'attenzione al tema della facciata degli edifici, Alexander Ferrier descrive la facciata come un "centrale e decisivo componente di sostenibilità" e nel Core – Skin – Shell concept assume un ruolo fondamentale. L'idea è quella di dare alla facciata una funzione in più rispetto al solo controllo della luce entrante e di filtro con l'esterno, aggiungendo funzionalità energetiche e un volume abitabile.

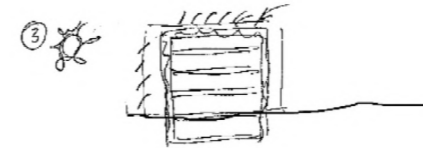
Il concept fu proposto per la prima volta da Daniel Quenard. È basato sull'ipotesi di distinzione dell'edificio in tre parti:



Core : Living Volume



Skin : Coat Wall



Shell : Shield

.Core

Volume abitabile principale dell'edificio, generalmente ha una massa importante utile per l'inerzia termica. Può contribuire sia a regolare la temperatura interna sia il comfort e costituisce la struttura del fabbricato.

.Skin

Costituisce uno scudo termico che assicura tenuta d'aria e isola termicamente il fabbricato. Può anche provvedere alla luce naturale e alla ventilazione; due indicatori fondamentali del comfort abitativo di un edificio. Grazie ai diversi materiali, può creare diverse atmosfere e spazi.

.Shell

L'ultimo strato avvolge il Core e la Skin, è utilizzato a protezione dell'abitazione da elementi esterni. Assicura che l'edificio sia solido e duri a lungo, oltre che a schermarlo da sole e vento (o prenderne energia).

Applicazione: Il caso di addizione per il miglioramento energetico

Diversi sono gli esempi di applicazione. Un grande contributo è stato dato dagli studi di Durot, Lacaton e Vassal che hanno sperimentato su diversi edifici le addizioni volumetriche costituendo un vero e proprio metodo spiegato in diverse pubblicazioni.

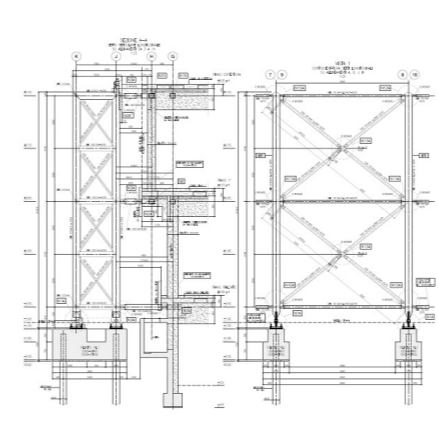
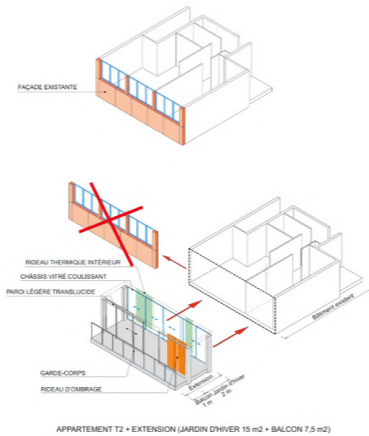
Fra i diversi interventi spicca quello sulla Torre Bois-le-Prêtre a Parigi. Il recupero può essere visto all'interno del concept Core – Skin – Shell, infatti il progetto tiene conto del corpo principale della torre demolendone completamente la facciata e lavorando sull'addizione volumetrica.

Il Core include tutto il corpo principale della torre: la struttura interna di pilastri, travi e solai, oltre che i corpi scala e ascensori. Mentre viene demolita la facciata esterna.

La Skin viene costruita come nuova facciata della torre. Grandi vetrate scorrevoli vengono posizionate per favorire l'ingresso della luce, inoltre i vetri scelti sono a doppia camera isolanti per consentire comfort termico.

Lo Shell consiste in un balcone e giardino d'inverno separati da uno strato di pannelli mobili di policarbonato che avvolgono la torre.

Il risultato è un miglioramento energetico da 250 kWh/m² annui a 82 kWh/m² annui portando l'edificio da classe E a classe B.



Applicazione: Il caso di addizione per il miglioramento strutturale

Un ulteriore aspetto dell'esoscheletro di Pro-GET-onE è quello strutturale. Mentre nei casi francesi il volume esterno assume una valenza energetico-abitativa, altri sono i casi in cui viene applicato per un miglioramento delle prestazioni strutturali.

Esempio italiano sono gli uffici e i fabbricati della fabbrica Magneti Marelli a Crevalcore di Teleios Srl. Nell'edificio per uffici, la nuova struttura è esterna e si compone di un telaio in acciaio collegato all'edificio in cemento armato preesistente. Nel magazzino dello stesso complesso industriale invece, i telai sono inseriti internamente a supporto dei portali in cemento armato.

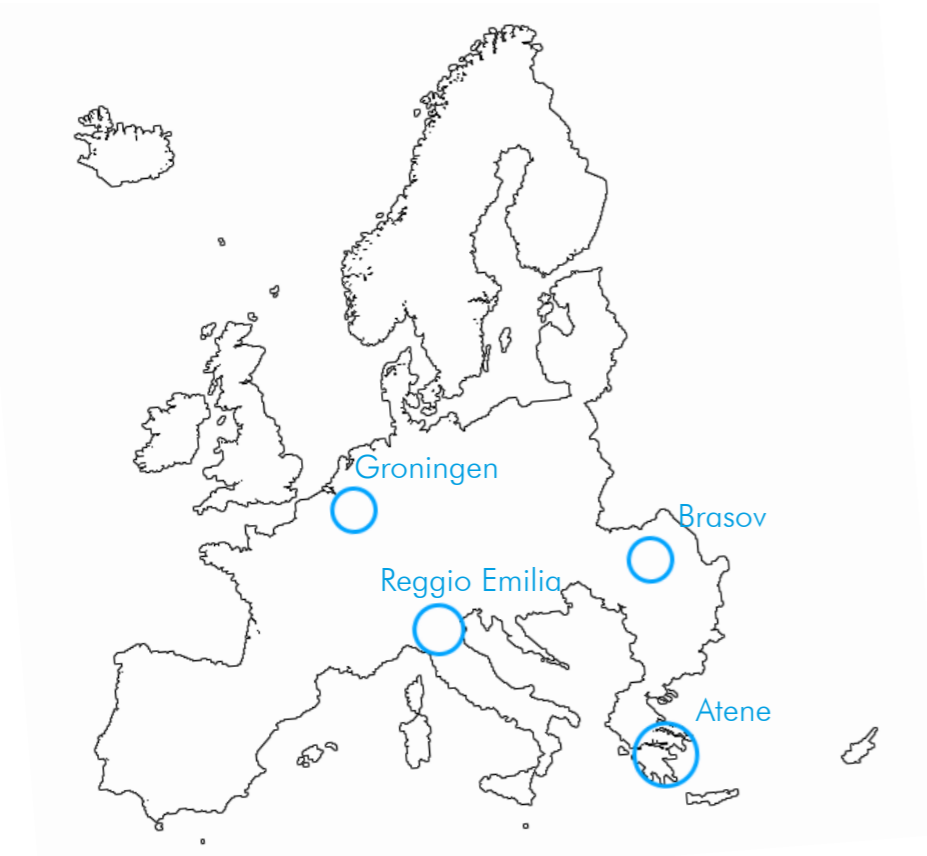
Entrambi gli interventi hanno garantito una piena resistenza degli elementi strutturali preesistenti, tuttavia l'esoscheletro assume la sola funzione di rinforzo strutturale senza presentare soluzioni integrate per il miglioramento dell'energia e aumento della superficie utile.

Pro-GET-onE si basa sull'evoluzione dei casi presentati integrando efficientamento energetico a miglioramento strutturale anti-sismico e addizione di volume con conseguente aumento del valore economico del fabbricato in un effetto benefico multiplo con un solo intervento.

Casi Studio

Per lo sviluppo del progetto come intervento applicabile e riproducibile vengono forniti casi studio presi dalle tre zone sismiche più a rischio all'interno dell'Unione Europea: Italia, Grecia e Romania. In più viene fornito un caso studio in Olanda.

Le zone sono anche rappresentative delle tre macro aree climatiche nell'Unione Europea: clima Mediterraneo, dell'Europa Orientale Centrale e Settentrionale.



I casi a confronto:

Si può osservare come i casi studio siano tutti appartenenti a:

- tipologie residenziali;
- di costruzione postuma alla seconda guerra mondiale (tutti appartenenti al ventennio tra il 1960 e il 1980);
- edifici non protetti da vincoli storici-paesaggistici.

I primi tre casi si distinguono inoltre per l'utilizzo di cemento armato in struttura a differenza del quarto che è costruito interamente in mattone.

L'idea alla base della scelta dei casi studio è che attraverso quattro casi diversi in distanti aree, si possa mostrare come il sistema GET possa declinarsi in diverse zone d'Europa mantenendo obiettivi e risultati prefissati di multi efficientamento dei fabbricati.

I casi studio sono:

Pilot case 1: Workers houses in Peristeri (Atene, Grecia)



Anno di costruzione: 1970-80
Proprietà: privata
Dimensioni: 2400 mq
Piani: 5

Tipologia costruttiva: struttura in cemento armato e mattoni di riempimento, solaio in cemento armato gettato in opera

Consumo (Kwh/mq*y): 160

Pilot case 2: Social housing in Canalina Motti (Reggio Emilia, Italia)



Anno di costruzione: 1985-89
Proprietà: semi-privata
Dimensioni: 1463 mq
Piani: 3

Tipologia costruttiva: struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati in cemento armato

Consumo (Kwh/mq*y): 140

Pilot case 3: Building stock in Brasov (Romania)

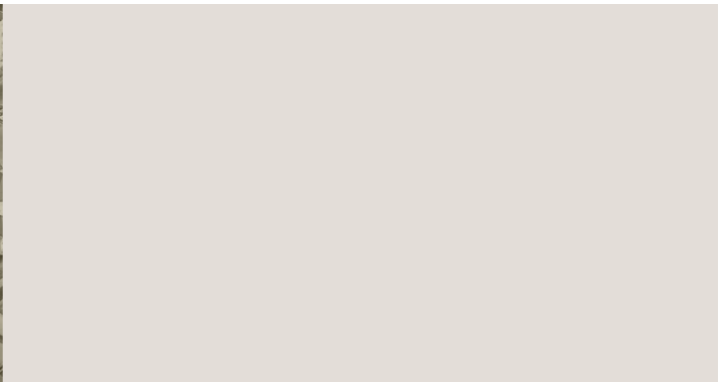


Anno di costruzione: 1972
Proprietà: pubblica
Dimensioni: 1850 mq
Piani: 5

Tipologia costruttiva: struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati in cemento armato, solaio in cemento armato gettato in opera

Consumo (Kwh/mq*y): 140

Pilot case 4: Residential terraced houses, Groningen (Olanda)



Anno di costruzione: 1960-80
Proprietà: privata
Dimensioni: 5000 mq
Piani: 3

Tipologia costruttiva: mattone

Consumo (Kwh/mq*y): 240

Caso Studio 3: Brasov

Il caso studio si trova nella periferia industriale della città di Brasov, città capoluogo dell'omonimo distretto nella regione della Transilvania, Romania centrale.

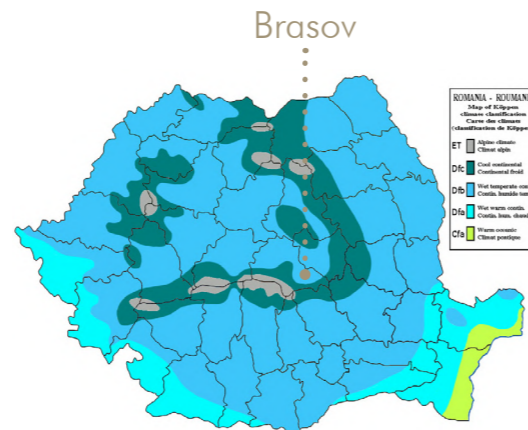
Caratteristiche del territorio

Il distretto di Brasov è vicino alle zone più a rischio sismico della Romania. Da un'analisi compiuta dall'UTC (Technical University of Civil Engineering Bucharest) risulta che il valore di picco dell'accelerazione al suolo (Peak Ground Acceleration) con MRI = 100 anni è di 0.20g (quarta zona più a rischio della nazione). In Italia, dopo l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, questo tipo di area rientrerebbe nella cosiddetta Zona 2: sismicità medio alta (PGA tra 1,5 e 2,5).

Dal punto di vista climatico il distretto di Brasov rientra nell'area climatica dell'Europa Orientale. Il clima è classificato come Dfb in accordo con Köppen e Geiger, ha inverni rigidi senza stagione secca ed estate tiepida. Il clima è quindi freddo e temperato, con abbondanti rovesci durante l'anno anche nei mesi più secchi. La temperatura media è 7.8 °C, mentre la temperatura minima può arrivare a -9 °C nei mesi più freddi e a 25 °C nei mesi più caldi.



Zone sismiche in Romania



Aree climatiche in Romania



La città di Brasov:

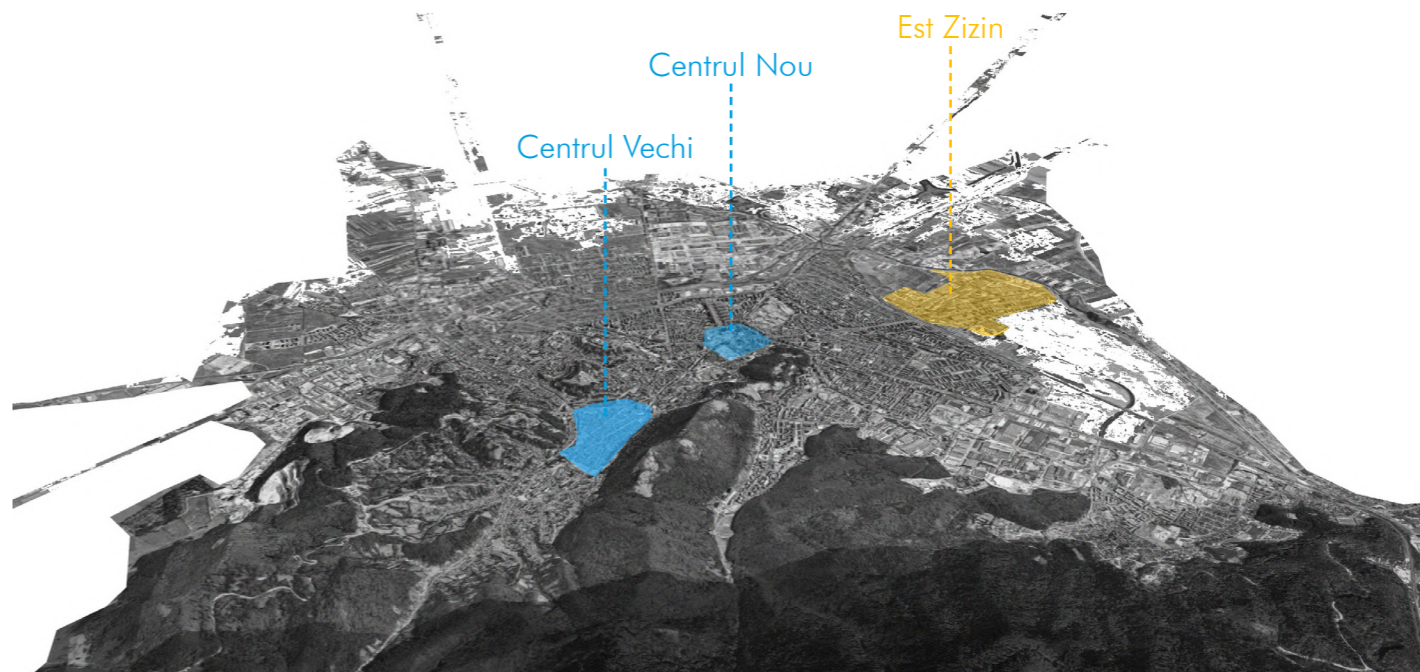
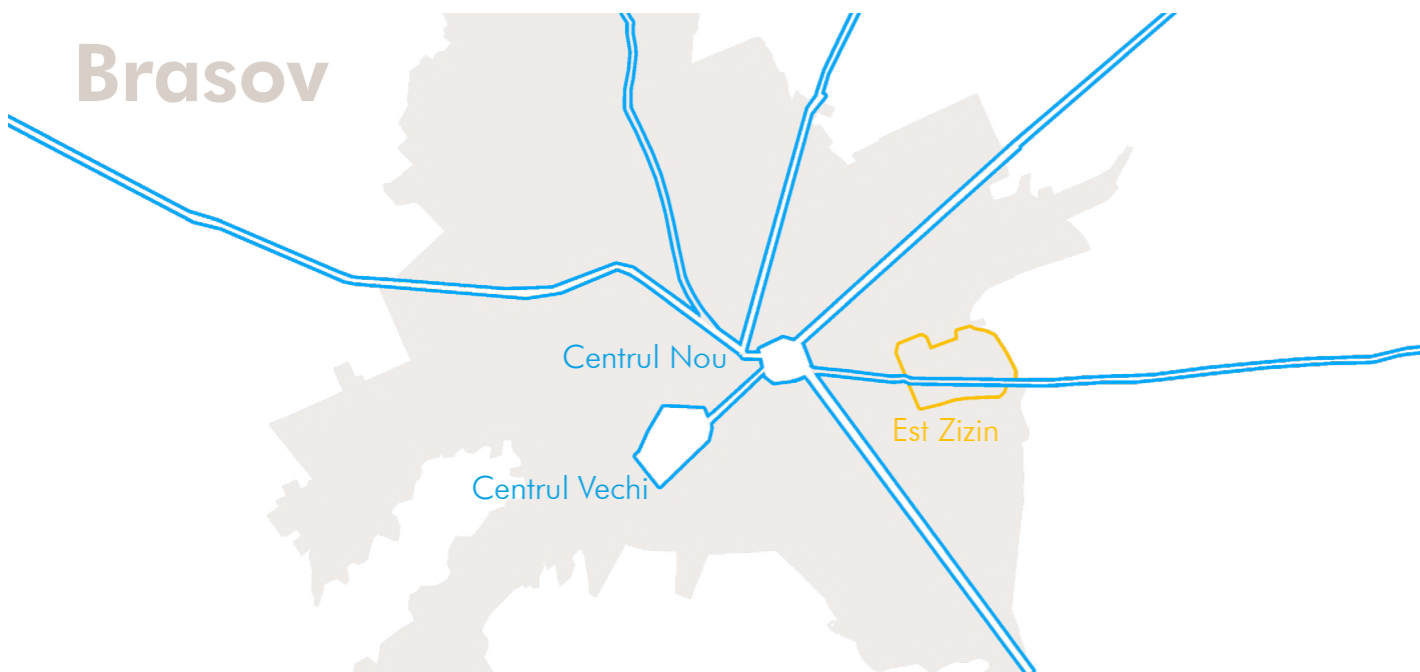
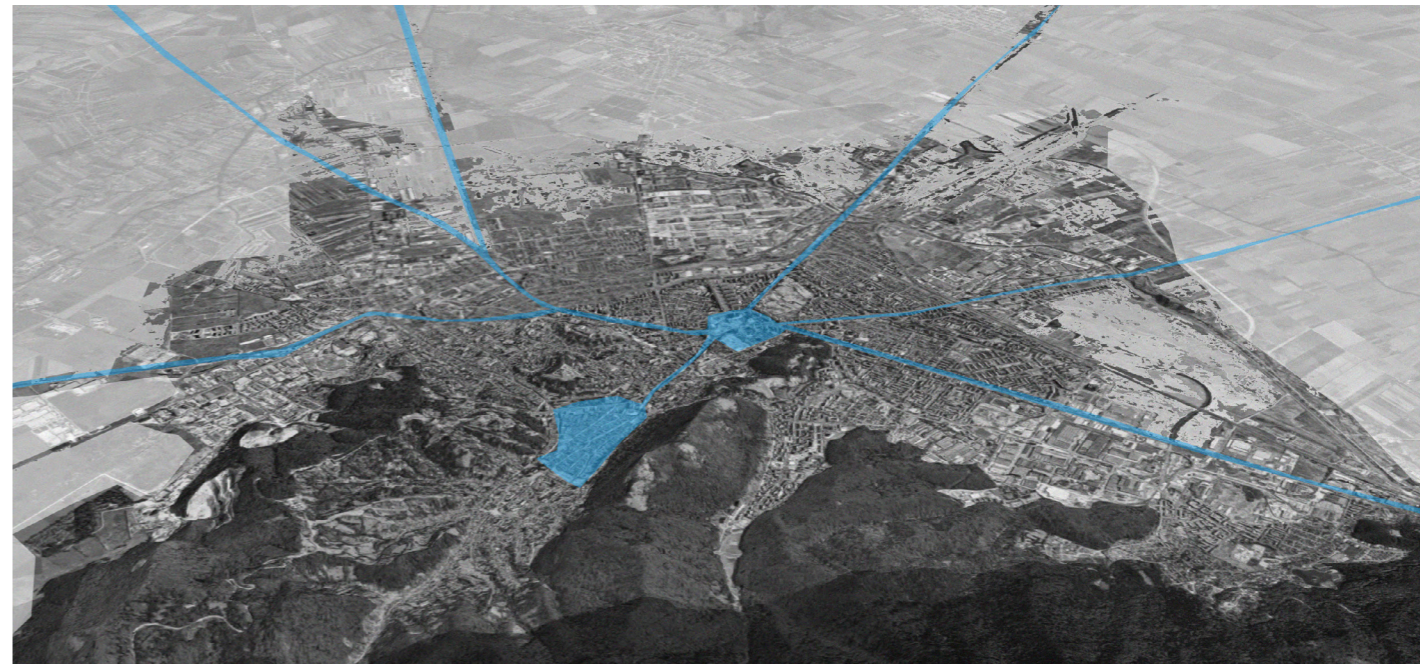
La città nasce tra le colline della Transilvania ad una altezza di 600 metri sul livello del mare. Di antica fondazione, trova un grande sviluppo nel dopoguerra grazie all'incremento dell'attività industriale.

Dallo studio delle immagini rappresentanti la città si può osservare come fino a pochi secoli fa si sviluppasse quasi interamente nell'area ora nota Centrul Vechi (Centro Vecchio) tra le montagne e che dopo lo sviluppo industriale si sia espansa a raggiera dall'area nota come Centrul Nou (Centro Nuovo), approfittando della zona pianeggiante nel suo intorno.

Lo sviluppo industriale iniziò nel periodo interbellico quando venne avviata la *Industria Aeronautica Romana (IAR)*, grande industria aeronautica che costruì aerei militari usati nella Seconda Guerra Mondiale.



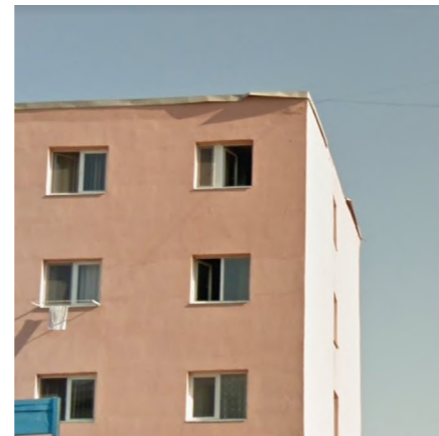
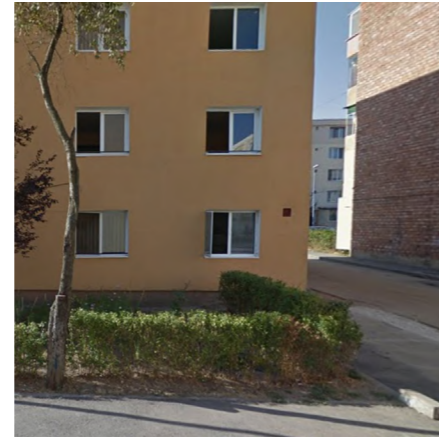
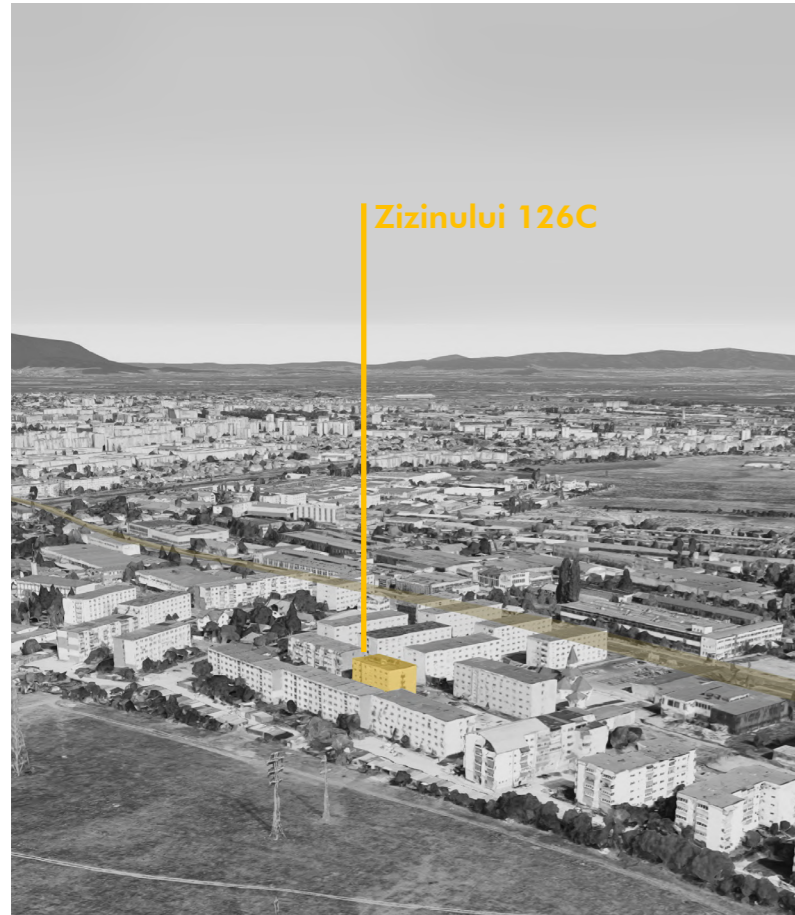
Brasov: zone e viabilità principale



Il quartiere:

L'edificio caso studio si trova in un quartiere industriale a est della città. Il quartiere industriale di Zizinului è ben collegato al centro da una strada principale e ospita diverse attività industriali oltre che zone residenziali.

Il fabbricato si trova in un'area residenziale del quartiere, al numero 126C di Strada Zizinului.

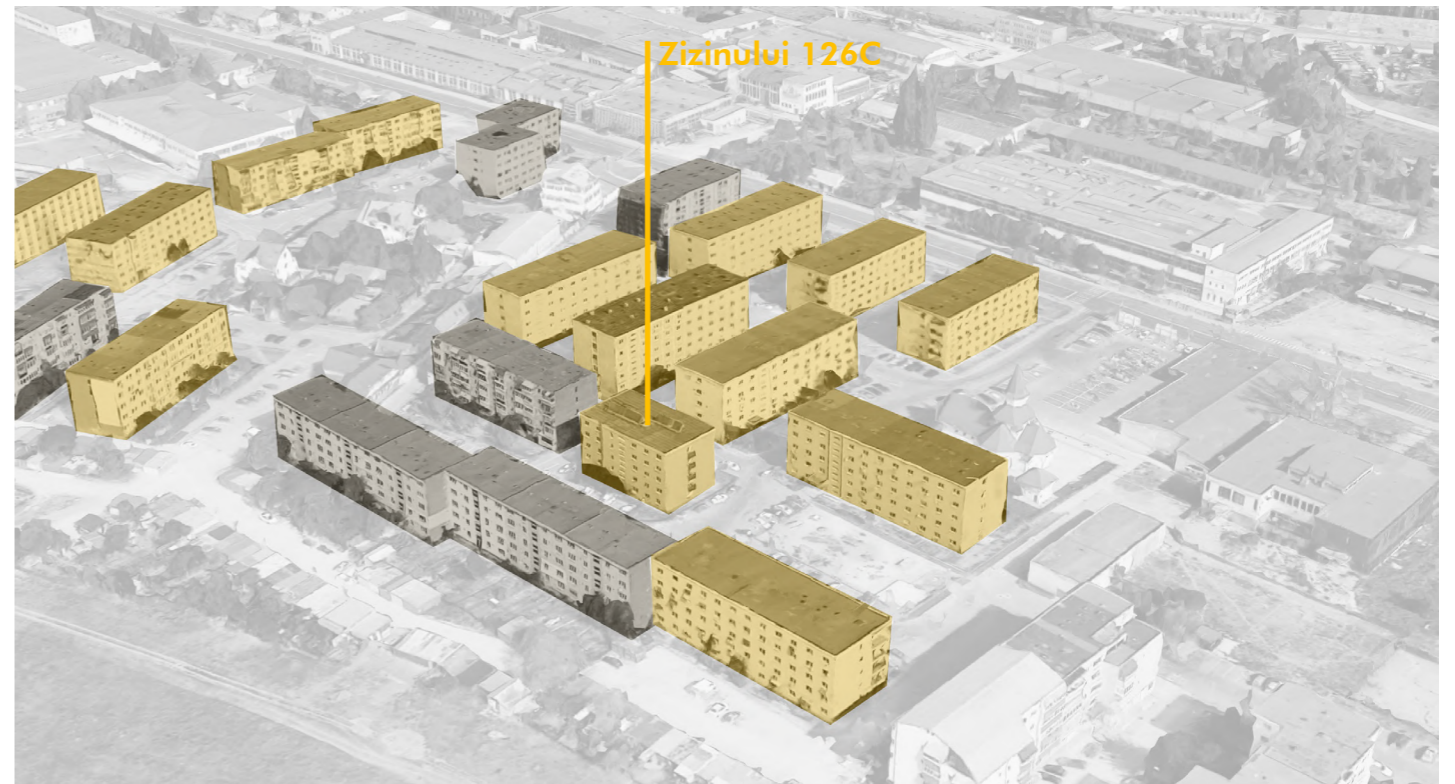


■ Palazzine ad elementi prefabbricati

■ Palazzine ad elementi prefabbricati simili al caso studio

Il quartiere residenziale di Zizinului a Sud della strada presenta diverse costruzioni funzione di abitazioni collettive. Gli edifici si assomigliano particolarmente per le forme rigide e la stessa partitura delle forature in facciata, oltre che per gli ingressi e il numero di livelli.

Questa analisi ha fornito gli elementi per uno studio attento ai modelli di edifici di tipologia prefabbricata in Romania allo scopo di ottenere maggiori informazioni sul caso studio preso in considerazione.



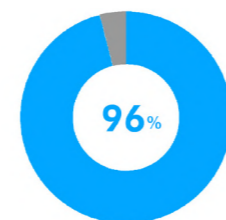
La prefabbricazione in Romania

Una stima del parco immobiliare nella maggior parte dei paesi Europei mostra che più del 90% dei manufatti esistenti sono stati edificati dopo la Seconda Guerra Mondiale. In Romania in particolare, almeno la metà degli edifici esistenti sono stati costruiti tra il 1961 e il 1980, di cui il 75% sono abitazioni collettive. Questo particolare programma architettonico, sviluppato durante il regime comunista come risposta alla crisi abitativa generata dal processo di industrializzazione, contribuì a una nuova visione della società urbana.

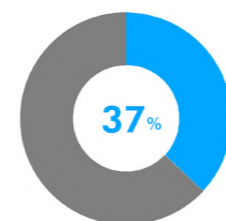
Sebbene nel 1992 il Censimento Nazionale mostrò che l'1,8% degli edifici totali erano abitazioni collettive, questa tipologia di edificio rappresenta circa il 37% degli appartamenti totali in Romania. Un sistema costruttivo largamente diffuso negli anni '70 in Europa per la costruzione delle abitazioni collettive era il sistema prefabbricato a larghi pannelli in cemento armato (Large Prefabricated Reinforced Concrete Panels – LPRCP), che si dimostrò la tecnologia più veloce ed economica dell'epoca. Basato su progetti architettonici standardizzati, offriva una configurazione standard degli interni in 4 principali tipologie imposte dalla legislazione per facilitare la richiesta di finanziamento del credito di Stato. Il progetto 770 fu uno dei più diffusi in tutta la Romania.



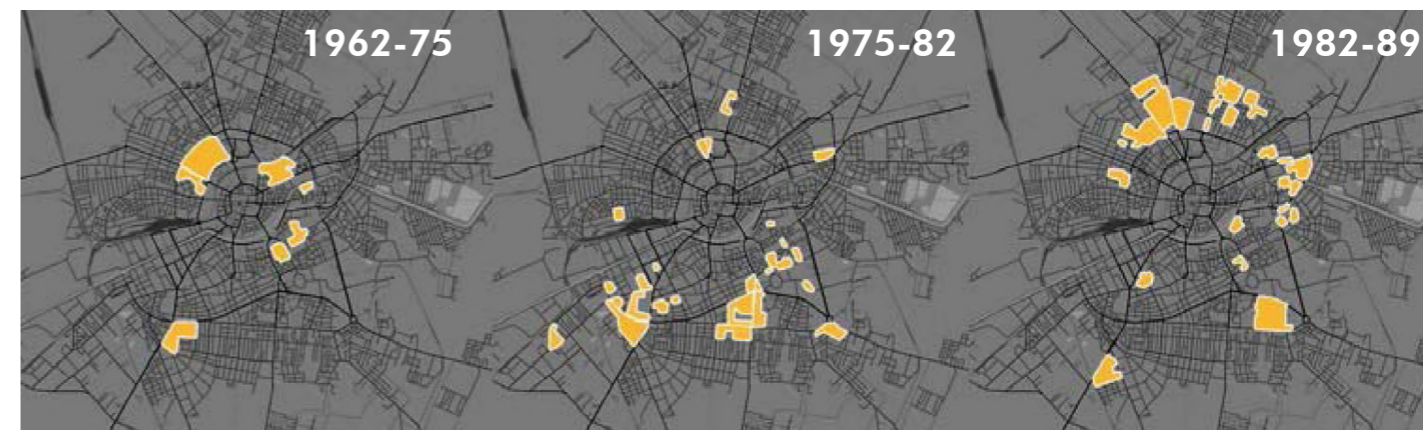
Media dei metri quadrati per persona in ogni abitazione in Romania



Percentuale privati proprietari della propria abitazione



Percentuale abitazioni collettive rispetto altre tipologie



Esempio di distribuzione del progetto a Timisoara



Esempio della distribuzione del modello T770 in grandi città - Arad e Bucarest



Esempio di distribuzione del modello T770 presso Timisoara

Dopo il 1989 specifici fattori economici portarono gli appartamenti inizialmente di proprietà dello Stato a diventare accessibili alla popolazione, determinando la vendita in massa delle proprietà da parte del governo. Questa tipologia di abitazioni è ancora molto diffusa oggi, e fornisce alloggio a quasi il 60% della popolazione urbana, di cui il 96% è proprietario dell'appartamento in cui vive. (Valutazione del 2006).

T770 caratteristiche

Il fabbricato preso in esame nell'area di Zizinului a est di Brasov, risponde alla tipologia di prefabbricazione indicata come: T770 model. Il modello T770 è tra i più comuni in Romania. Questa unità residenziale di 5 piani è stata costruita ampiamente in tutto il paese durante gli anni '70 offrendo condizioni di comfort dell'edificio molto basse.

L'infrastruttura è tipicamente costruita da una striscia di fondazione sotto le pareti strutturali di calcestruzzo B75 (C4/5).

La larghezza della fondazione varia a seconda della tipologia dell'unità, poiché la pressione convenzionale può variare a seconda delle zone.

La sovrastruttura è realizzata interamente con pannelli prefabbricati.

I pannelli interni sono costituiti di cemento armato B200 (C100) da 14 cm utilizzati nei piani superiori interni per non superare le 5,1 tonnellate di



carico. Questo perché era diffusa in edilizia il modello di gru MT110 in quel periodo.

I pannelli esterni sono costituiti da due strati di calcestruzzo B250 (C16/20) e da uno strato di isolante termico di CBA, il tutto all'interno di una larghezza totale di 30 cm.

Le pareti interne sono solitamente costituite di pannelli in cemento armato e hanno una larghezza di 13 cm.

Il rinforzo della parete è costituito da tipo PC52 (grado S355) per barre longitudinali 97 da 10 mm e per barre di continuità verticali da 14 mm e tipo STPB (S490) per reti a filo saldato da 4 mm. La forza di compressione massima sul modello cubico di calcestruzzo per il pannello da parete testato e modellato è 17,5 MPa.

I giunti tra i pannelli sono stati garantiti saldando i rinforzi in acciaio in calcestruzzo e la colata in acciaio a posto di B300 (C18/22.5).

Considerazioni

Il fabbricato si discosta dalla tipologia sull'uso del pannello: non contiene l'isolante, ma è un pannello pieno in calcestruzzo armato di 250mm successivamente avvolto con uno strato isolante di circa 100mm. Inoltre sono stati utilizzati solo pannelli da 250mm per l'interno e le divisioni degli ambienti sono state fatte tramite pareti in foratini.

Sul solaio non ci sono state indagini sul campo e non è possibile stabilirne la tipologia effettiva. Molto diffuso è l'uso della lastra monolitica armata, ma diversi articoli citano anche l'uso di travature mono o bi-direzionali.

Per il resto la dimensione delle forature che alloggiavano le finestre, l'interpiano di 3 metri e la pianta sembrano indicare l'appartenenza alla tipologia T770.



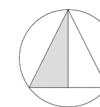
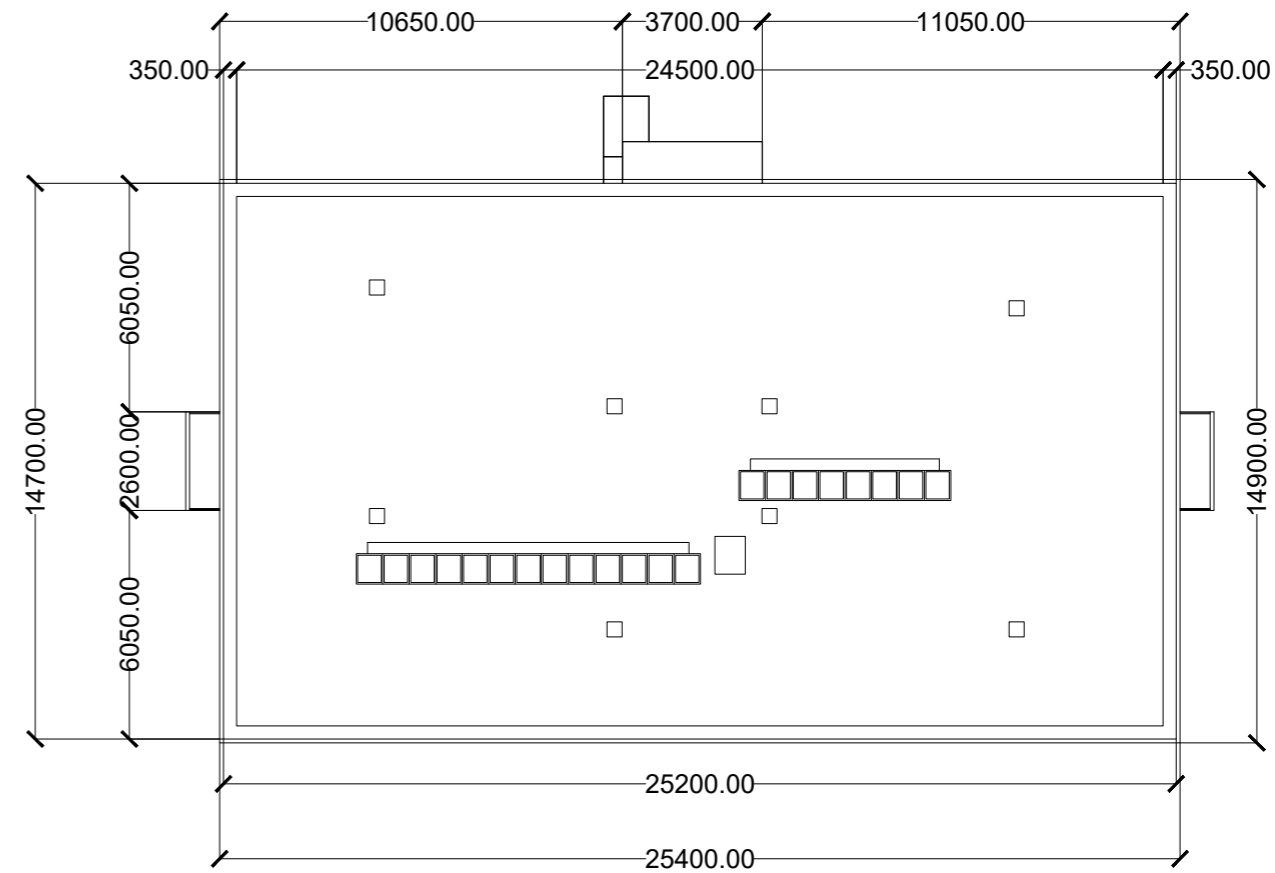
St Zizinului 126C
5 livelli
64 stanze

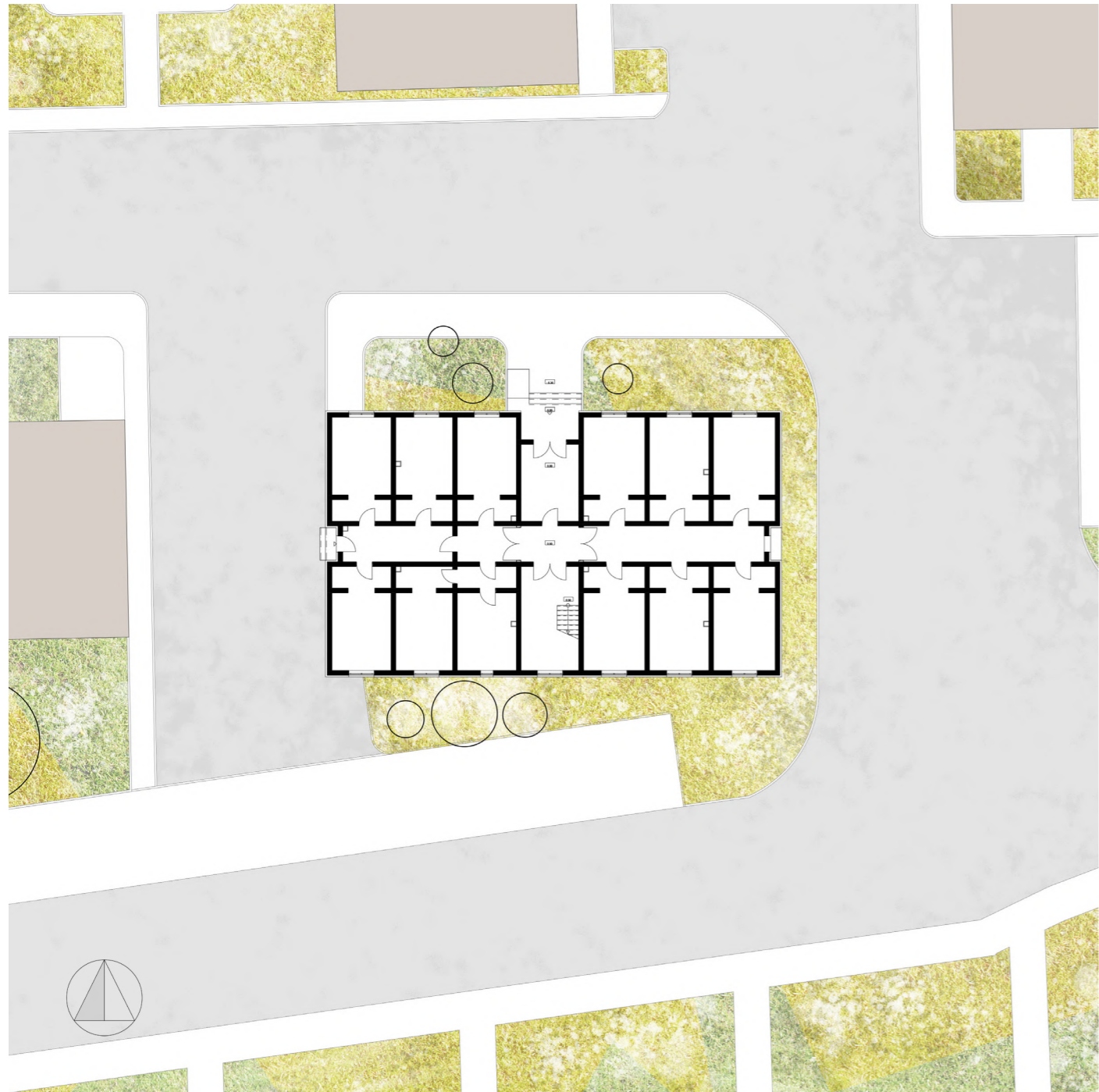
URBAN PLANIVOLUMETRICO





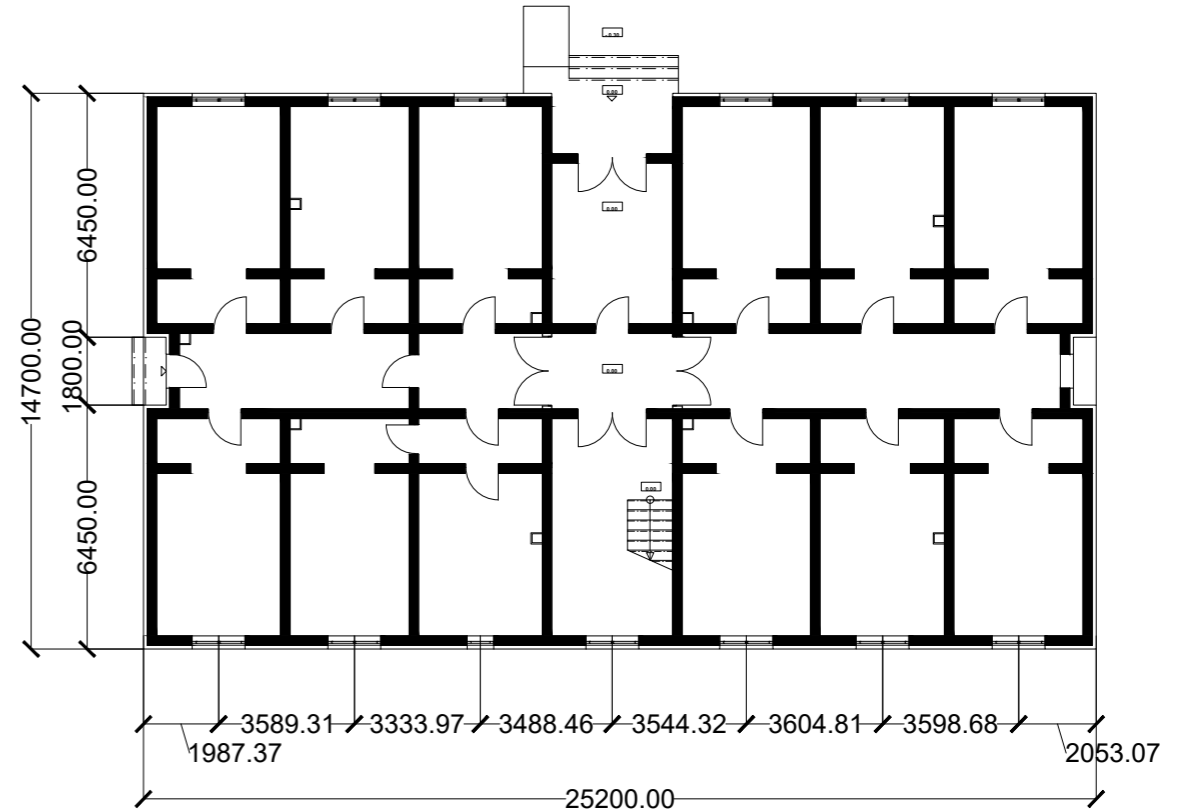
PLANIVOLUMETRICO 1:200

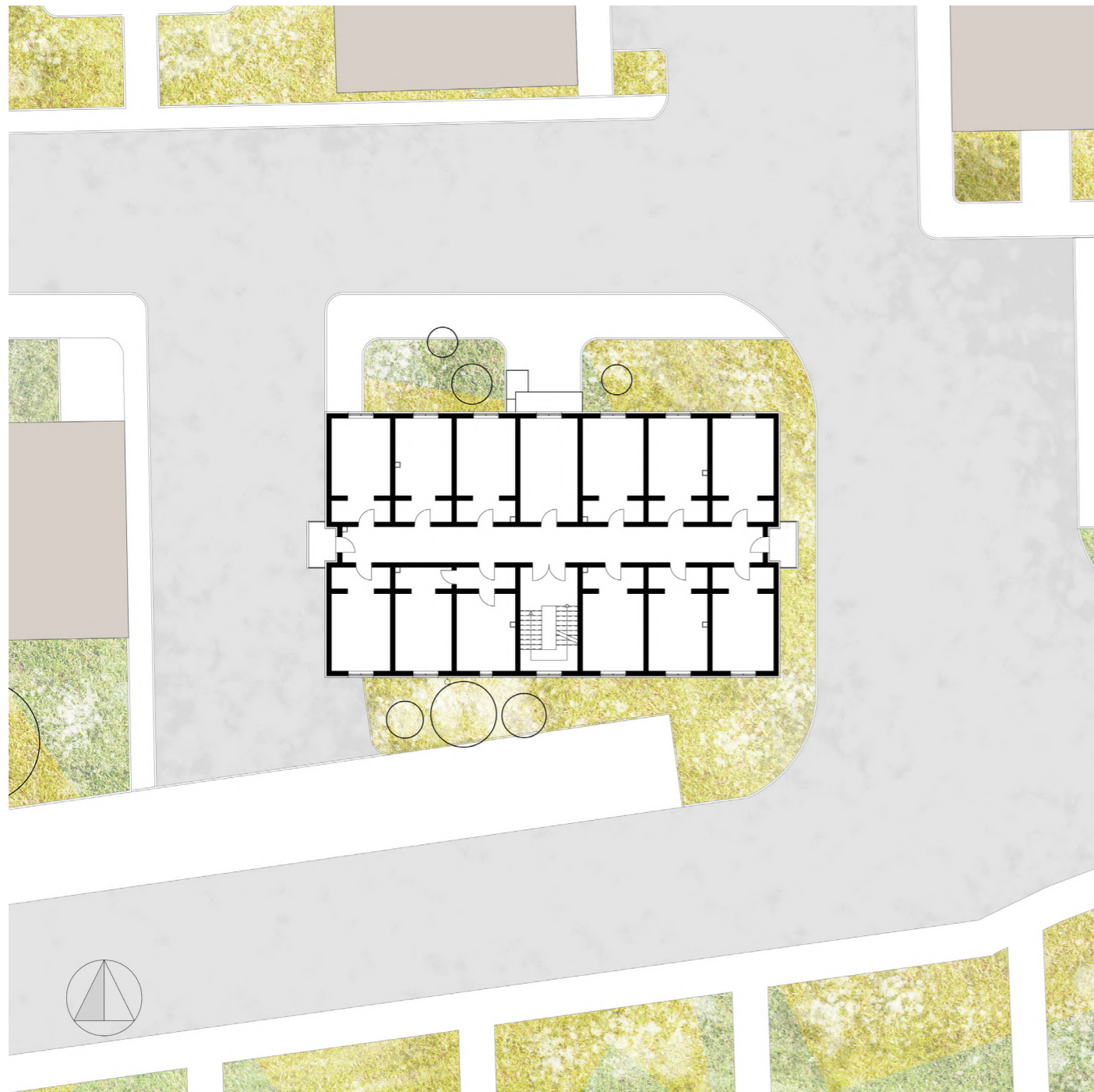




PIANO TERRA

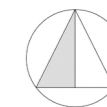
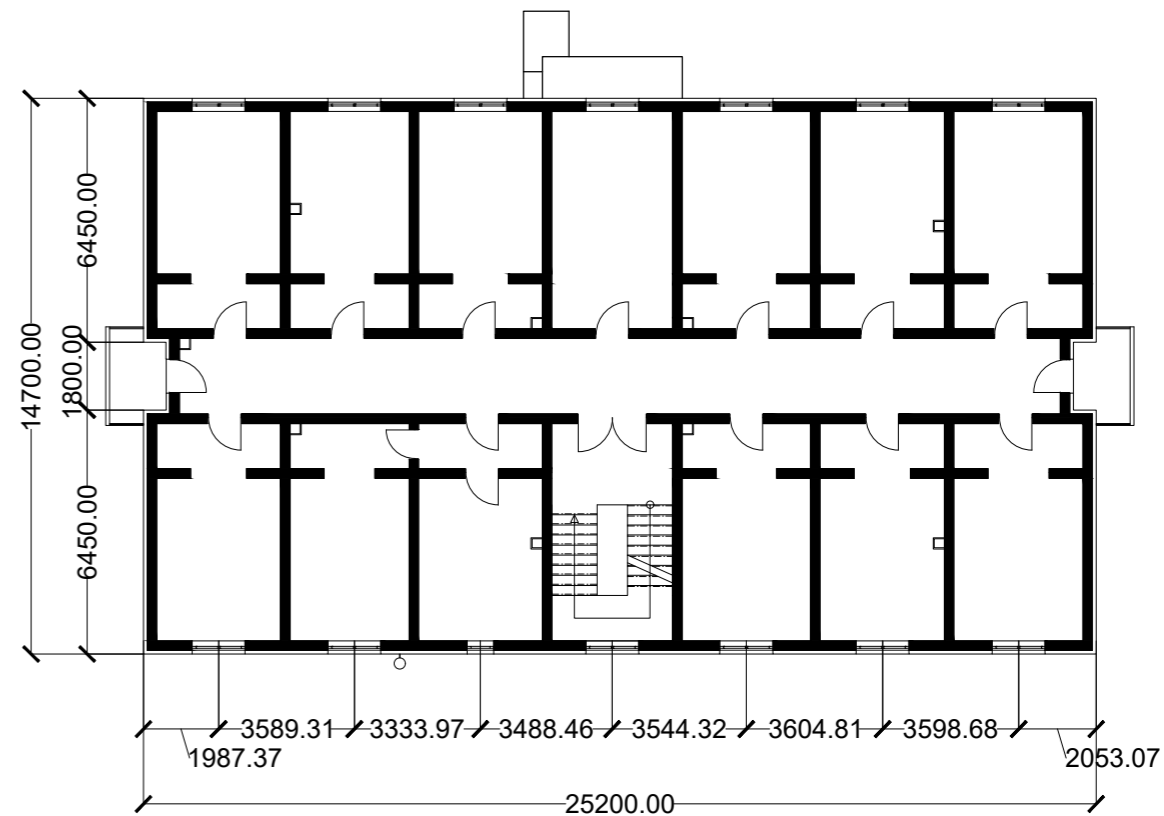
1:200



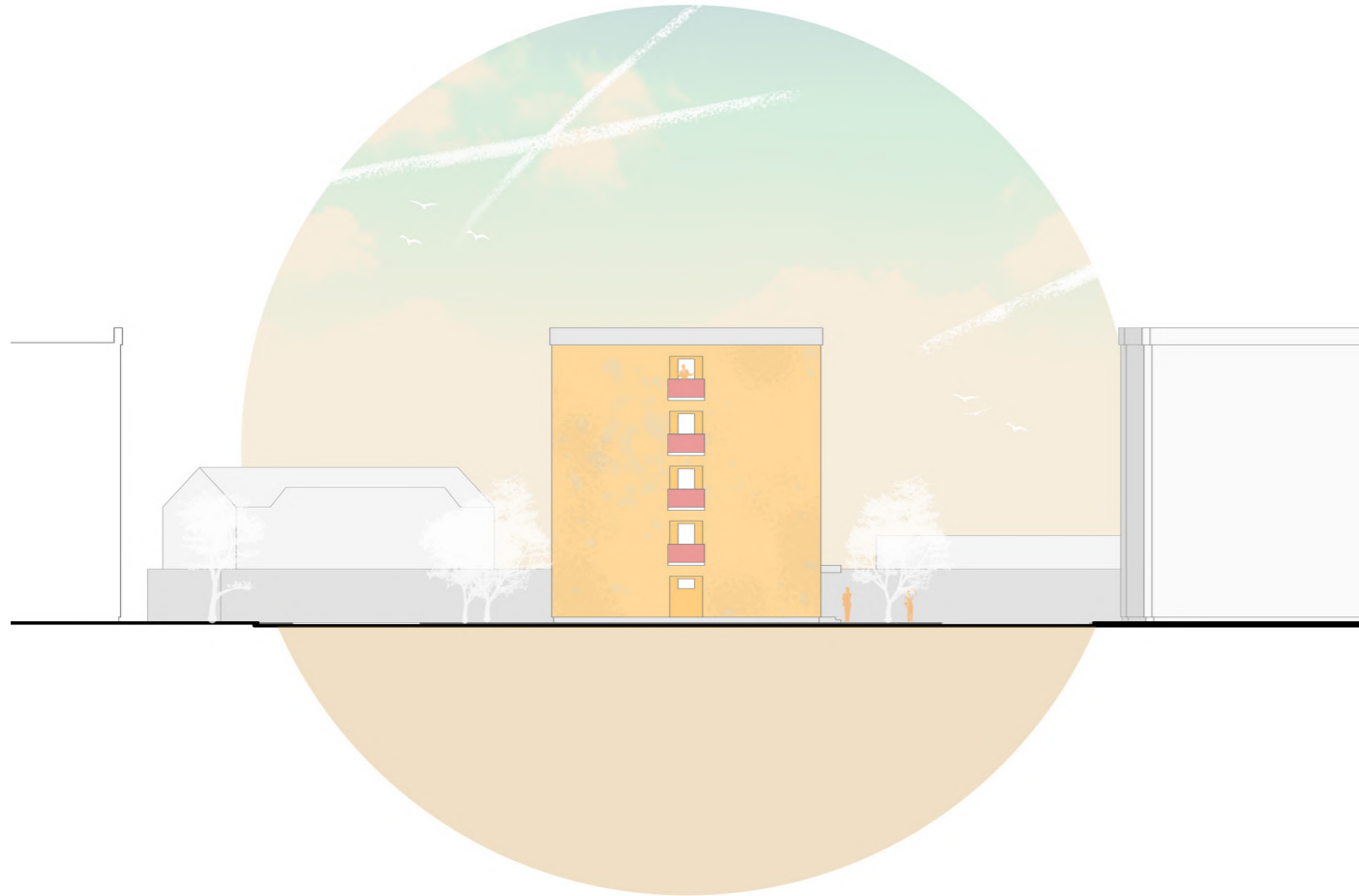


PIANO TIPO (I-II-III-IV)

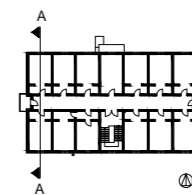
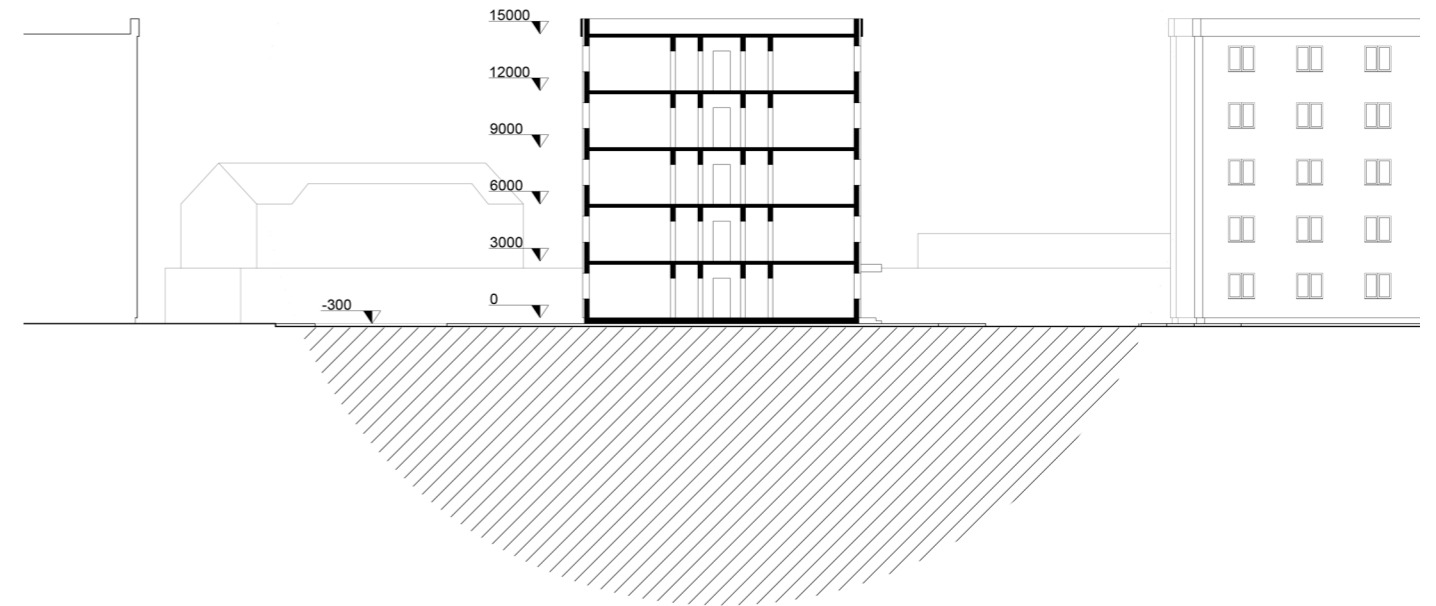
1:200



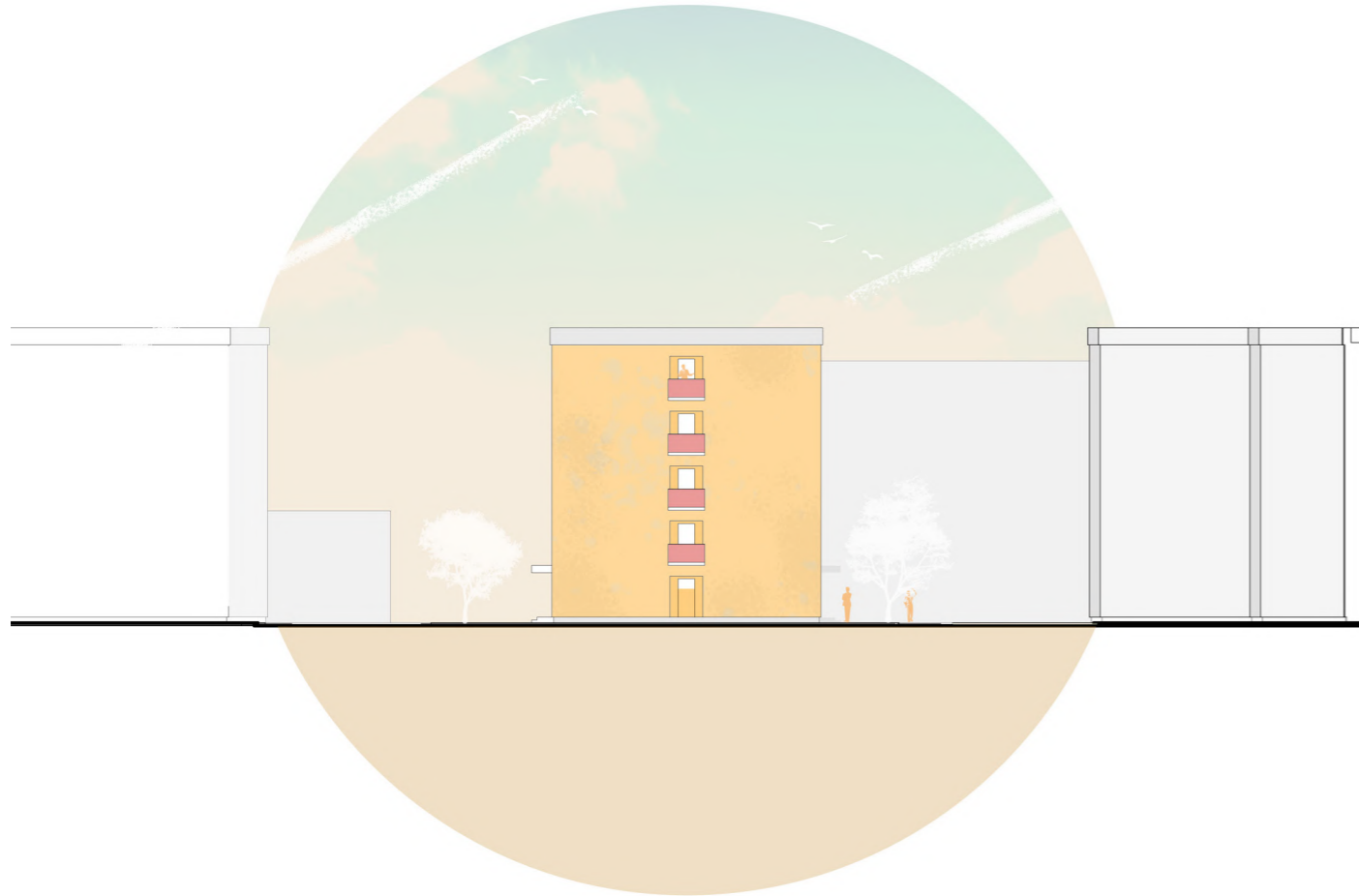
PROSPETTO EST



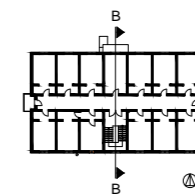
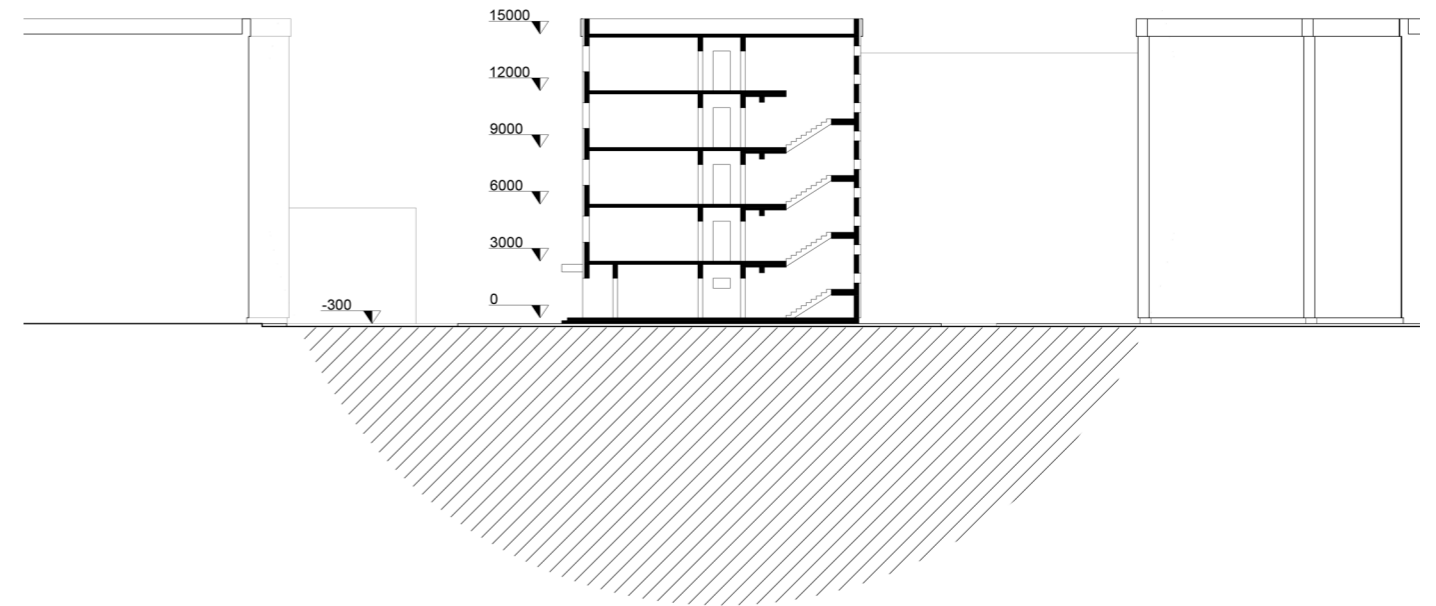
SEZIONE A-A



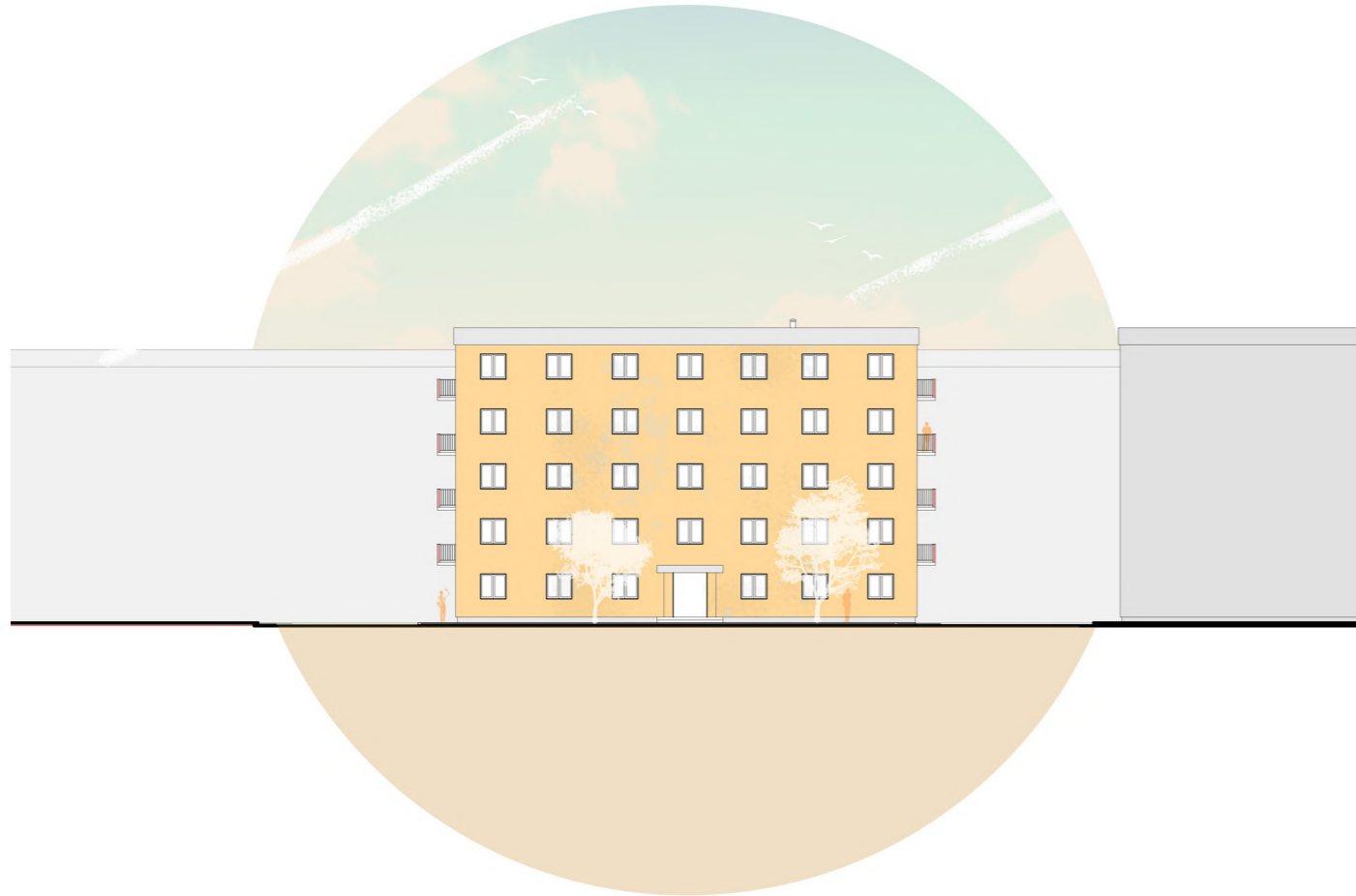
PROSPETTO OVEST



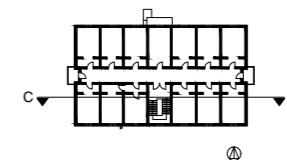
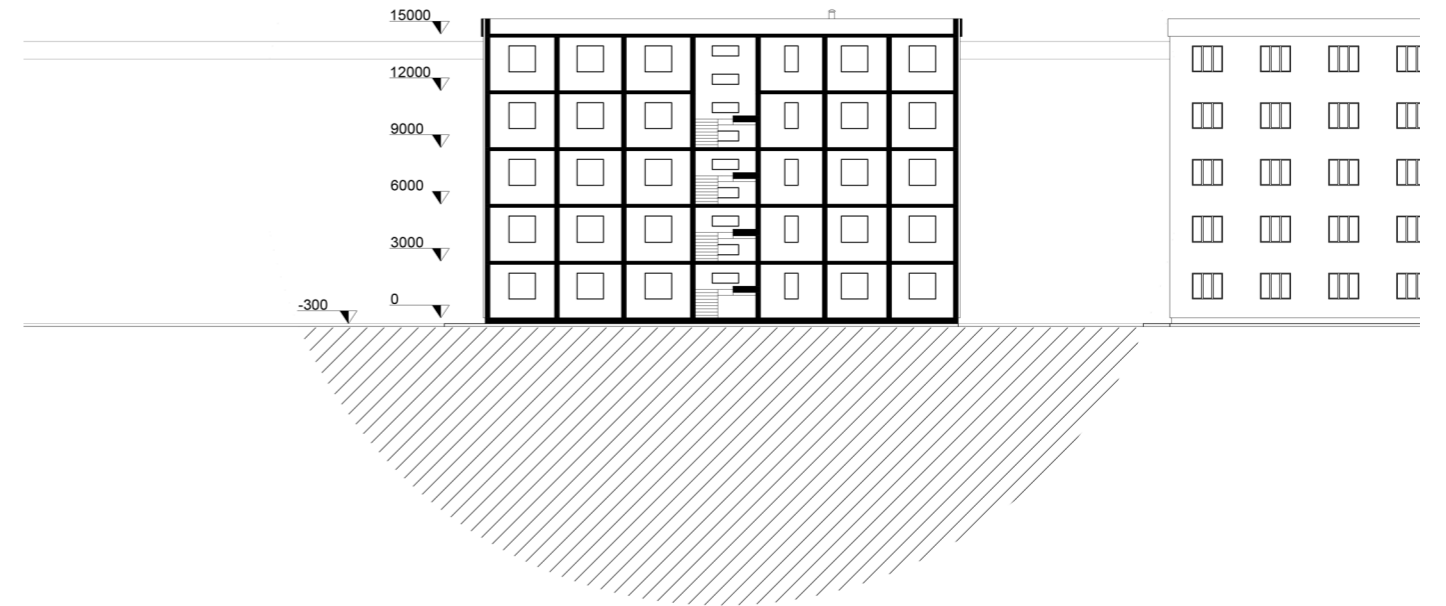
SEZIONE B-B



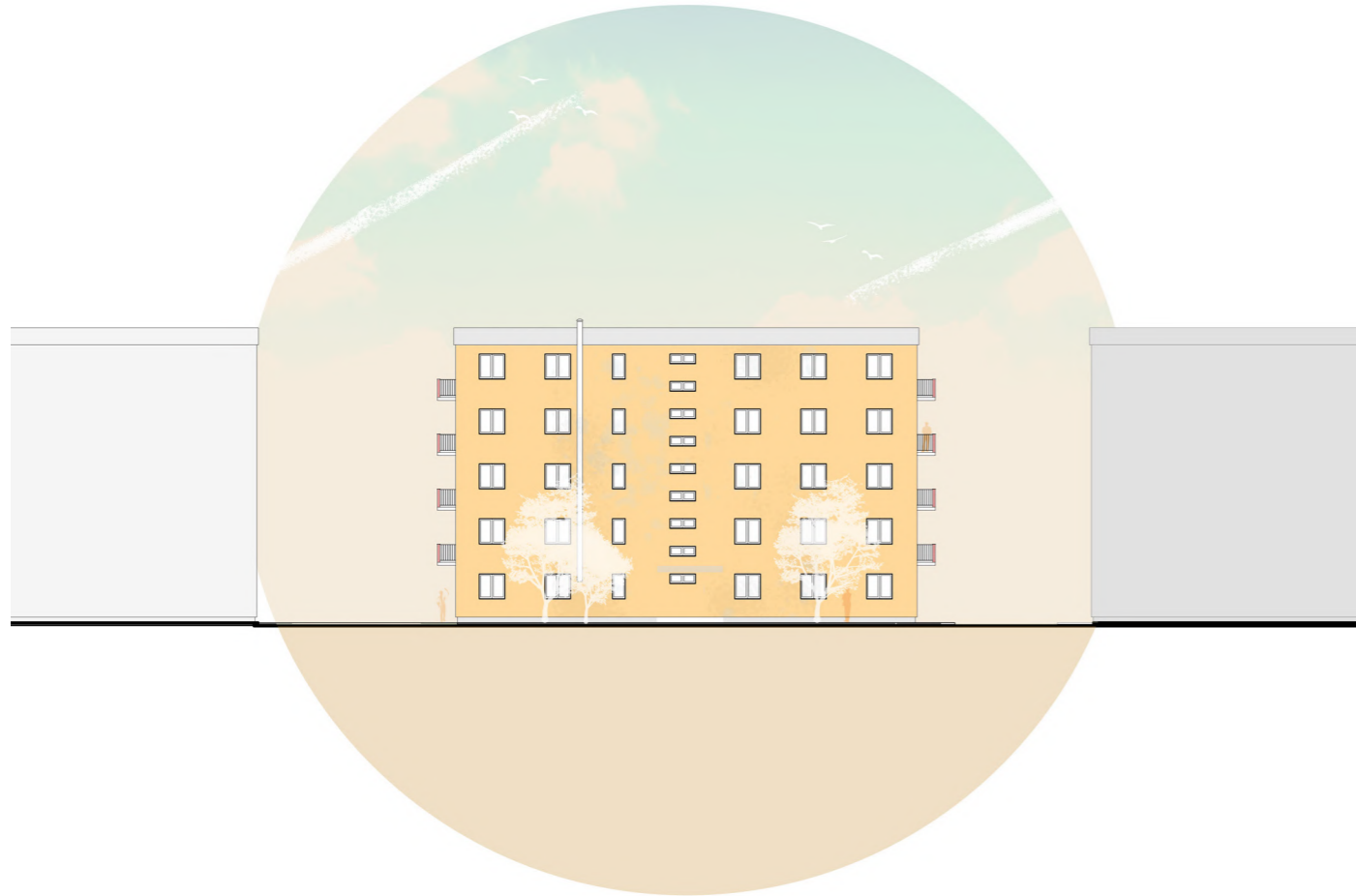
PROSPETTO NORD



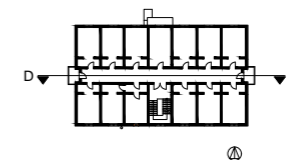
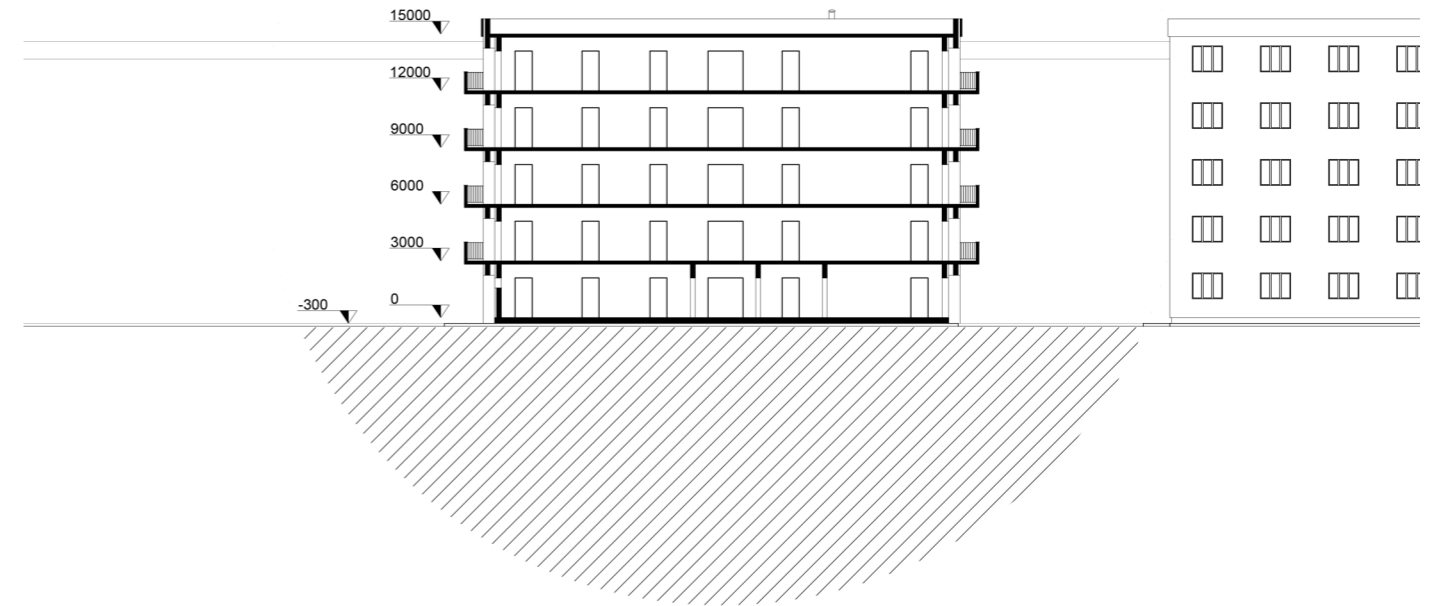
SEZIONE C-C



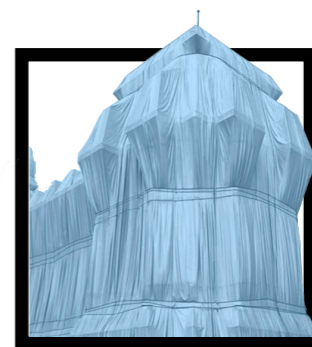
PROSPETTO SUD



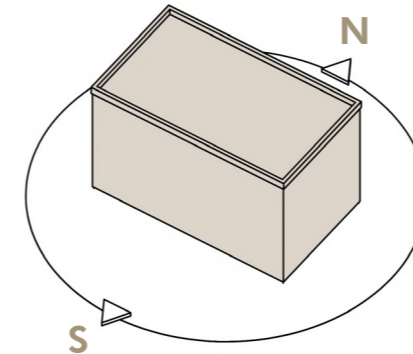
SEZIONE D-D



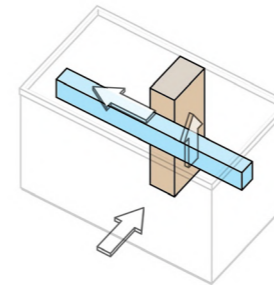
B.



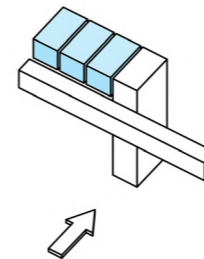
Intervento



Orientamento edificio Nord-Sud



Collegamenti verticali-orizzontali



Interno alle stanze mono-orientate

Nuove disposizioni

Il progetto nasce dalla necessità dettata dal comune di Brasov, proprietario del fabbricato, di cambiare la funzione dell'edificio da abitazione collettiva e dormitorio comune, ad appartamenti per piccole famiglie.

L'edificio dal punto di vista compositivo è organizzato a stanze di circa 19mq ciascuna, collegate tra loro orizzontalmente da corridoi e verticalmente da un vano scala.

Inoltre il fabbricato è fortemente orientato, infatti le stanze all'interno dotate di una sola finestra hanno a disposizione un solo affaccio, o a Nord o a Sud.

L'intento della nuova redistribuzione è creare una serie di appartamenti soddisfacendo due condizioni:

- **Doppio affaccio (Nord-Sud)**
- **Portare ad un minimo di tre ambienti ogni appartamento**

Di seguito sono riportate le due proposte studiate per la redistribuzione degli ambienti nell'edificio indicate come:

- **CASO A**
- **CASO B**

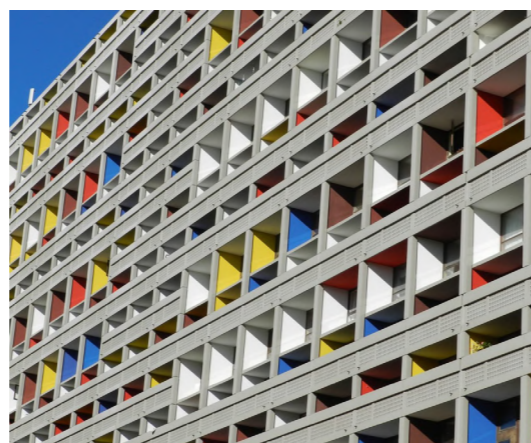
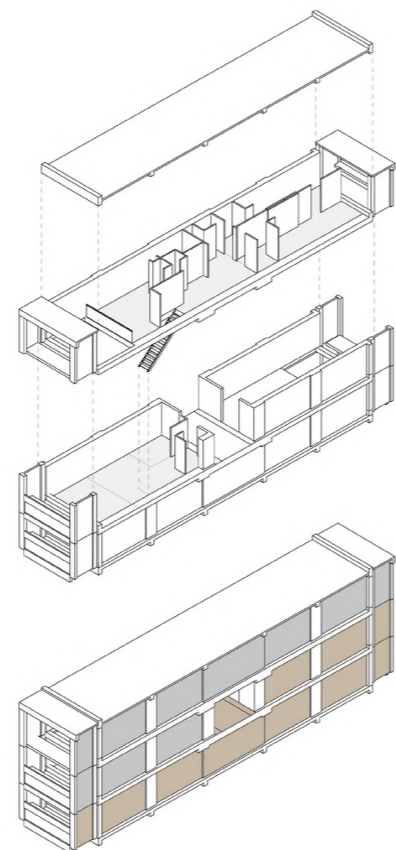
CASO A

Disposizione ad una scala comune

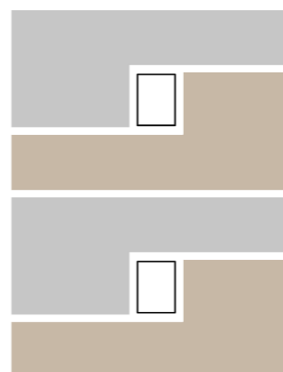
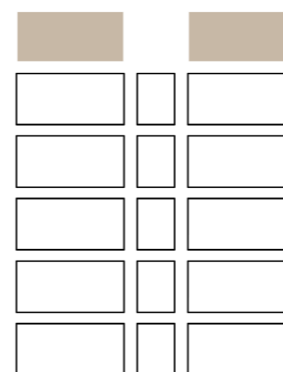
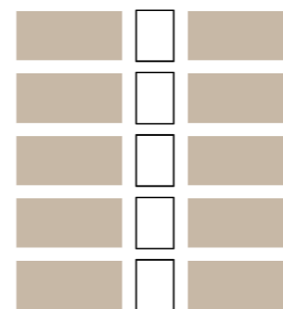
Il primo caso nasce dall'idea di ridurre al minimo i collegamenti verticali comuni (le scale di servizio) e utilizzare così solo la scala esistente sfruttando l'aspetto compositivo del fabbricato formato da cellule ben distinte unite tra loro mediante collegamento orizzontale.

Il concept viene pensato prendendo spunto dall'Unité d'Habitation de Marseille di Le Corbusier. Nel progetto le unità abitative erano pensate tutte uguali di tipo duplex, ovvero ciascuna disposta su due livelli diversi collegati da una scala interna. Gli appartamenti sono tutti identici ma speculari e caratterizzati da una volumetria a "L" rovesciata, dalla cui sovrapposizione si ottengono i vani centrali che costituiscono gli ampi corridoi che ogni due piani percorrono l'intero edificio e su cui si trovano gli ingressi di ciascun appartamento.

Prendendo due cellule (stanze) orizzontali e una in verticale, è possibile ricreare la condizione simile al caso di Marsiglia e formare un'unità abitativa aprendo collegamenti verticali per ogni appartamento.



Vista in sezione



L'unità abitativa creata sarebbe quindi formata da **tre stanze** affacciate a Nord e Sud soddisfacendo il requisito di **doppio orientamento**, oltre che migliorando notevolmente la ventilazione degli ambienti.

Riducendo al minimo le scale comuni il volume esterno addizionato all'edificio può essere completamente utilizzato per ambienti esterni collegati alle abitazioni e usufruibili dagli utenti.

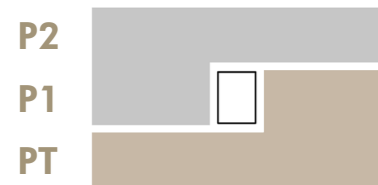
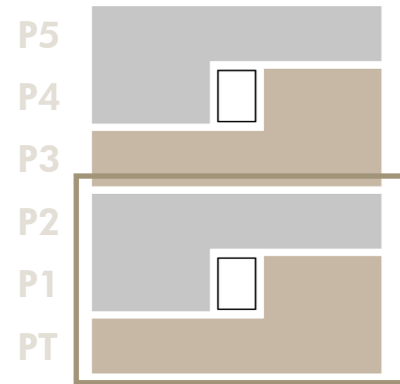
Aggiunta di un piano

Unione delle celle

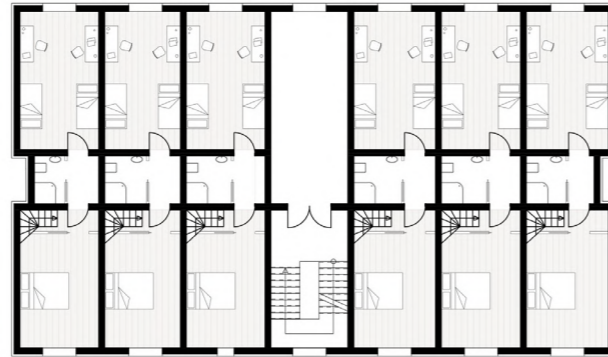
CASO A

Piante

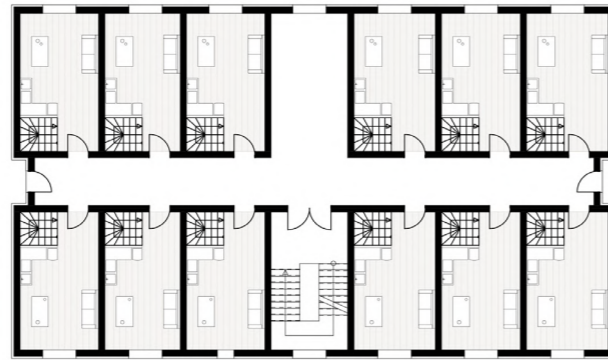
Il modello si sviluppa su tre piani e si ripete per due volte.



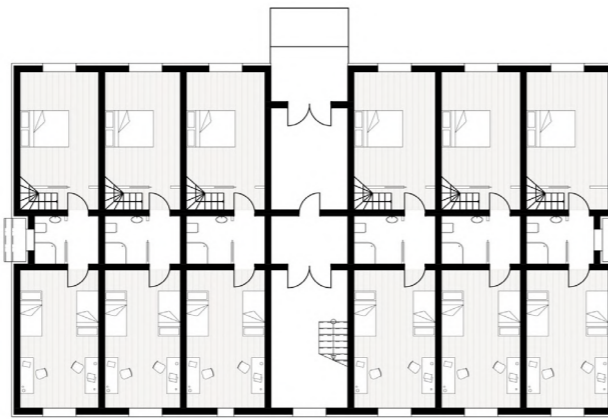
P2



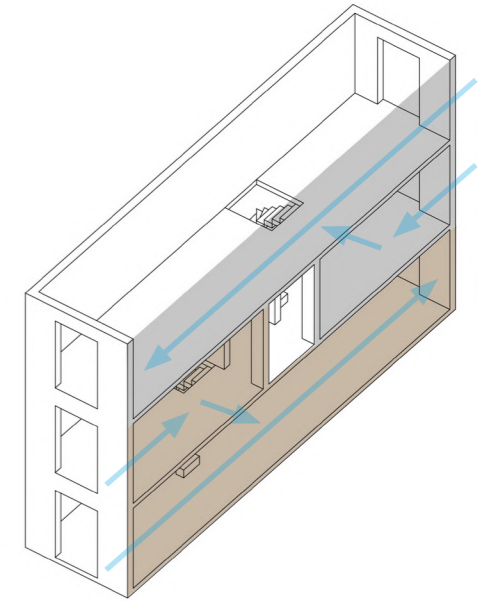
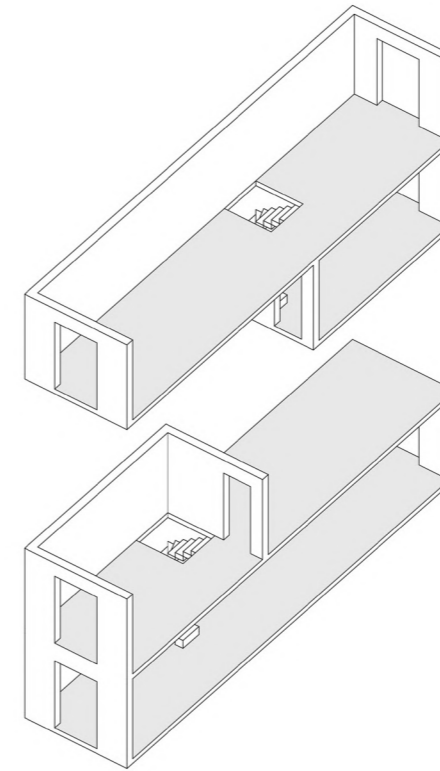
P1



PT



Assonometrie



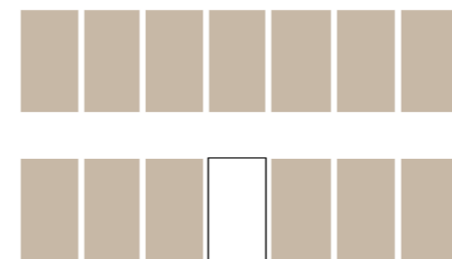
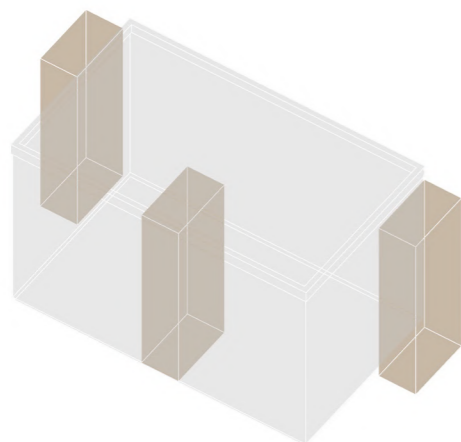
CASO B

Disposizione a tre scale comuni

Il caso B è pensato nell'impossibilità di apertura di asole nel solaio a causa della tipologia costruttiva dell'edificio.

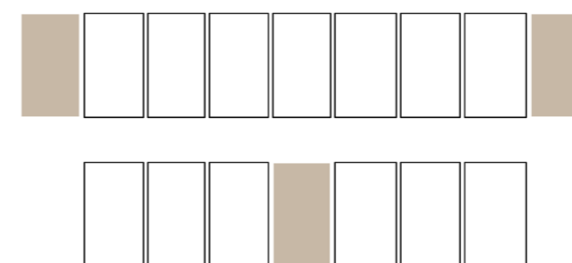
Studiando le possibilità di disposizione a tre cellule con doppio affaccio e ingresso indipendente si è concluso che il minimo di scale comuni accessorie è tre.

Vengono aumentati i collegamenti verticali da uno a tre per servire gli appartamenti, e posizionati all'esterno dell'edificio. L'aumento di scale esterne riduce il volume abitabile usufruibile dagli utenti all'esterno, ma al tempo stesso non diminuisce lo spazio interno degli appartamenti. Successivamente sono stati posti anche vani ascensore per consentire l'accesso a tutte le utenze.



Pianta

La pianta originaria è divisa:
- Nord: sei cellule abitative e un vano scala
- Sud: sette cellule abitative



Vani scale

Vengono aggiunti due vani scale orientati a Nord privilegiando l'affaccio a Sud per il volume esterno.

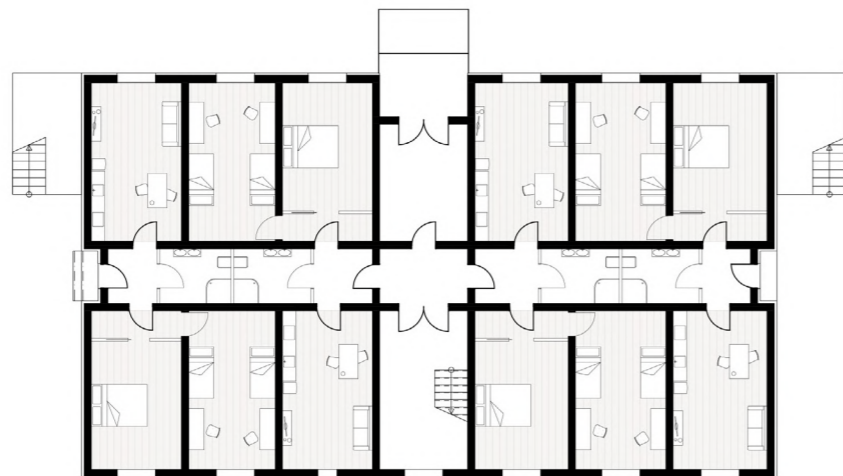


Divisione interni

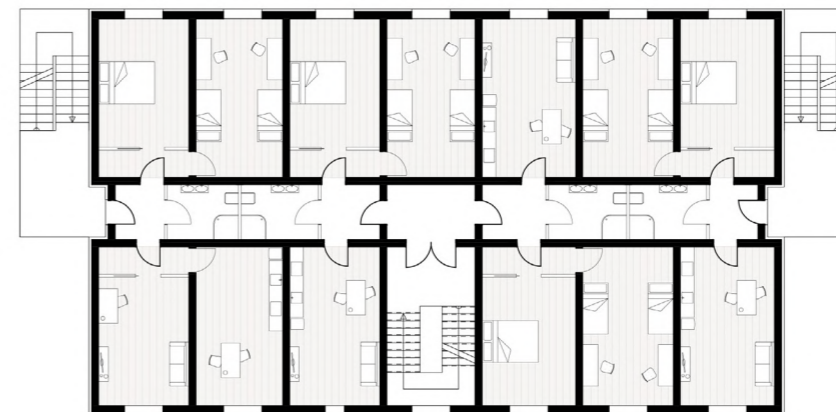
Vengono creati quattro appartamenti ogni piano.
Tre appartamenti da tre cellule, un appartamento da quattro cellule.

CASO B

Piante



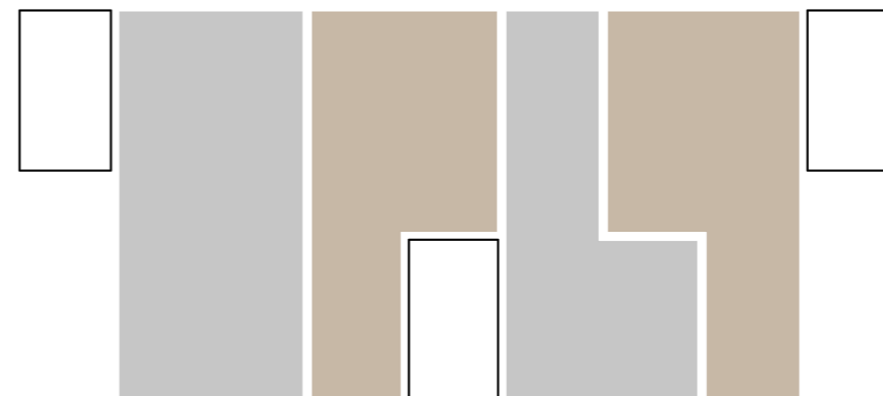
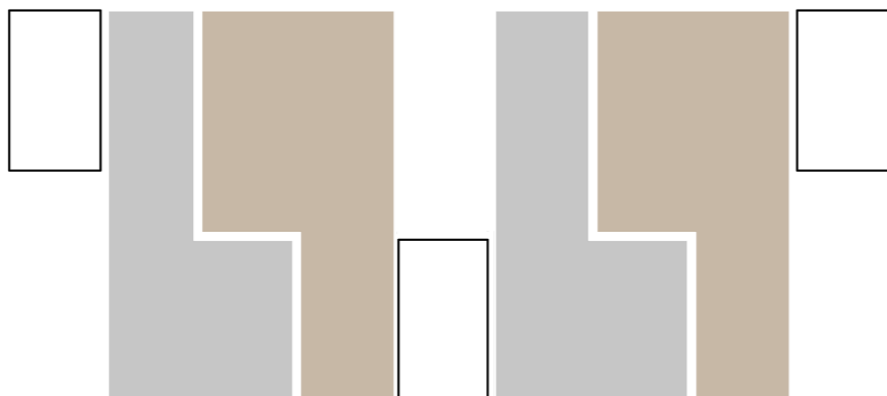
Piano terra



Piano tipo

La parte centrale prima occupata dal corridoio diventa zona di servizi (concentrando tutte le zone di scarico su due pareti).

Al piano terra una cellula è occupata dall'ingresso principale, per questa ragione gli appartamenti sono quattro da tre ambienti ciascuno a differenza dei livelli superiori.



Le zone giorno e zone notti sono divise per orientamento. Nell'unità a quattro ambienti è privilegiato l'affaccio Sud per la zona giorno in modo da sfruttare al massimo la luce diurna.

Scelta d'intervento

La scelta d'intervento tra i due casi esposti e per le successive scelte operative legate alla demolizione sono state determinate da due fattori, uno tecnico e uno inerente agli obiettivi iniziali esposti in precedenza.

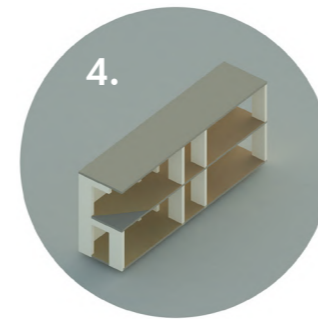
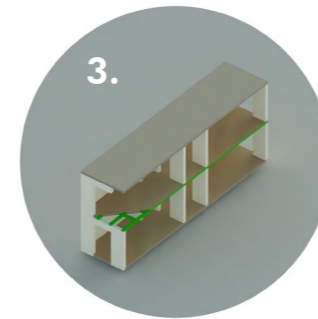
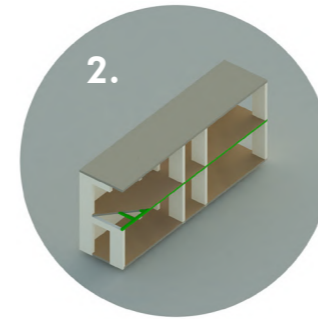
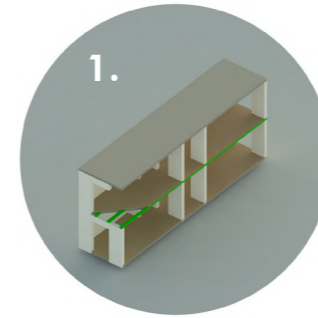
Fattore Strutturale:

la conoscenza e lo studio dell'edificio e della sua tipologia hanno consentito una valutazione delle possibilità strutturali dell'edificio e la scelta per gli interventi più adeguati.

Per intervenire sulla disposizione interna scegliendo le aree da demolire e per creare accessi al volume esterno è stato necessario uno studio sulla tipologia dei solai per capire quale opzione potesse essere la migliore.

Fattore di affinità agli obiettivi prefissati:

nel primo capitolo sono stati esposti gli obiettivi prefissati da Pro-GET-onE. La sostenibilità dell'intervento è uno di questi e la riduzione di rifiuti non riciclabili derivanti da interventi demolitivi è un punto tenuto in considerazione nella fase di progetto.



Fattibilità Strutturale: I solai

La scelta d'intervento tra i due casi esposti è stata determinata da un fattore tecnico.

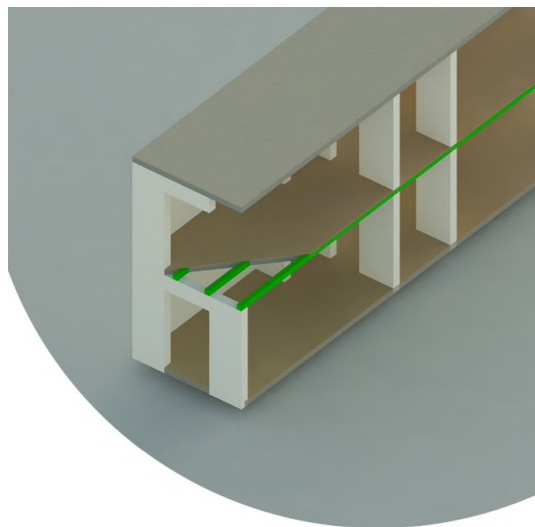
Lo **studio della tipologia** di edificio prefabbricato ha evidenziato come il solaio sia un elemento strutturale realizzato in opera e di tipo variabile. La relazione tecnica realizzata dal comune di Brasov non specifica in maniera chiara di che tipologia si tratti e non sono stati operati sondaggi.

Sono state ipotizzate quattro tipologie di solaio che possono essere state utilizzate nell'edificio.

1. Solaio a travetti, orditura Nord-Sud
2. Solaio a travetti, orditura Est-Ovest
3. Solaio a travetti, orditura bidirezionale
4. Solaio a pannello monolitico

Le prime tre sono tipologie costruttive a travetti in calcestruzzo armato prefabbricati o gettati in opera. Tra le travi un riempimento (generalmente pignatte).

L'ultima tipologia è un solaio monolitico in calcestruzzo armato (soletta) gettato in opera con rete elettrosaldata.



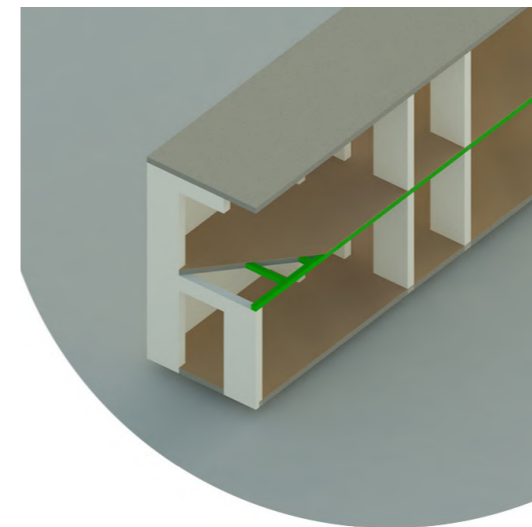
Tipologia 1. ORDITURA NORD-SUD

Facciata

Non consente demolizione della facciata Nord-Sud poiché le travi scaricano su di essa.

Asole

Consente l'apertura di asole interne compatibilmente con il passo dei travetti, quindi lungo i muri orientati Nord-Sud, rendendo la circolazione più difficile.



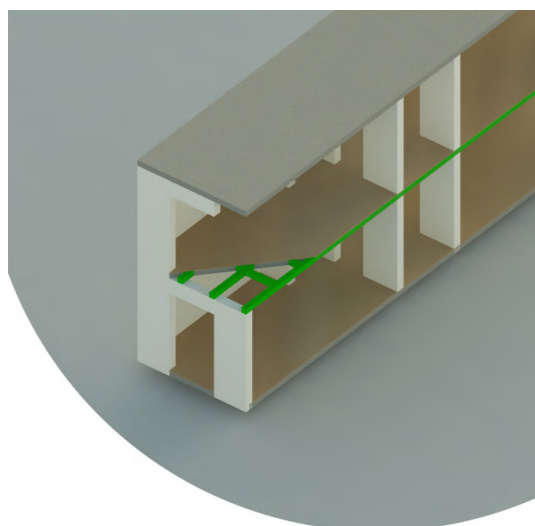
Tipologia 2. ORDITURA EST-OVEST

Facciata

Consente la demolizione della facciata Nord-Sud poiché le travi non scaricano su elementi in facciata, ma solo sui muri interni e sulle facciate Est-Ovest.

Asole

Può essere inserita un'asola quadrata e una scala a piè d'oca come previsto nel CASO A



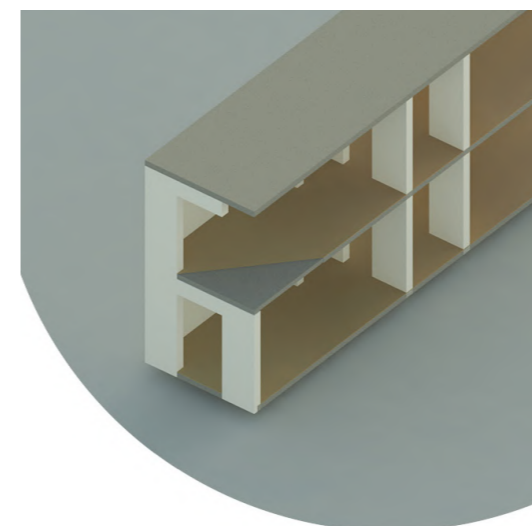
Tipologia 3. ORDITURA BIDIREZIONALE

Facciata

I travetti appoggiano sui muri interni ed esterni, la demolizione delle facciate è possibile senza minare alla stabilità del manufatto.

Asole

Consente un'assoluta rigidità del solaio e una completa disposizione all'intervento demolitivo per far spazio ad asole.



Tipologia 4. Solaio a pannello monolitico

Caso simile al terzo, consente apertura delle asole e demolizione delle facciate senza minare alla stabilità dell'edificio.

Scelta del CASO B

Nella mancanza di informazioni precise e dagli studi dei solai possibili si è scelto di operare nell'ipotesi che lasci meno spazio operativo per consentire l'applicabilità del caso ad ogni tipologia possibile.

Il fattore discriminante tra i due casi è l'adattabilità del sistema di distribuzione rispetto alla tipologia, ovvero la possibilità di replicabilità dell'intervento.

-Esclusione CASO A:

Operando negli scenari di **Tipologia 1** (orditura Nord-Sud) e non è possibile disporre le scale interne senza dover operare un taglio dei travetti trasversale necessitando di un rinforzo complessivo della struttura.

Inoltre la formazione di asole porterebbe ad un costo elevato dell'intervento oltre che alla demolizione di una grande formazione di materiale di scarto.

-CASO B:

A differenza dal primo non richiede particolari demolizioni e si adatta ad ogni tipologia di solaio possibile.

Fattore strutturale

Fattore affinità obiettivi

Intervento esterno

Nel caso proposto dal comune di Brasov e qui trattato, si è evidenziata una criticità importante non evidenziata negli altri casi. Il fabbricato è un edificio di tipologia molto comune in Romania e in generale diffuso nell'est europeo. La composizione materica della struttura e dei tamponamenti dell'edificio portano a discostare il caso di Brasov dai casi studio di Atene e Reggio Emilia. Come scritto in precedenza si tratta di un edificio in pannelli di conglomerato cementizio armato prefabbricati inseriti in una struttura in conglomerato cementizio armato. La composizione materica della struttura e dei tamponamenti dell'edificio rendono unico il caso.

Il materiale pone vantaggi e svantaggi all'interno dello stadio della progettazione.

Il vantaggio posto è strutturale: nelle relazioni tecniche commissionate dal comune di Brasov, gli elementi risultano in buono stato, senza lesioni di alcun genere che possano minare alla stabilità del fabbricato.

Il manufatto risulta non soggetto a rischio sismico e l'intervento del sistema GET si riduce all'aumentare l'efficienza energetica e impiantistica oltre all'aspetto economico ed architettonico.

ENERGY IMPROVEMENT



SEISMIC STRENGTHENING



ATTRACTIVENESS



D'altro canto il CLS armato pone grosse difficoltà di manovra nell'intervento.

Nell'analisi dei casi studio trattati precedentemente (Durot, Lacaton e Vassal) emerge un modus operandi che prevede un vasto uso di demolizioni atte ad abbattere la facciata. Questo per consentire l'avanzamento di un volume architettonico esterno senza compromettere la luce negli ambienti interni.

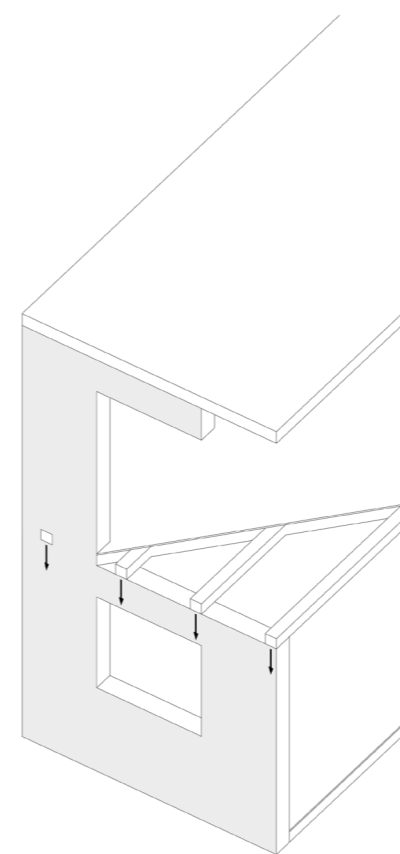
Nel caso di Brasov non è possibile operare una demolizione su vasta scala della facciata esterna per tre motivi legati alla natura del materiale di cui è composto il fabbricato.

Il primo emerge da un'analisi costi-benefici.

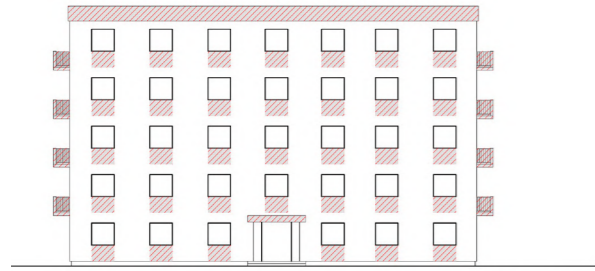
L'intervento massiccio di demolizione e smaltimento del CLS armato è molto oneroso e il risparmio dovuto all'efficientamento energetico non ammorterebbe la spesa.

In secondo luogo l'intervento non rispetta i canoni di sostenibilità citati poiché a fine vita il CLS non è in alcun modo riciclabile.

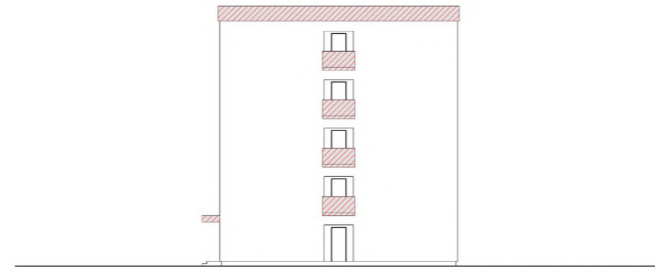
Il terzo motivo è puramente strutturale. Come emerso in precedenza, i solai sono costituiti da pannelli prefabbricati e travetti, ma non viene specificata l'orditura del solaio. Se l'edificio fosse costruito con la **Tipologia 1** la demolizione dei tamponamenti in facciata non sarebbe possibile.



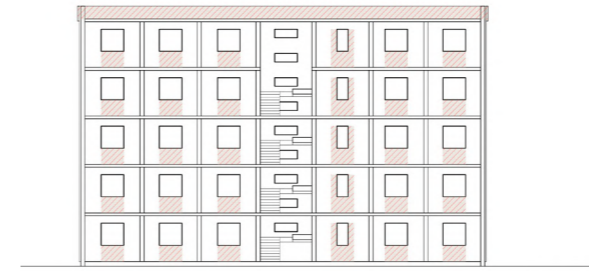
Demolizioni



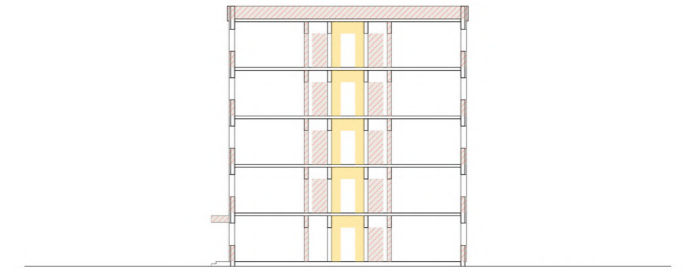
○ FACCIATA NORD



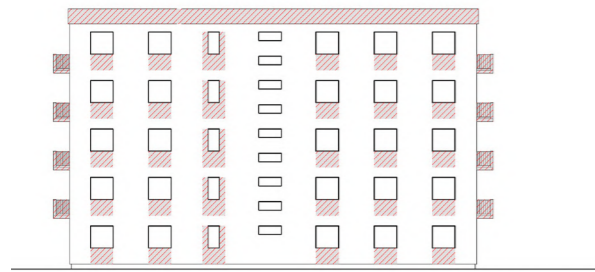
○ FACCIATA OVEST



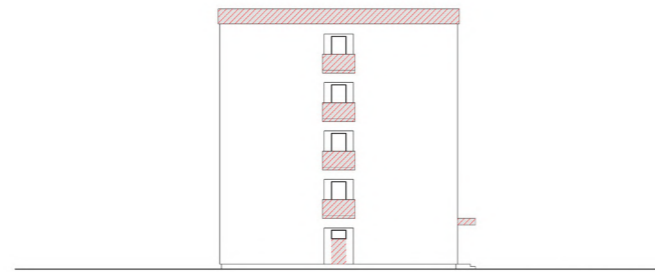
○ SEZIONE A-A



○ SEZIONE C-C



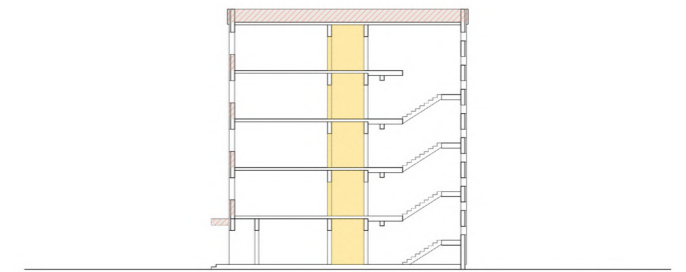
○ FACCIATA SUD



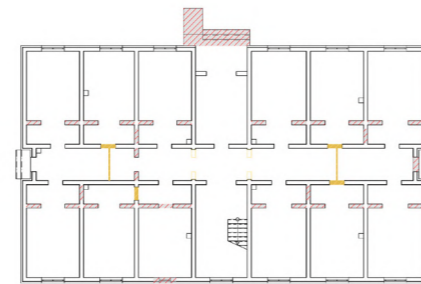
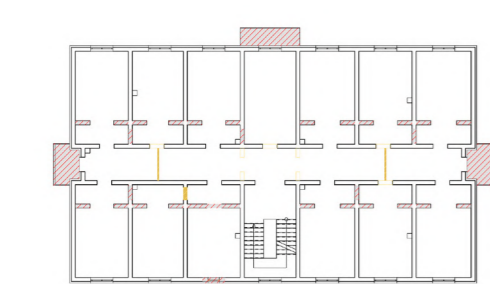
○ FACCIATA EST



○ SEZIONE B-B

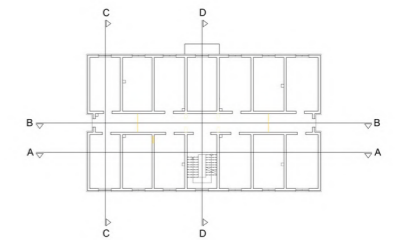


○ SEZIONE D-D

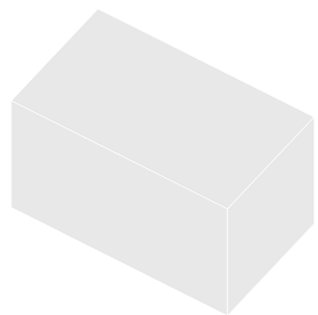


 **Demolizioni**

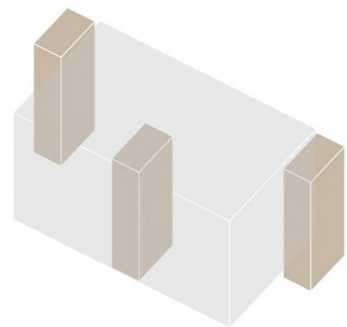
 **Costruzione**



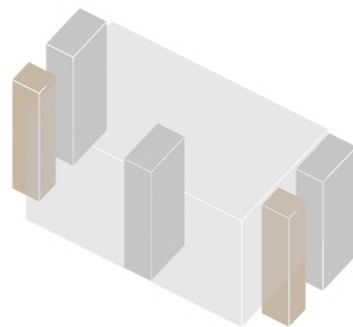
Volumetria



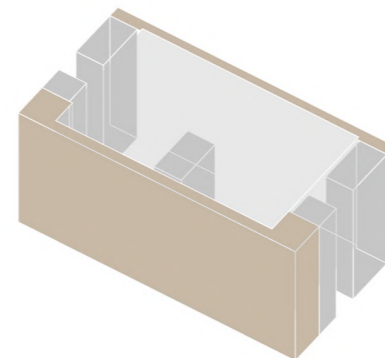
Volume allo stato di fatto



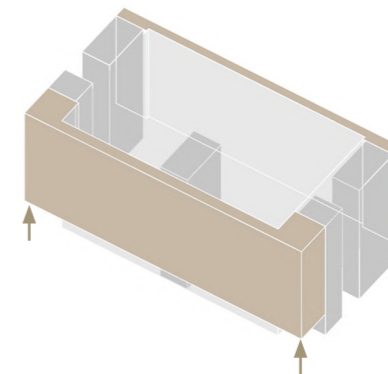
CASO B: aggiunta di collegamenti verticali esterni sul lato Nord



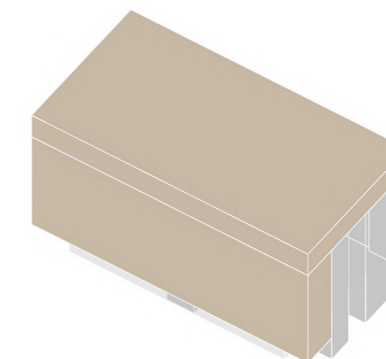
Vengono posizionati ascensori a servire tutti gli appartamenti esterni per consentire l'accesso a qualsiasi tipo di utenza



Il volume esterno del GET avvolge la struttura integrando scale e vani ascensori. L'aggetto è di 1,2 metri a Sud e 1 metro a Nord



Successivamente viene alleggerito nel piano d'appoggio per lasciare permeabilità verso le zone verdi



Infine è stato reso accessibile il terrazzo agli utenti come luogo comune d'incontro

Tema della luce naturale nel progetto

Partendo dal caso più delicato, ovvero la Tipologia 1, e lavorando sull'addizione con una ristretta demolizione esterna per predisporre gli accessi interni, si è evidenziata una criticità importante.

Come evidenziato in precedenza gli ambienti sono affacciati a Nord o a Sud, ma da un punto di vista Bioclimatico risulta un problema per la gestione della luce naturale interna:

Gli ambienti affacciati a Nord infatti sono completamente privi di luce naturale diretta tutto l'anno e quindi poco consoni ad essere utilizzati per la zona giorno. Operando una demolizione in facciata si ottiene guadagno in luce naturale (indiretta) proporzionale alla superficie aperta. Ma nel caso di Tipologia 1 la demolizione è ridotta al minimo e così il guadagno in luce naturale.

Gli ambienti affacciati a Sud sono invece sovraesposti alla luce diurna e possono creare ambienti troppo caldi o addirittura zone di abbagliamento. Aumentando l'apertura è possibile peggiorare la situazione ed è necessario un sistema di controllo della luce entrante tramite una schermatura efficiente.

Per capire come operare esternamente, è stato necessario uno studio dell'illuminazione naturale degli ambienti interni che ha fornito il tema che ha guidato l'intero progetto.

Per analizzare la luce naturale entrante nell'edificio è stato utilizzato un software BIM in accordo con gli obiettivi operativi di Pro-GET-onE (SpO4) che ne supportano l'utilizzo.

Utilizzo del BIM

Il software utilizzato per la reazione del modello BIM è Autodesk Revit. Le analisi illuminotecniche della luce naturale (Daylight) sono state eseguite con un plug-in di Revit.

La scelta delle metriche da utilizzare è stata dettata dal bisogno del progetto di un modello internazionale di analisi utilizzabile in altri ambiti del Pro-GET-onE.

Per questo motivo viene utilizzato per le analisi il Plug-in Insight (Autodesk) che consente lo studio tramite dati grafici e analitici degli ambienti selezionati.

Il tipo di analisi utilizzata è la Daylight Autonomy e si avvale di due valori fondamentali: sDA e ASE.

I valori utilizzati: sDA e ASE

sDA

La scelta è ricaduta sull'analisi della Spatial Daylight Autonomy (sDA) introdotta dalla Illuminating Engineering Society (IES) nel 2013. La sDA determina in base ai dati climatici locali se un ambiente riceve sufficiente luce naturale durante le ore lavorative (8:00-18:00) su base annua, sfruttando griglie di illuminazione oraria sul piano orizzontale.

ASE

Un altro parametro utilizzato complementare all'uso della sDA è l'Annual Sunlight Exposure (ASE). L'ASE serve a monitorare la luce solare quando risulta eccessiva in uno spazio. L'algoritmo di calcolo per l'ASE (indicato nell'LM-83), presuppone che gli utenti possano interagire con l'ambiente e oscurare manualmente gli ambienti nei momenti di luce diretta eccessiva. Questo può influire sui valori di sDA abbassandoli.

Questi valori sono introdotti dalla IES ponendo delle soglie percentuali che indicano comfort ambientali definiti e tradurli poi in punteggi utilizzati nelle certificazioni (infatti sDA e ASE sono utilizzati per il calcolo del credito "EQ Daylight nella LEED certification).

sDA Spatial Daylight Autonomy

La soglia di illuminazione naturale è garantita per i punti sul piano che raggiungono la soglia di 300 lux per almeno metà delle ore analizzate.

I punti sono valutati in base agli ambienti a cui viene associata una percentuale da 0 a 100% di sDA. I range di valori sono

. >75%

Luce ottimale per gli occupanti

. da 55-75%

Luce diurna "nominalmente accettata" dagli occupanti

ASE Annual Sunlight Exposure

Utilizza un valore soglia di 1000 lux, e indica in percentuale sull'ambiente analizzato quanti punti superano il valore di 1000 lux simulato nel modello per almeno 250 ore all'anno.

I range di valutazione sono:

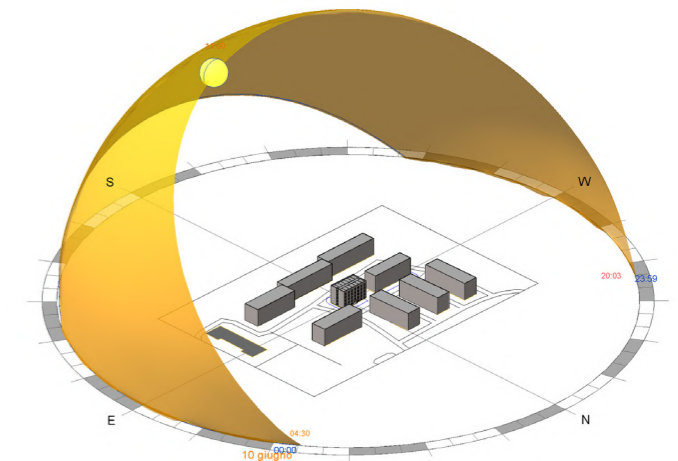
. >10% limite soglia per il disagio visivo.

Analisi del modello BIM

L'analisi del modello viene fatta sull'edificio su cui si è già intervenuto per le demolizioni. L'analisi è completata modellando il **contesto** intorno all'edificio poichè l'analisi Daylight Autonomy tiene in considerazioni volumi e vegetazione nell'intorno dell'edificio.

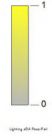
Inoltre il modello viene **geolocalizzato** su Revit per consentire un adattamento climatico per la zona e per consentire uno studio appropriato degli orari di alba e tramonto oltre che alle inclinazioni della luce solare durante l'anno.

Di seguito sono esposte le tavole dell'analisi divise per piano e la tabella finale che mostra stanza per stanza (Room) i punteggi sDA e ASE raggiunti dagli ambienti.



PIANO TERRA sDA

(PassOrFail)



Lighting sDA Pass/Fail
Livello di illuminazione



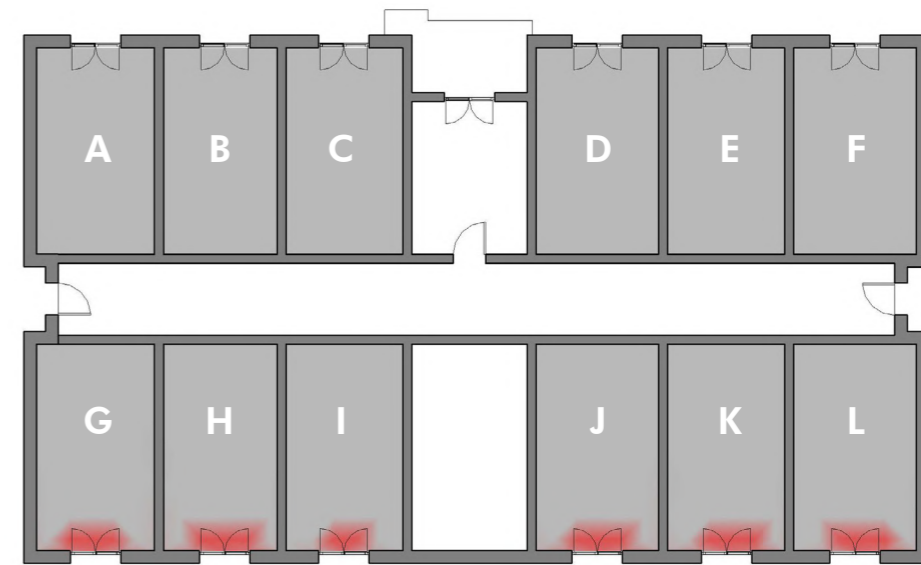
Level 1	RoomNorth	L1 A	19 m ²	22
Level 1	RoomNorth	L1 B	18 m ²	18
Level 1	RoomNorth	L1 C	19 m ²	17
Level 1	RoomNorth	L1 D	20 m ²	12
Level 1	RoomNorth	L1 E	19 m ²	10
Level 1	RoomNorth	L1 F	20 m ²	17
Level 1	RoomSouth	L1 G	19 m ²	36
Level 1	RoomSouth	L1 H	18 m ²	33
Level 1	RoomSouth	L1 I	19 m ²	24
Level 1	RoomSouth	L1 J	20 m ²	18
Level 1	RoomSouth	L1 K	19 m ²	29
Level 1	RoomSouth	L1 L	20 m ²	31

PIANO TERRA ASE

(PassOrFail)



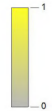
Lighting ASE Pass/Fail
Livello di illuminazione



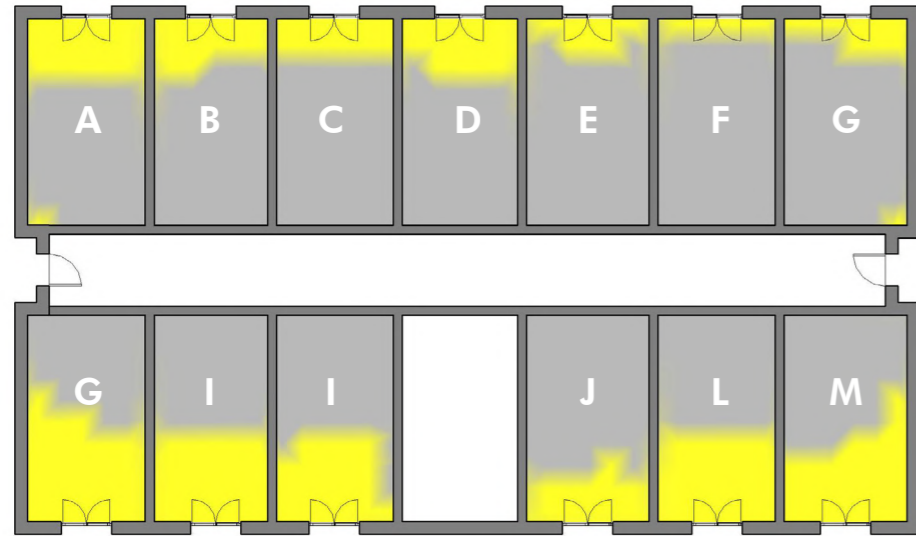
Level 1	RoomNorth	L1 A	19 m ²	0
Level 1	RoomNorth	L1 B	18 m ²	0
Level 1	RoomNorth	L1 C	19 m ²	0
Level 1	RoomNorth	L1 D	20 m ²	0
Level 1	RoomNorth	L1 E	19 m ²	0
Level 1	RoomNorth	L1 F	20 m ²	0
Level 1	RoomSouth	L1 G	19 m ²	7
Level 1	RoomSouth	L1 H	18 m ²	7
Level 1	RoomSouth	L1 I	19 m ²	4
Level 1	RoomSouth	L1 J	20 m ²	7
Level 1	RoomSouth	L1 K	19 m ²	7
Level 1	RoomSouth	L1 L	20 m ²	6

PIANO PRIMO sDA

(PassOrFail)



Lighting sDA Pass/Fail
Livello di illuminazione



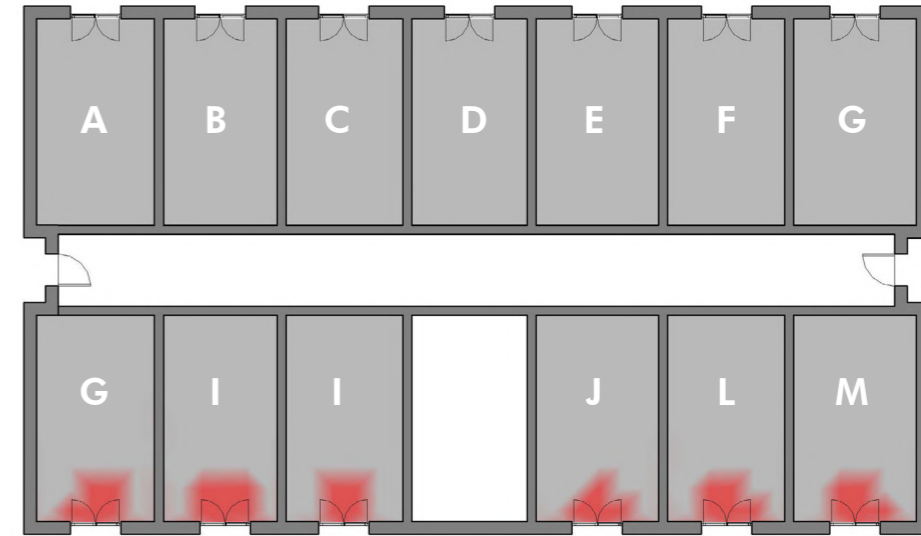
Level 2	RoomNorth	L2 A	19 m ²	32
Level 2	RoomNorth	L2 B	18 m ²	24
Level 2	RoomNorth	L2 C	19 m ²	20
Level 2	RoomNorth	L2 D	18 m ²	28
Level 2	RoomNorth	L2 E	20 m ²	16
Level 2	RoomNorth	L2 F	19 m ²	10
Level 2	RoomNorth	L2 G	20 m ²	17
Level 2	RoomSouth	L2 H	19 m ²	53
Level 2	RoomSouth	L2 I	18 m ²	44
Level 2	RoomSouth	L2 J	19 m ²	37
Level 2	RoomSouth	L2 K	20 m ²	24
Level 2	RoomSouth	L2 L	19 m ²	44
Level 2	RoomSouth	L2 M	20 m ²	43

PIANO PRIMO ASE

(PassOrFail)



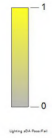
Lighting ASE Pass/Fail
Livello di illuminazione



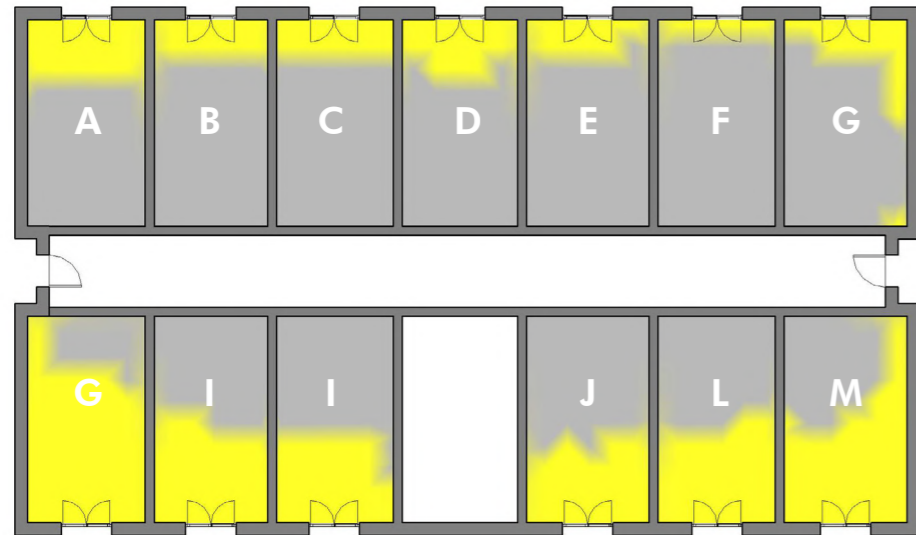
Level 2	RoomNorth	L2 A	19 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 B	18 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 C	19 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 D	18 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 E	20 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 F	19 m ²	0
Level 2	RoomNorth	L2 G	20 m ²	0
Level 2	RoomSouth	L2 H	19 m ²	11
Level 2	RoomSouth	L2 I	18 m ²	13
Level 2	RoomSouth	L2 J	19 m ²	7
Level 2	RoomSouth	L2 K	20 m ²	9
Level 2	RoomSouth	L2 L	19 m ²	11
Level 2	RoomSouth	L2 M	20 m ²	9

PIANO SECONDO sDA

(PassOrFail)



Lighting sDA Pass/Fail
Livello di illuminazione



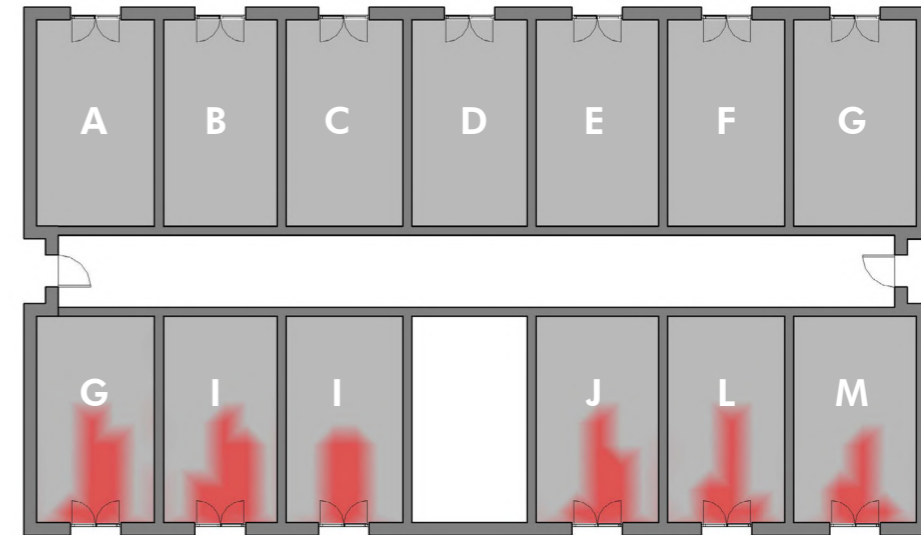
Level 3	RoomNorth	L3 A	19 m ²	30
Level 3	RoomNorth	L3 B	18 m ²	20
Level 3	RoomNorth	L3 C	19 m ²	20
Level 3	RoomNorth	L3 D	18 m ²	26
Level 3	RoomNorth	L3 E	20 m ²	18
Level 3	RoomNorth	L3 F	19 m ²	10
Level 3	RoomNorth	L3 G	20 m ²	23
Level 3	RoomSouth	L3 H	19 m ²	80
Level 3	RoomSouth	L3 I	18 m ²	49
Level 3	RoomSouth	L3 J	19 m ²	41
Level 3	RoomSouth	L3 K	20 m ²	40
Level 3	RoomSouth	L3 L	19 m ²	49
Level 3	RoomSouth	L3 M	20 m ²	61

PIANO SECONDO ASE

(PassOrFail)



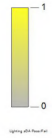
Lighting ASE Pass/Fail
Livello di illuminazione



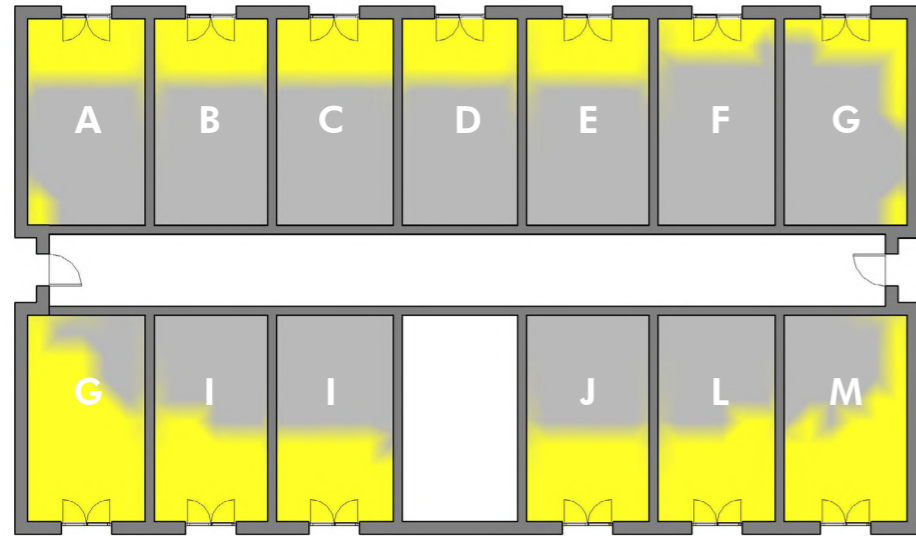
Level 3	RoomNorth	L3 A	19 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 B	18 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 C	19 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 D	18 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 E	20 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 F	19 m ²	0
Level 3	RoomNorth	L3 G	20 m ²	0
Level 3	RoomSouth	L3 H	19 m ²	22
Level 3	RoomSouth	L3 I	18 m ²	24
Level 3	RoomSouth	L3 J	19 m ²	15
Level 3	RoomSouth	L3 K	20 m ²	20
Level 3	RoomSouth	L3 L	19 m ²	18
Level 3	RoomSouth	L3 M	20 m ²	13

PIANO TERZO sDA

(PassOrFail)



Lighting sDA Pass/Fail
Livello di illuminazione



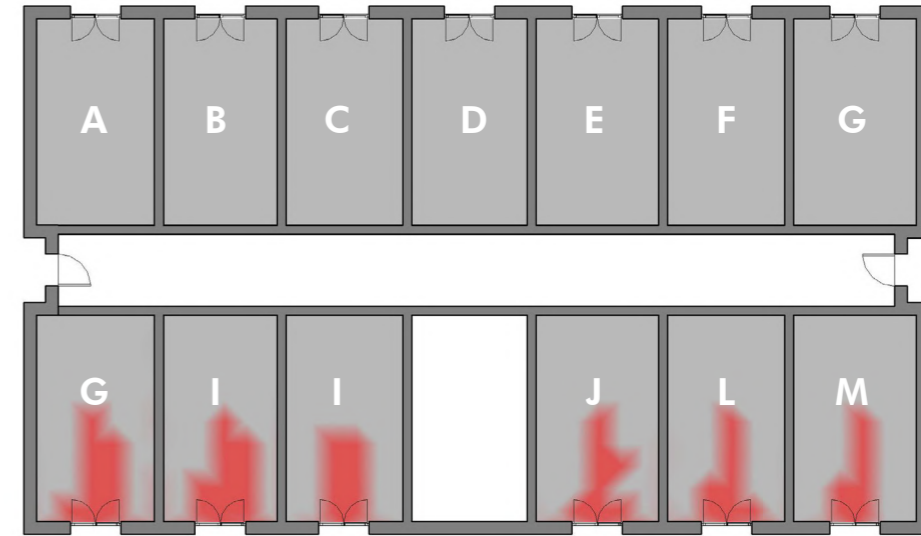
Level 4	RoomNorth	L4 A	19 m ²	34
Level 4	RoomNorth	L4 B	18 m ²	30
Level 4	RoomNorth	L4 C	19 m ²	30
Level 4	RoomNorth	L4 D	18 m ²	30
Level 4	RoomNorth	L4 E	20 m ²	30
Level 4	RoomNorth	L4 F	19 m ²	18
Level 4	RoomNorth	L4 G	20 m ²	25
Level 4	RoomSouth	L4 H	19 m ²	80
Level 4	RoomSouth	L4 I	18 m ²	49
Level 4	RoomSouth	L4 J	19 m ²	43
Level 4	RoomSouth	L4 K	20 m ²	44
Level 4	RoomSouth	L4 L	19 m ²	49
Level 4	RoomSouth	L4 M	20 m ²	61

PIANO TERZO ASE

(PassOrFail)



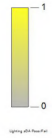
Lighting ASE Pass/Fail
Livello di illuminazione



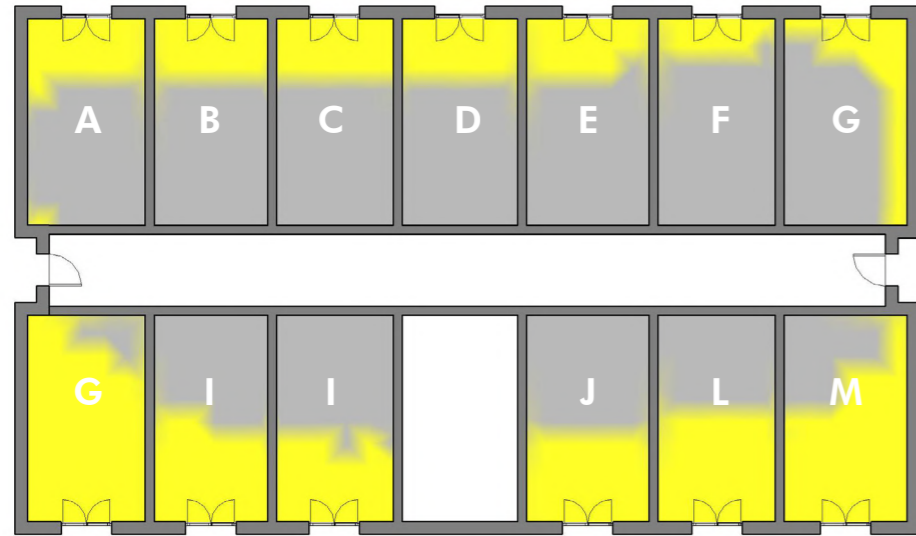
Level 4	RoomNorth	L4 A	19 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 B	18 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 C	19 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 D	18 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 E	20 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 F	19 m ²	0
Level 4	RoomNorth	L4 G	20 m ²	0
Level 4	RoomSouth	L4 H	19 m ²	22
Level 4	RoomSouth	L4 I	18 m ²	24
Level 4	RoomSouth	L4 J	19 m ²	15
Level 4	RoomSouth	L4 K	20 m ²	18
Level 4	RoomSouth	L4 L	19 m ²	18
Level 4	RoomSouth	L4 M	20 m ²	13

PIANO QUARTO sDA

(PassOrFail)



Lighting sDA Pass/Fail
Livello di illuminazione



Level 5	RoomNorth	L5 A	19 m ²	34
Level 5	RoomNorth	L5 B	18 m ²	30
Level 5	RoomNorth	L5 C	19 m ²	30
Level 5	RoomNorth	L5 D	18 m ²	30
Level 5	RoomNorth	L5 E	20 m ²	28
Level 5	RoomNorth	L5 F	19 m ²	18
Level 5	RoomNorth	L5 G	20 m ²	32
Level 5	RoomSouth	L5 H	19 m ²	91
Level 5	RoomSouth	L5 I	18 m ²	49
Level 5	RoomSouth	L5 J	19 m ²	41
Level 5	RoomSouth	L5 K	20 m ²	44
Level 5	RoomSouth	L5 L	19 m ²	56
Level 5	RoomSouth	L5 M	20 m ²	70

PIANO QUARTO ASE

(PassOrFail)



Lighting ASE Pass/Fail
Livello di illuminazione



Level 5	RoomNorth	L5 A	19 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 B	18 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 C	19 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 D	18 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 E	20 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 F	19 m ²	0
Level 5	RoomNorth	L5 G	20 m ²	0
Level 5	RoomSouth	L5 H	19 m ²	24
Level 5	RoomSouth	L5 I	18 m ²	24
Level 5	RoomSouth	L5 J	19 m ²	17
Level 5	RoomSouth	L5 K	20 m ²	22
Level 5	RoomSouth	L5 L	19 m ²	18
Level 5	RoomSouth	L5 M	20 m ²	13

_InsightLighting Room Schedule

126C ZIZINULUI Studio Daylight										
Level	Name	Number	Area	Include In Daylighting	sDA 300/50		ASE 1000/250		sDA/ASE	
					%	Points	%	Pass	%	Points
Level 1	RoomNorth	L1 A	19 m ²	Yes	22	none	0	Yes	22	none
Level 1	RoomNorth	L1 B	18 m ²	Yes	18	none	0	Yes	18	none
Level 1	RoomNorth	L1 C	19 m ²	Yes	17	none	0	Yes	17	none
Level 1	RoomNorth	L1 D	20 m ²	Yes	12	none	0	Yes	12	none
Level 1	RoomNorth	L1 E	19 m ²	Yes	10	none	0	Yes	10	none
Level 1	RoomNorth	L1 F	20 m ²	Yes	17	none	0	Yes	17	none
Level 1	RoomSouth	L1 G	19 m ²	Yes	36	none	7	Yes	36	none
Level 1	RoomSouth	L1 H	18 m ²	Yes	33	none	7	Yes	33	none
Level 1	RoomSouth	L1 I	19 m ²	Yes	24	none	4	Yes	24	none
Level 1	RoomSouth	L1 J	20 m ²	Yes	18	none	7	Yes	18	none
Level 1	RoomSouth	L1 K	19 m ²	Yes	29	none	7	Yes	29	none
Level 1	RoomSouth	L1 L	20 m ²	Yes	31	none	6	Yes	31	none
Level 2	RoomNorth	L2 A	19 m ²	Yes	32	none	0	Yes	32	none
Level 2	RoomNorth	L2 B	18 m ²	Yes	24	none	0	Yes	24	none
Level 2	RoomNorth	L2 C	19 m ²	Yes	20	none	0	Yes	20	none
Level 2	RoomNorth	L2 D	18 m ²	Yes	28	none	0	Yes	28	none
Level 2	RoomNorth	L2 E	20 m ²	Yes	16	none	0	Yes	16	none
Level 2	RoomNorth	L2 F	19 m ²	Yes	10	none	0	Yes	10	none
Level 2	RoomNorth	L2 G	20 m ²	Yes	17	none	0	Yes	17	none
Level 2	RoomSouth	L2 H	19 m ²	Yes	53	none	11	Yes	53	none
Level 2	RoomSouth	L2 I	18 m ²	Yes	44	none	13	Yes	44	none
Level 2	RoomSouth	L2 J	19 m ²	Yes	37	none	7	Yes	37	none
Level 2	RoomSouth	L2 K	20 m ²	Yes	24	none	9	Yes	24	none
Level 2	RoomSouth	L2 L	19 m ²	Yes	44	none	11	Yes	44	none
Level 2	RoomSouth	L2 M	20 m ²	Yes	43	none	9	Yes	43	none
Level 3	RoomNorth	L3 A	19 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 3	RoomNorth	L3 B	18 m ²	Yes	20	none	0	Yes	20	none
Level 3	RoomNorth	L3 C	19 m ²	Yes	20	none	0	Yes	20	none
Level 3	RoomNorth	L3 D	18 m ²	Yes	26	none	0	Yes	26	none
Level 3	RoomNorth	L3 E	20 m ²	Yes	18	none	0	Yes	18	none
Level 3	RoomNorth	L3 F	19 m ²	Yes	10	none	0	Yes	10	none
Level 3	RoomNorth	L3 G	20 m ²	Yes	23	none	0	Yes	23	none
Level 3	RoomSouth	L3 H	19 m ²	Yes	80	3 pt	22	No	0	none
Level 3	RoomSouth	L3 I	18 m ²	Yes	49	none	24	No	0	none
Level 3	RoomSouth	L3 J	19 m ²	Yes	41	none	15	Yes	41	none
Level 3	RoomSouth	L3 K	20 m ²	Yes	40	none	20	Yes	40	none
Level 3	RoomSouth	L3 L	19 m ²	Yes	49	none	18	Yes	49	none
Level 3	RoomSouth	L3 M	20 m ²	Yes	61	2 pt	13	Yes	61	2 pt

Level	Name	Number	Area	Include In Daylighting	sDA 300/50		ASE 1000/250		sDA/ASE	
					%	Points	%	Pass	%	Points
Level 4	RoomNorth	L4 A	19 m ²	Yes	34	none	0	Yes	34	none
Level 4	RoomNorth	L4 B	18 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 4	RoomNorth	L4 C	19 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 4	RoomNorth	L4 D	18 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 4	RoomNorth	L4 E	20 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 4	RoomNorth	L4 F	19 m ²	Yes	18	none	0	Yes	18	none
Level 4	RoomNorth	L4 G	20 m ²	Yes	25	none	0	Yes	25	none
Level 4	RoomSouth	L4 H	19 m ²	Yes	80	3 pt	22	No	0	none
Level 4	RoomSouth	L4 I	18 m ²	Yes	49	none	24	No	0	none
Level 4	RoomSouth	L4 J	19 m ²	Yes	43	none	15	Yes	43	none
Level 4	RoomSouth	L4 K	20 m ²	Yes	44	none	18	Yes	44	none
Level 4	RoomSouth	L4 L	19 m ²	Yes	49	none	18	Yes	49	none
Level 4	RoomSouth	L4 M	20 m ²	Yes	61	2 pt	13	Yes	61	2 pt
Level 5	RoomNorth	L5 A	19 m ²	Yes	34	none	0	Yes	34	none
Level 5	RoomNorth	L5 B	18 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 5	RoomNorth	L5 C	19 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 5	RoomNorth	L5 D	18 m ²	Yes	30	none	0	Yes	30	none
Level 5	RoomNorth	L5 E	20 m ²	Yes	28	none	0	Yes	28	none
Level 5	RoomNorth	L5 F	19 m ²	Yes	18	none	0	Yes	18	none
Level 5	RoomNorth	L5 G	20 m ²	Yes	32	none	0	Yes	32	none
Level 5	RoomSouth	L5 H	19 m ²	Yes	91	3 pt	24	No	0	none
Level 5	RoomSouth	L5 I	18 m ²	Yes	49	none	24	No	0	none
Level 5	RoomSouth	L5 J	19 m ²	Yes	41	none	17	Yes	41	none
Level 5	RoomSouth	L5 K	20 m ²	Yes	44	none	22	No	0	none
Level 5	RoomSouth	L5 L	19 m ²	Yes	56	2 pt	18	Yes	56	2 pt
Level 5	RoomSouth	L5 M	20 m ²	Yes	70	2 pt	13	Yes	70	2 pt

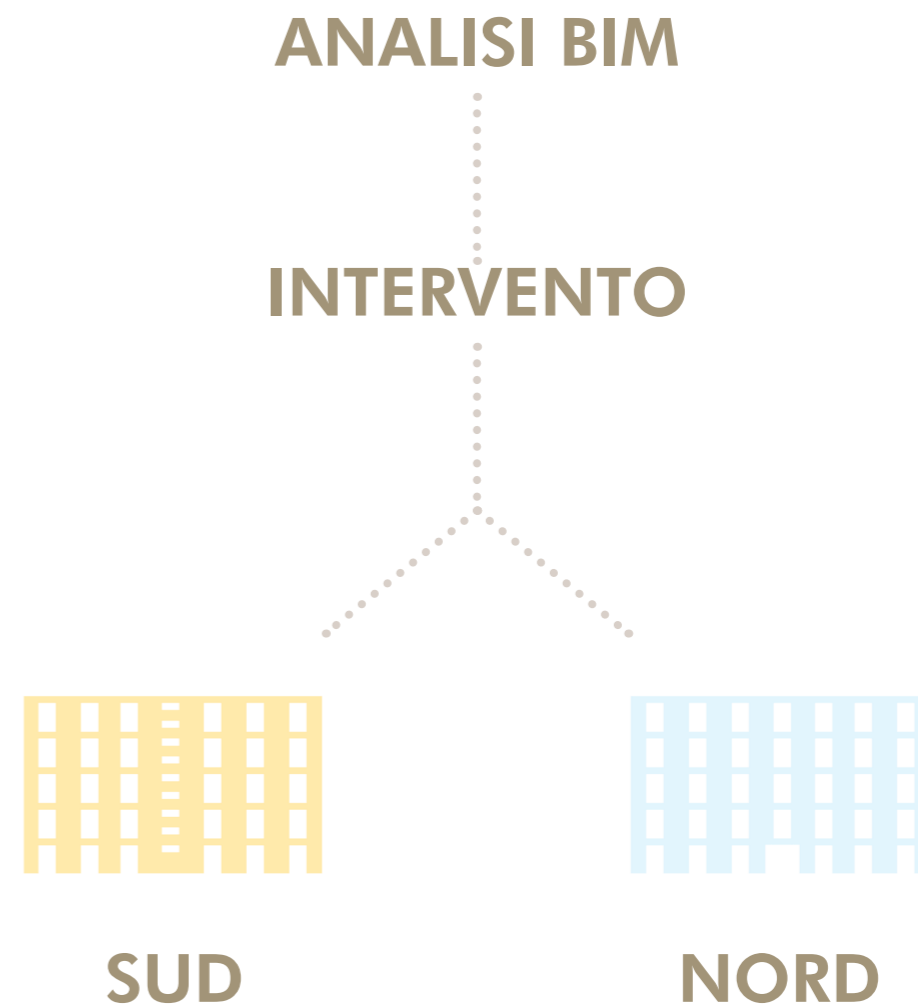
Risultati

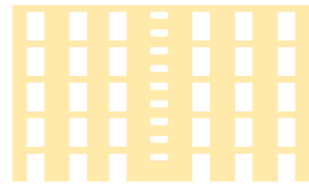
Dai risultati possiamo notare come la distinzione tra ambienti a Nord e a Sud sia sostanziale quando si tratta della luce naturale.

A Nord nessun ambiente ha un livello ritenuto sufficiente per i canoni sDA, mentre ha sempre livelli accettabili di ASE. Per la certificazione LEED è però necessario avere buoni valori per entrambi i parametri per poter ottenere un buon punteggio.

A Sud invece la maggior parte delle stanze gode di buona illuminazione, spesso con valori molto alti soprattutto per gli ultimi livelli. Il parametro ASE però è spesso fuori dal limite.

Il grande divario tra i due affacci sottolinea la necessità di applicare interventi diversi ed è quindi necessario dividere il progetto in due parti da analizzare separatamente e per intervenire sulle opposte problematiche generate da un orientamento di questo genere.





intervento facciata Sud

Intervento facciata Sud

Sulla facciata Sud viene aggiunto un volume che tende ad abbassare la luminosità degli ambienti interni, ma non a lenire l'effetto dell'abbagliamento che si sposterebbe sul volume aggiunto.

A questo proposito viene studiato un sistema di ombreggiamento della luce solare (Shading system) in modo da alzare il livello di comfort degli ambienti interni.

Il controllo della luce naturale in facciata è stato studiato tramite l'utilizzo di pannelli di ombreggiamento, sistemati a zone in maniera da ottimizzarne l'utilizzo. Per capire dove operare e le tecnologie da utilizzare sono stati studiati per prima la tipologia di pannello, successivamente il processo analitico con cui avviene il posizionamento. Infine i dettagli sull'utilizzo da parte dell'utente essendo un edificio ad uso residenziale e quindi richiedendo una maggiore elasticità nell'uso.

-Tecnologia dell'ombreggiamento

-Ottimizzazione

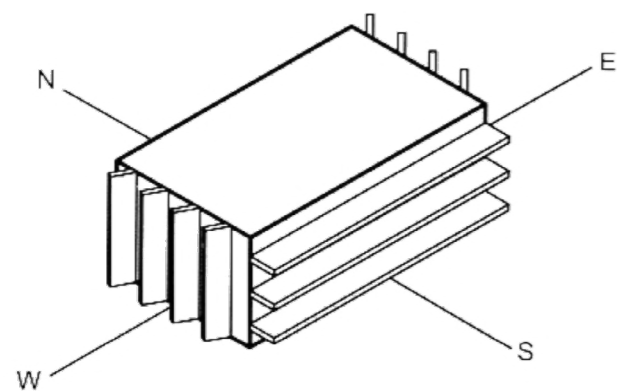
-Utilizzo

Tecnologia dell'ombreggiamento

Le schermature solari sono lo strumento più efficace per limitare i problemi di abbagliamento e surriscaldamento degli edifici attraverso le aperture trasparenti dell'involucro.

La scelta della schermatura corretta è fondamentale per evitare abbagliamento e surriscaldamento dell'ambiente.

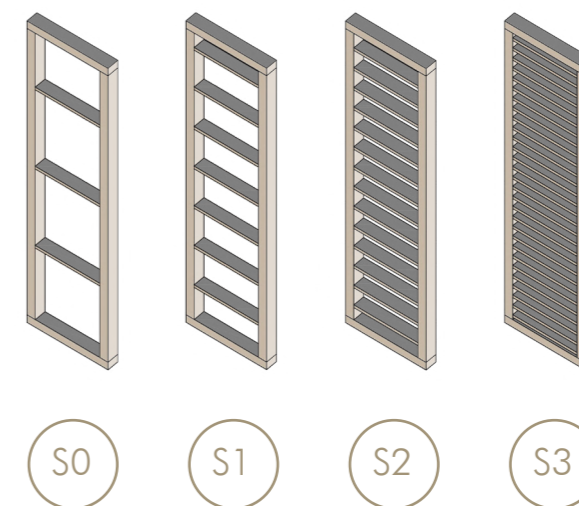
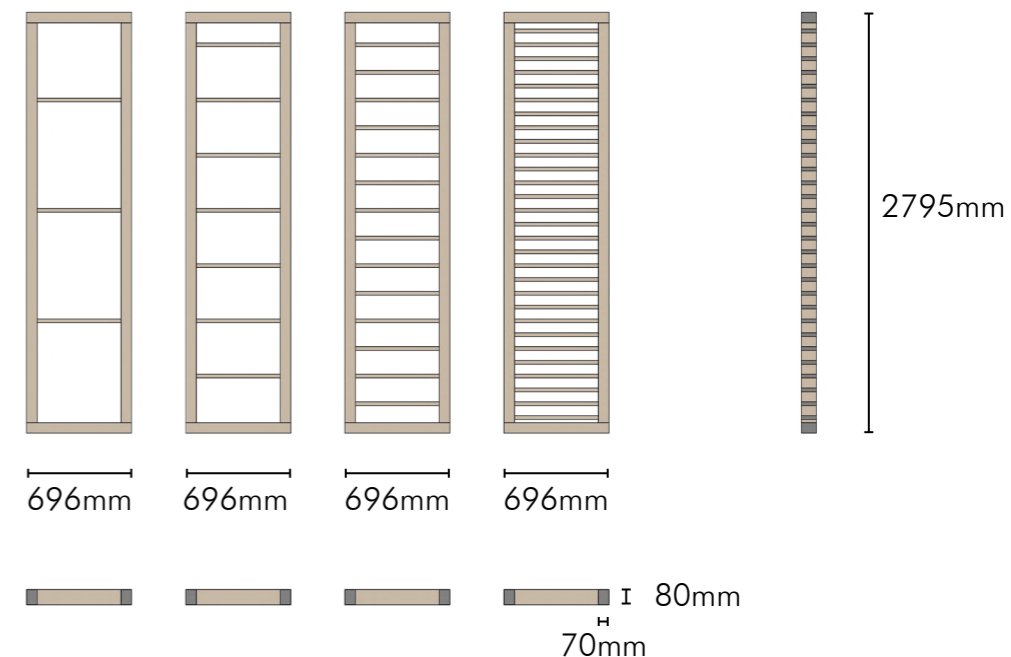
Generalmente per un'area orientata a Sud la schermatura più utilizzata in facciata è quella orizzontale perchè consente una schermatura totale nelle ore più calde estive, mentre lascia passare la luce nella stagione invernale.



Configurazione ottimale delle schermature solari in funzione dell'orientamento

108

Le quattro tipologie



Vengono formulate quattro proposte di pannelli frangisole mobili in legno per schermare la luce naturale a diverse gradazioni di intensità.

109

Ottimizzazione

Scelto il pannello da utilizzare il processo di ottimizzazione lavora utilizzando due programmi: Insight (Autodesk Revit) e Grasshopper (Rhinos5).

Il procedimento consiste nell'interpolare i dati presi dalle analisi compiute dal plug-in di Revit attraverso un algoritmo di Grasshopper e comporre il pattern di facciata.

Il modello BIM analizzato fornisce dati (percentuali) sul grado di abbagliamento di ogni stanza (ASE).

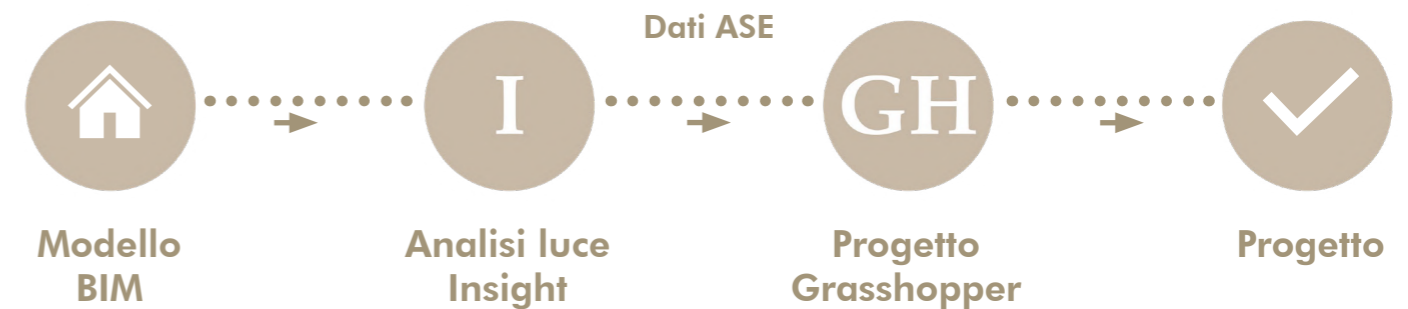
I dati analizzati da Insight sono presi e immessi su Grasshopper attraverso un file Excel.

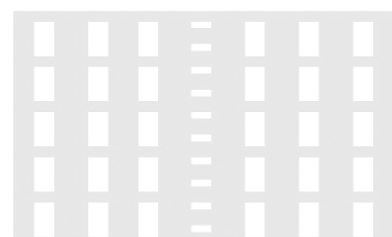
Il file viene letto come lista e ogni dato percentuale della lista viene assegnato alla stanza corrispondente.

A questo punto il programma conosce tutti i valori delle stanze, viene così assegnato un punteggio (dal più debole al più forte) arbitrariamente:

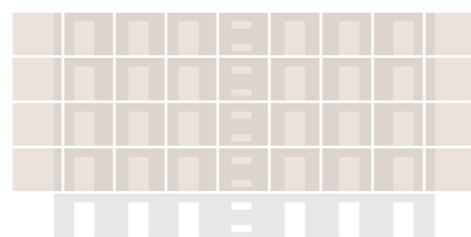
- da 0% a 10% corrisponde il valore 0;
- da 10% a 15% corrisponde il valore 1;
- da 15% a 20% corrisponde il valore 2;
- da 20% a 30% corrisponde il valore 3.

Il punteggio indicherà dove meglio predisporre i pannelli S0, S1, S2, S3.





Per prima cosa viene modellato l'edificio sul software Rhinoceros5



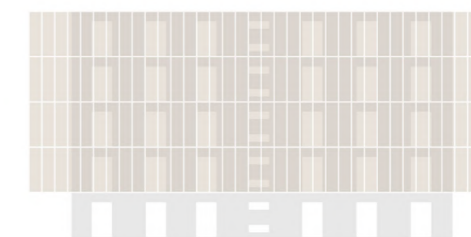
Successivamente viene divisa la superficie della facciata in quadranti corrispondenti alle aree antistanti le forature in facciata. Le aree evidenziate sono le parti che influenzano l'ingresso di luce nelle stanze analizzate.

- 0 ASE tra 0% e 10%
- 1 ASE tra 10% e 15%
- 2 ASE tra 15% e 20%
- 3 ASE tra 20% e 30%

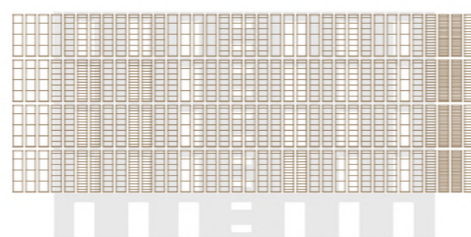
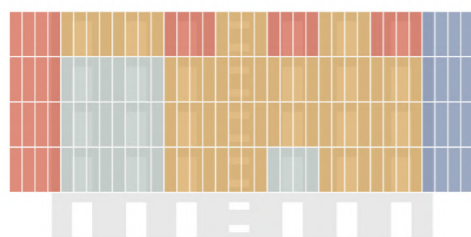


Ai quadranti sono assegnati valori numerici da 0 a 3, corrispondenti ai valori dell'ASE derivanti dall'analisi di Insight delle stanze corrispondenti. Ad ogni valore (0, 1, 2, 3) è assegnata una tipologia di pannello corrispondente ad un grado maggiore o minore di schermatura.

Nello schema le aree corrispondenti ai vari valori sono state colorate in maniera diversa per evidenziare la distribuzione.



I quadranti vengono ulteriormente divisi in quattro parti per simulare le dimensioni del pannello shading mantenendo lo stesso valore assegnato in partenza.

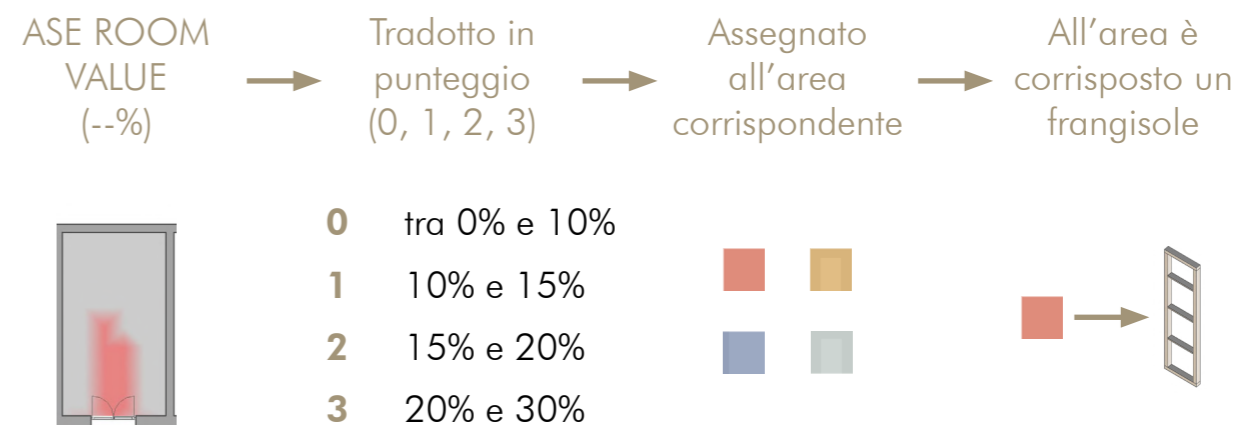


Per un miglior effetto visivo viene poi applicato un gradiente che modifica i numeri dei quadranti nel caso due di essi siano adiacenti ma con gradi di illuminazione molto differenti tra loro in modo da avere un passaggio più uniforme tra uno e l'altro.

Infine ad ogni valore (0, 1, 2, 3) è collegato un pannello di schermatura:

- a 0 il meno schermato S0
- a 1 il pannello S1
- a 2 il pannello S2
- a 3 il più schermato S3

Schema riassuntivo



Utilizzo

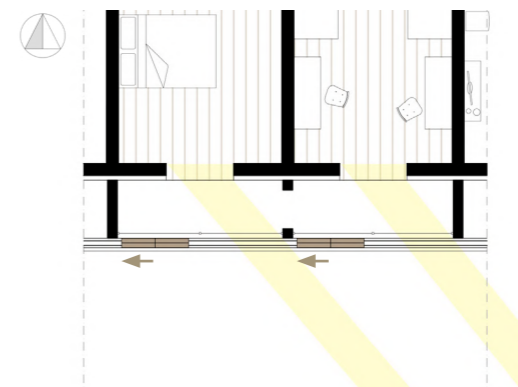
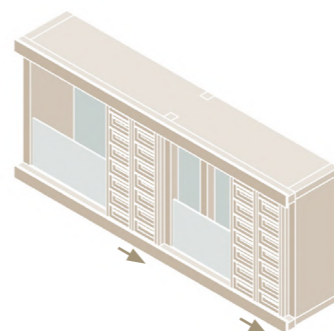
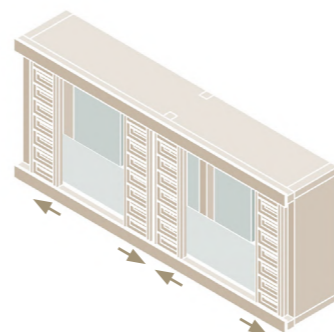
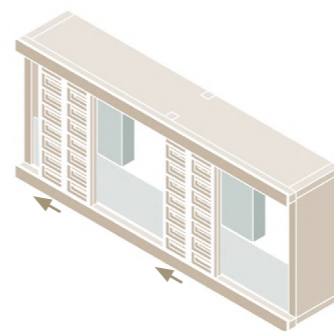
La tipologia di edificio e la sua funzione sono fattori che hanno influenzato la scelta del pannello e il suo funzionamento. La tipologia residenziale infatti non è adatta a schermature di tipo fisso. La facciata è quindi mobile per consentire all'utente elasticità nel controllo della luce.

I pannelli sono scorrevoli su carrelli e possono muoversi orizzontalmente per consentire una buona apertura in facciata.

I carrelli sono su due livelli diversi e nell'area antistante una camera sono presenti quattro pannelli: due su un binario e due sull'altro in modo da poterli impilare e liberare completamente il 50% della facciata.

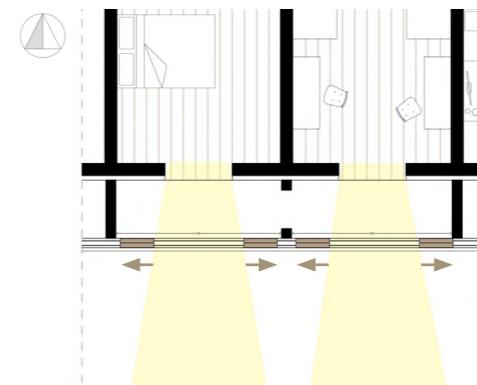
Il movimento dei pannelli è pensato per lasciar entrare luce naturale senza schermature nelle varie ore del giorno soprattutto per le fasi invernali. Le configurazioni sono tre per:

- mattino;
- mezzogiorno;
- pomeriggio.



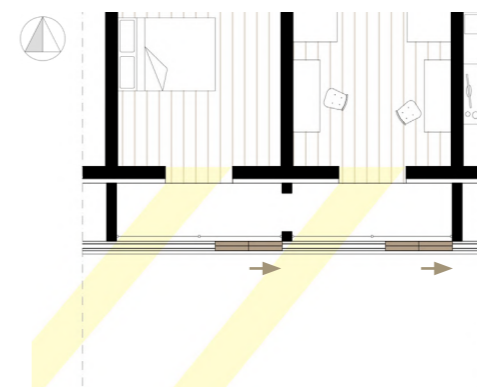
Mattino

Luce proveniente da Est.
I pannelli sono sovrapposti
e spostati verso ovest.



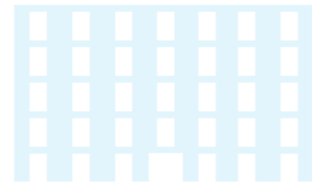
Mezzogiorno

Luce proveniente da Sud.
I pannelli sono sovrapposti
e spostati verso ovest ed est
lasciando libero lo spazio
centrale.



Pomeriggio

Luce proveniente da Ovest.
I pannelli sono sovrapposti
e spostati verso est.



intervento facciata Nord

Intervento facciata Nord

La facciata Nord ha il problema opposto a quella Sud.: la luce è solo diffusa e mai diretta. In inverno il problema è ancora più accentuato e per questo motivo i manuali di Bioclimatica sconsigliano di posizionare zone giorno a Nord.

Nel nostro caso pochi appartamenti hanno un ambiente giorno a Nord per rendere la distribuzione più efficiente avendo un solo bagno centrale per appartamento e cercando di rendere l'accesso al bagno indipendente per le camere e il soggiorno abitabile.

L'intervento in facciata Nord è quindi incentrato sull'aumentare comfort e abitabilità all'interno degli ambienti affacciati a Nord utilizzando il volume esterno.

Per prima cosa il volume è stato ridotto, da un metro e venti del lato Sud a un metro. Questo per lasciare entrare il più possibile la luce naturale senza interferenze.

In secondo luogo sono state studiate soluzioni tecnologiche adatte applicabili al GET per portare luce all'interno degli ambienti.

Canalizzatori di luce

I sistemi di illuminazione canalizzata (o canalizzatori di luce) sono elementi di piccola sezione che permettono di trasportare la luce naturale a distanze anche relativamente grandi. Sono composti da un elemento di captazione esterno all'edificio (**testa**), un **condotto** (o canale) per il trasporto della radiazione e una **bocca di emissione** della luce per la distribuzione della luce nell'ambiente.

I sistemi di illuminazione canalizzata non sono confrontabili con delle aperture trasparenti di pari dimensioni. In presenza di radiazione solare diretta, i sistemi canalizzati sono infatti in grado di introdurre negli ambienti grandi quantità di luce mentre in caso di cielo coperto la loro presenza è meno significativa.

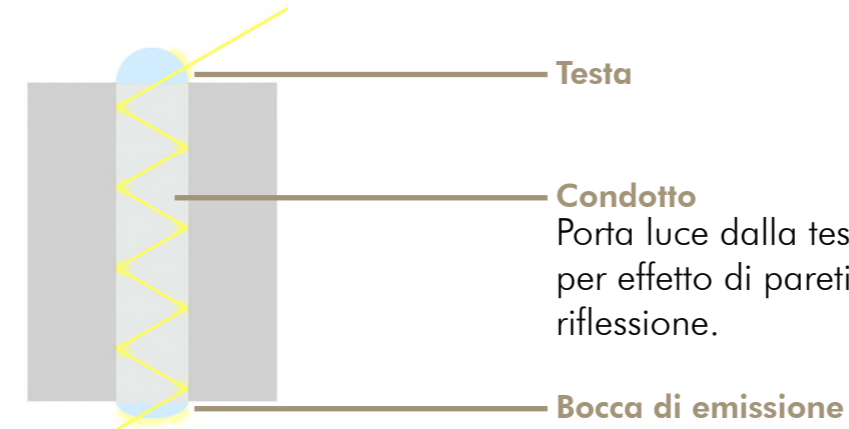
I condotti di illuminazione possono essere realizzati anche orizzontalmente, sebbene le teste di captazione disegnate per i condotti verticali non siano particolarmente adatte per redirezionare la radiazione in canali orizzontali.

In alcuni casi i sistemi di illuminazione canalizzata possono presentare problemi nel periodo estivo a causa dell'elevata efficienza di trasferimento dei condotti, con il rischio di introdurre troppa energia (luce e calore) nei periodi dell'anno in cui questa fornitura non è necessaria.

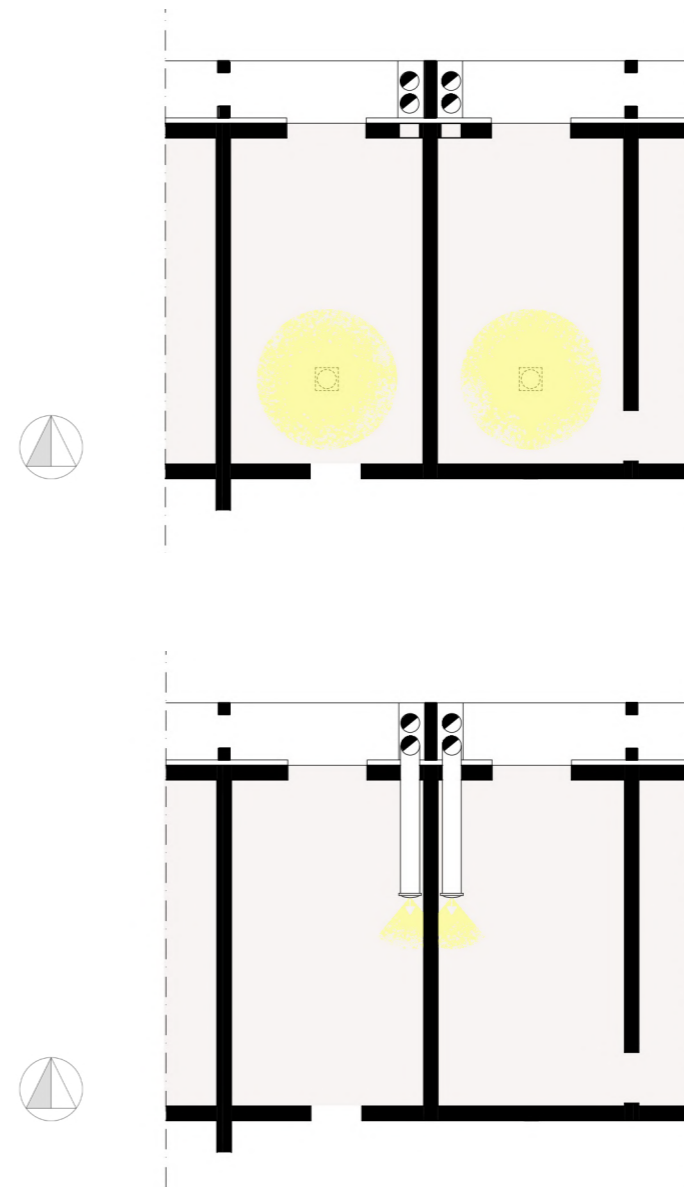
Funzionamento e composizione



Limiti tecnici



Per ovviare a questi problemi, le principali aziende produttrici di lucernari tubolari hanno inserito a catalogo dei sistemi di oscuramento o addirittura, hanno disegnato teste di captazione della radiazione diretta le cui prestazioni diminuiscono al crescere dell'angolo di altezza del sole. Dal punto di vista normativo non esiste un metodo di calcolo accettato, ma sono spesso usati e accettati come sistemi integrativi di illuminazione.



Piano V

L'ultimo piano è l'unico con l'intervento direttamente sull'esistente.

Piano IV

Il terzo e quarto piano hanno a disposizione un canalizzatore di luce per migliorare l'illuminazione interna.

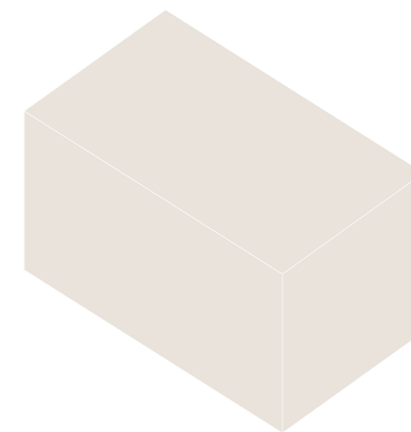
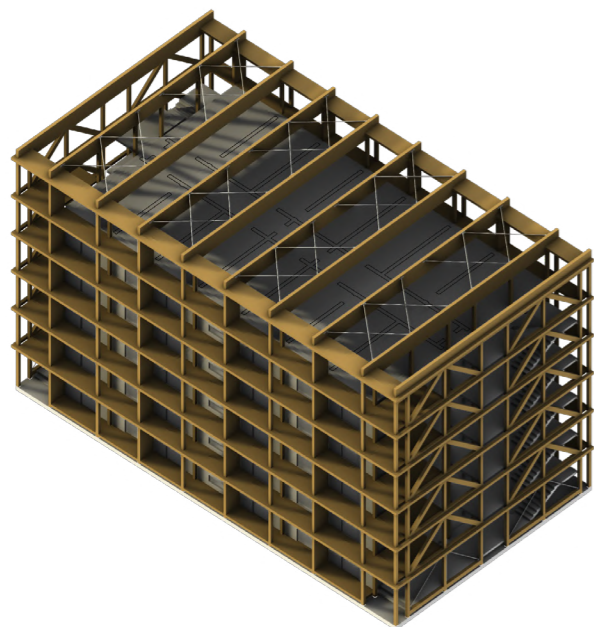
Struttura

Come detto in precedenza il ruolo della struttura in questo caso studio si riduce. Rispetto ai casi studio di Pro-GET-onE ad Atene e Reggio Emilia, la struttura in questo caso è autoportante e non viene utilizzata per un miglioramento strutturale a quella esistente.

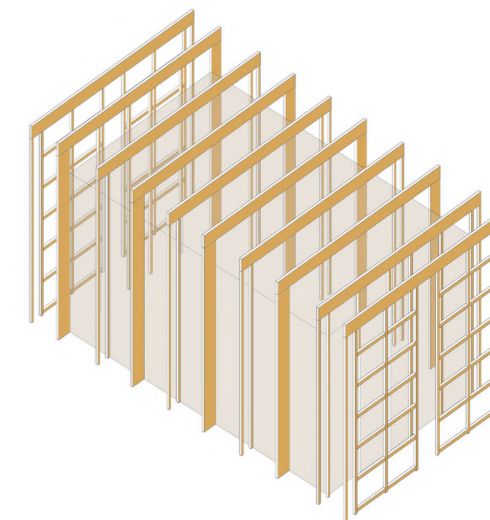
L'edificio è stato pensato come caso possibile per una struttura GET in legno per due motivi:

- ampliare le casistiche d'uso e l'abaco di progetto
- sfruttare le caratteristiche del luogo essendo la Romania un grande produttore di legno

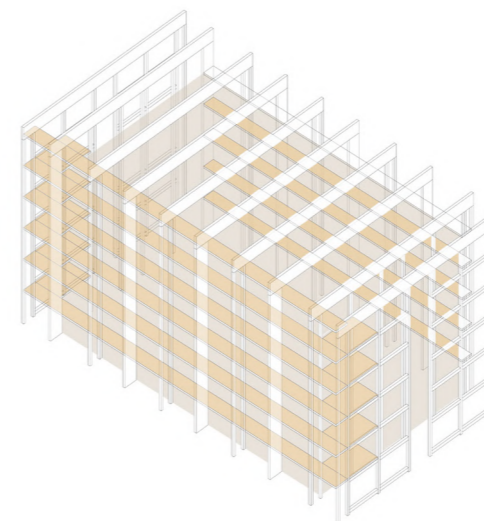
La struttura è costituita da portali in XLAM e pilastri.



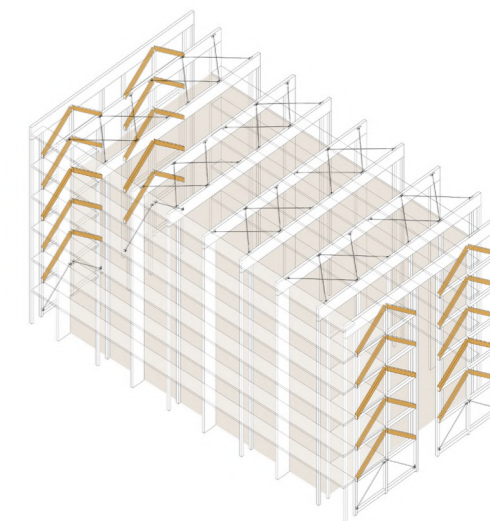
Volume esistente



Struttura verticale a portali XLAM (1200x200mm) e pilastri (200x200mm)



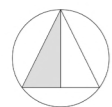
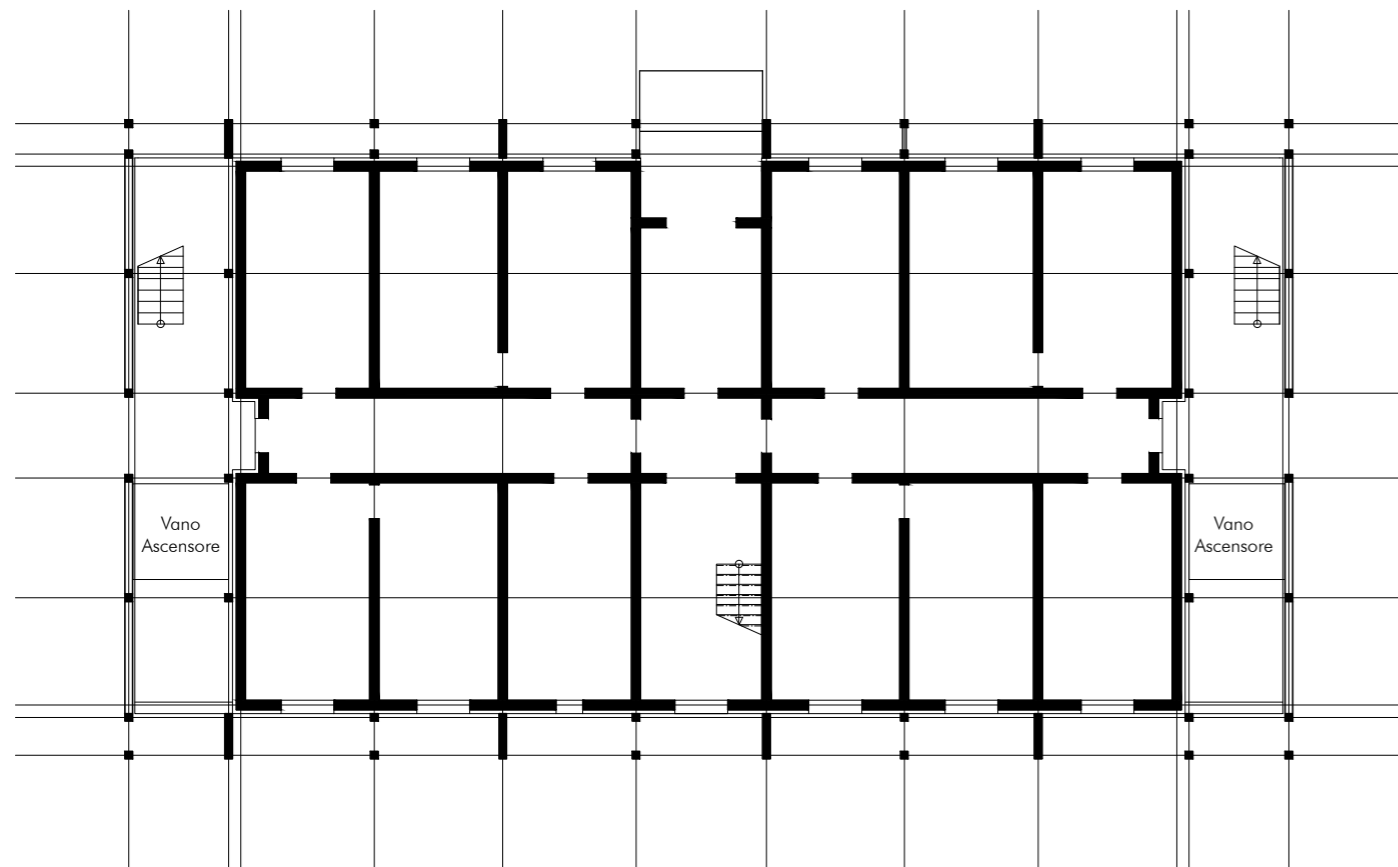
Struttura orizzontale in pannelli XLAM



Controventi in acciaio (diametro 20mm) al piano terra e in legno per i livelli superiori (300x200mm)

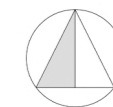
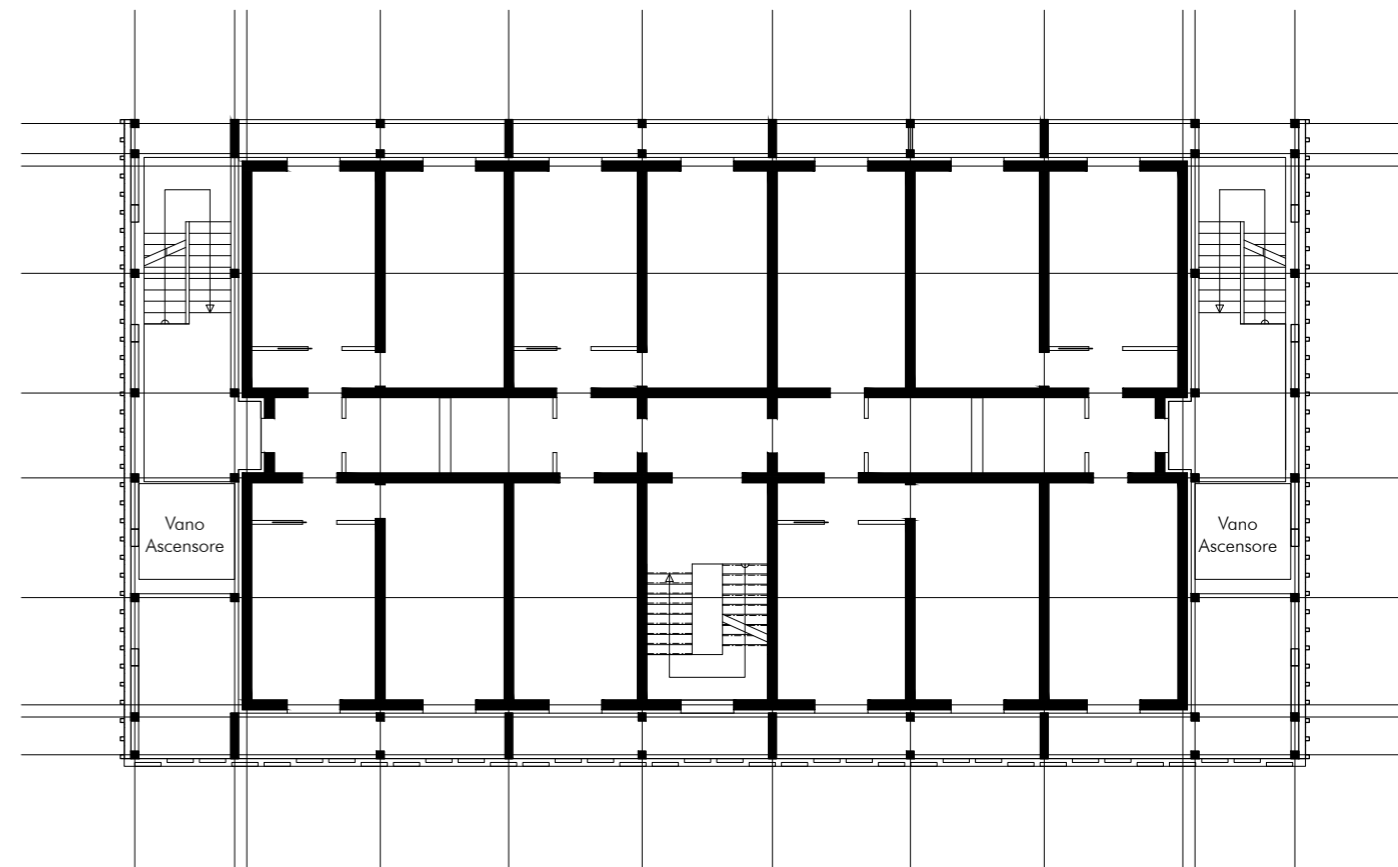
PIANO TERRA

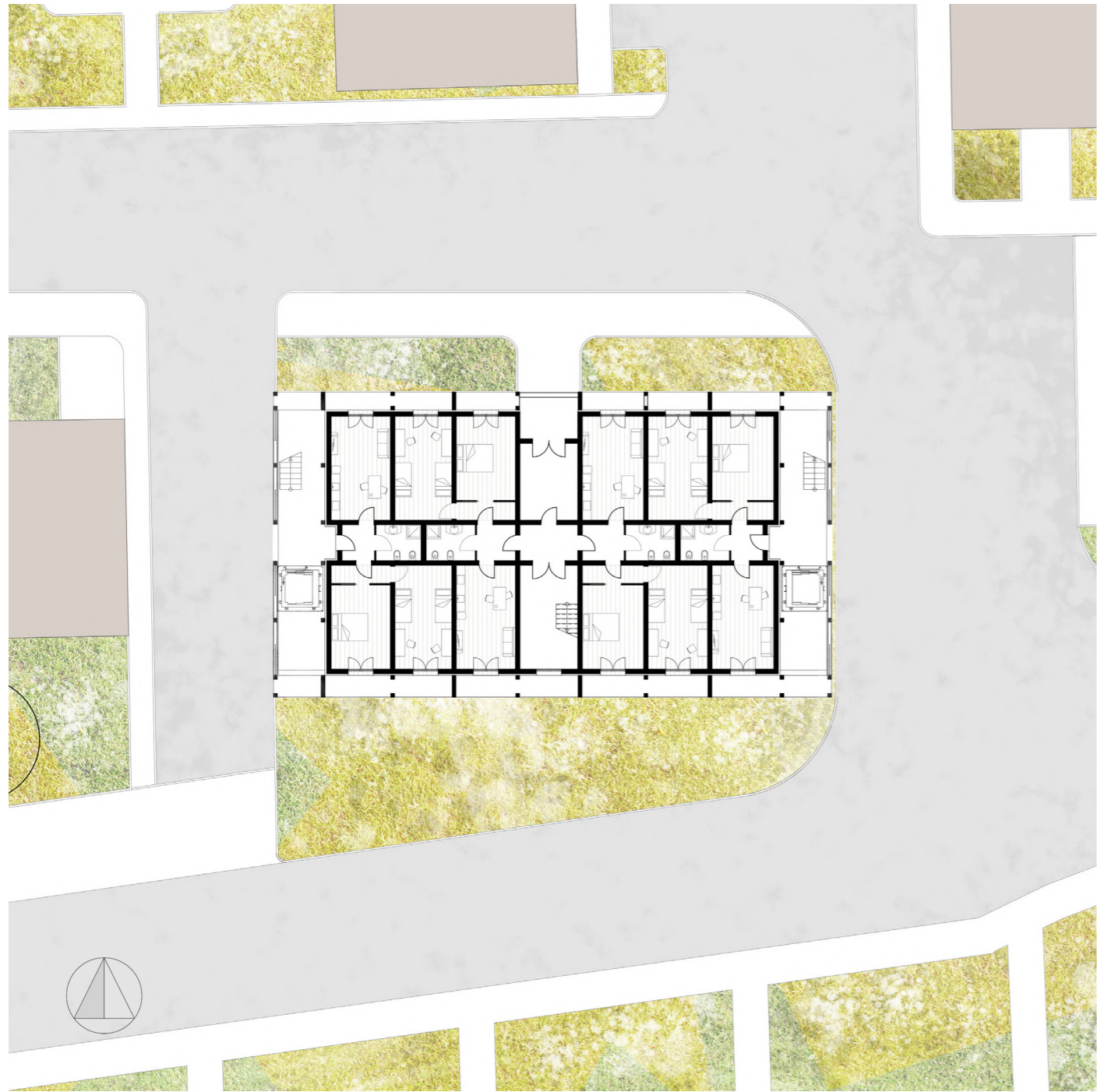
1:200



PIANO TIPPO

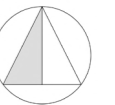
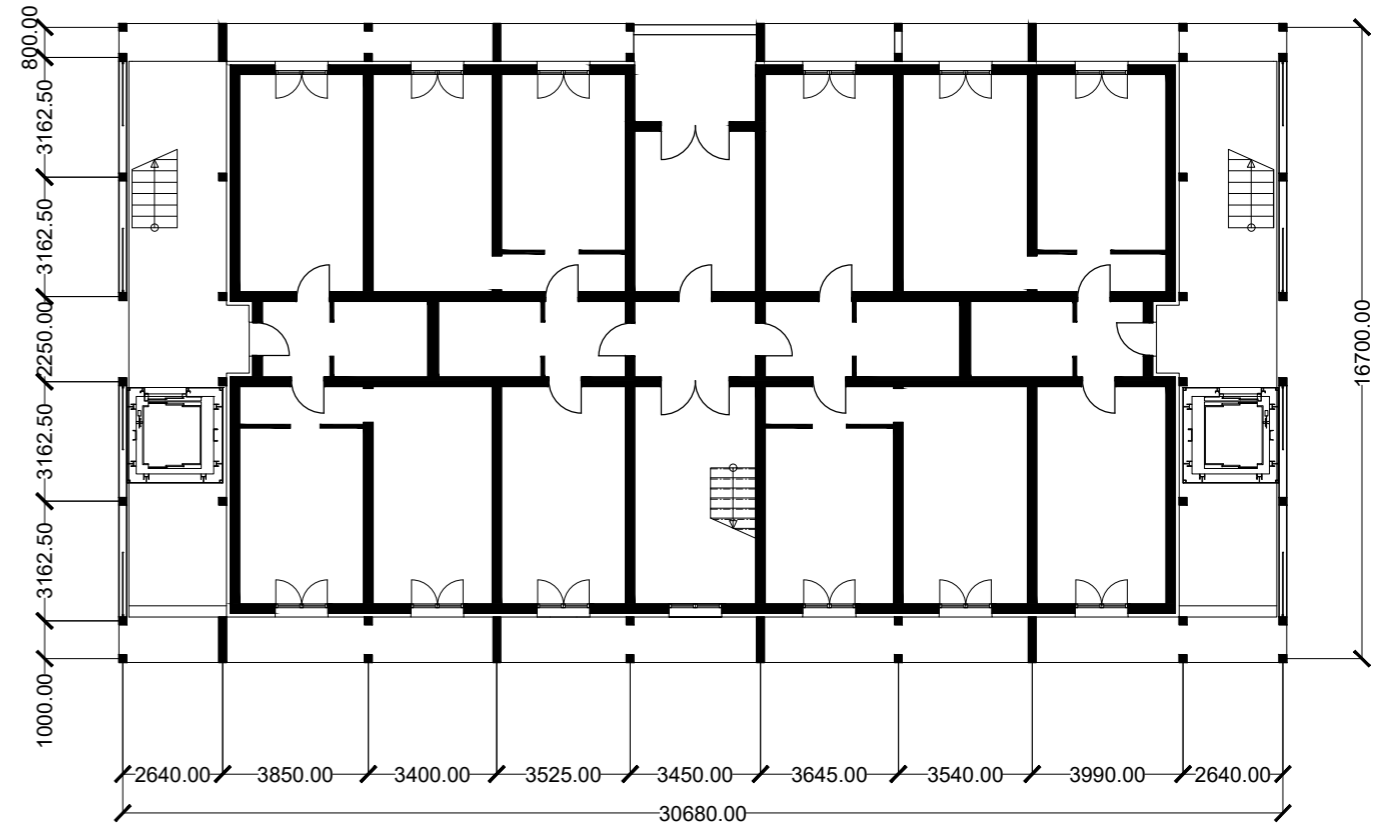
1:200

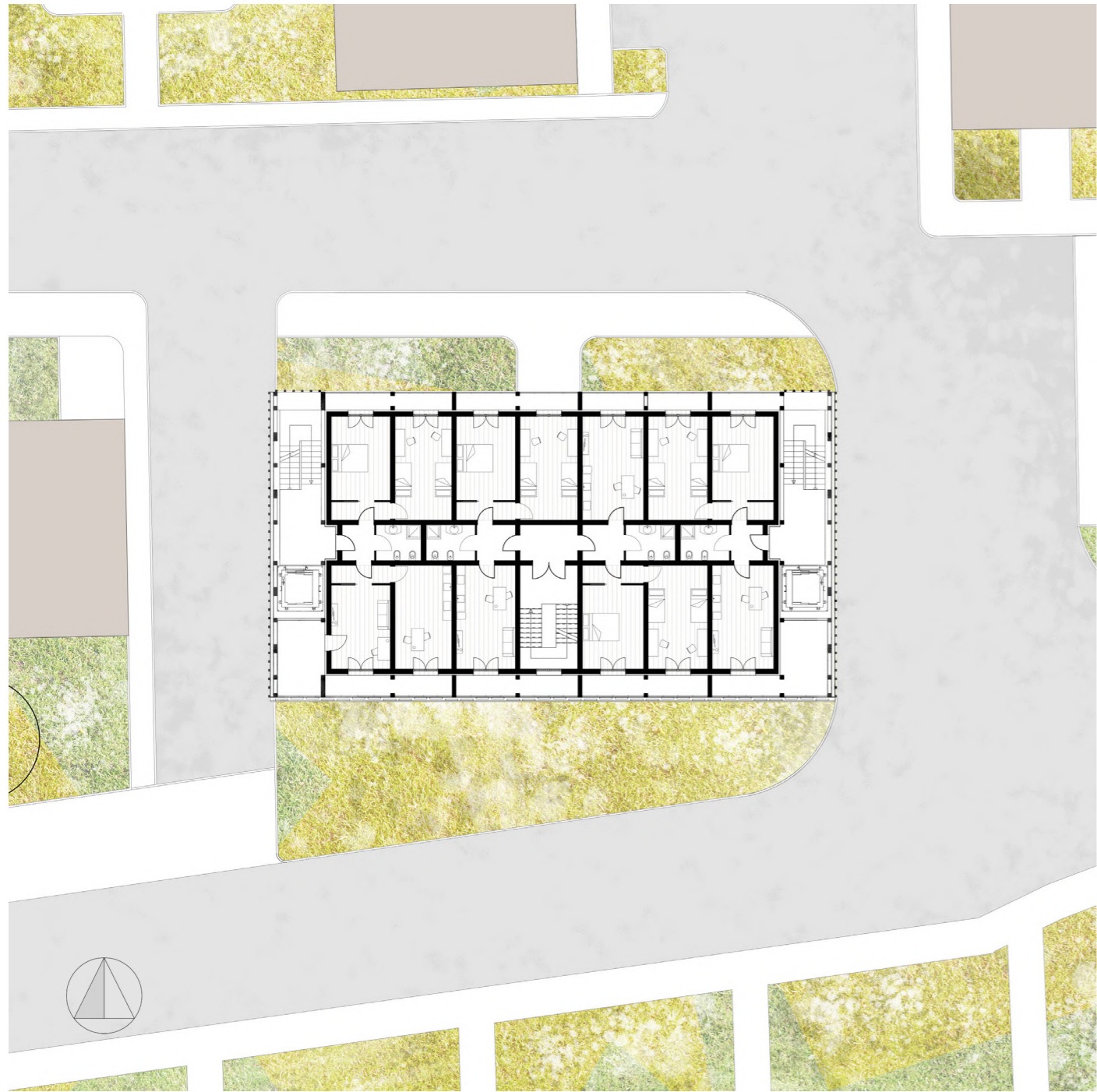




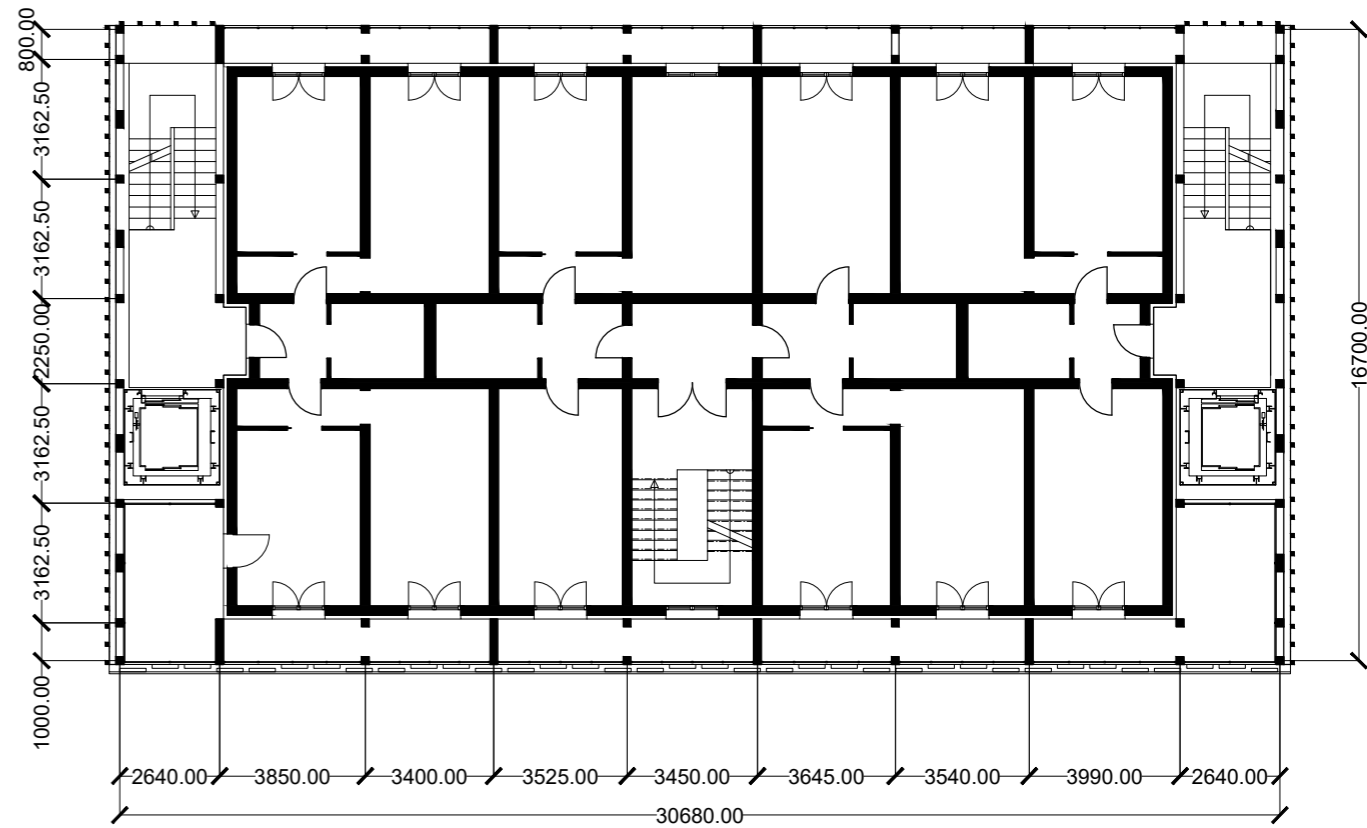
PIANO TERRA

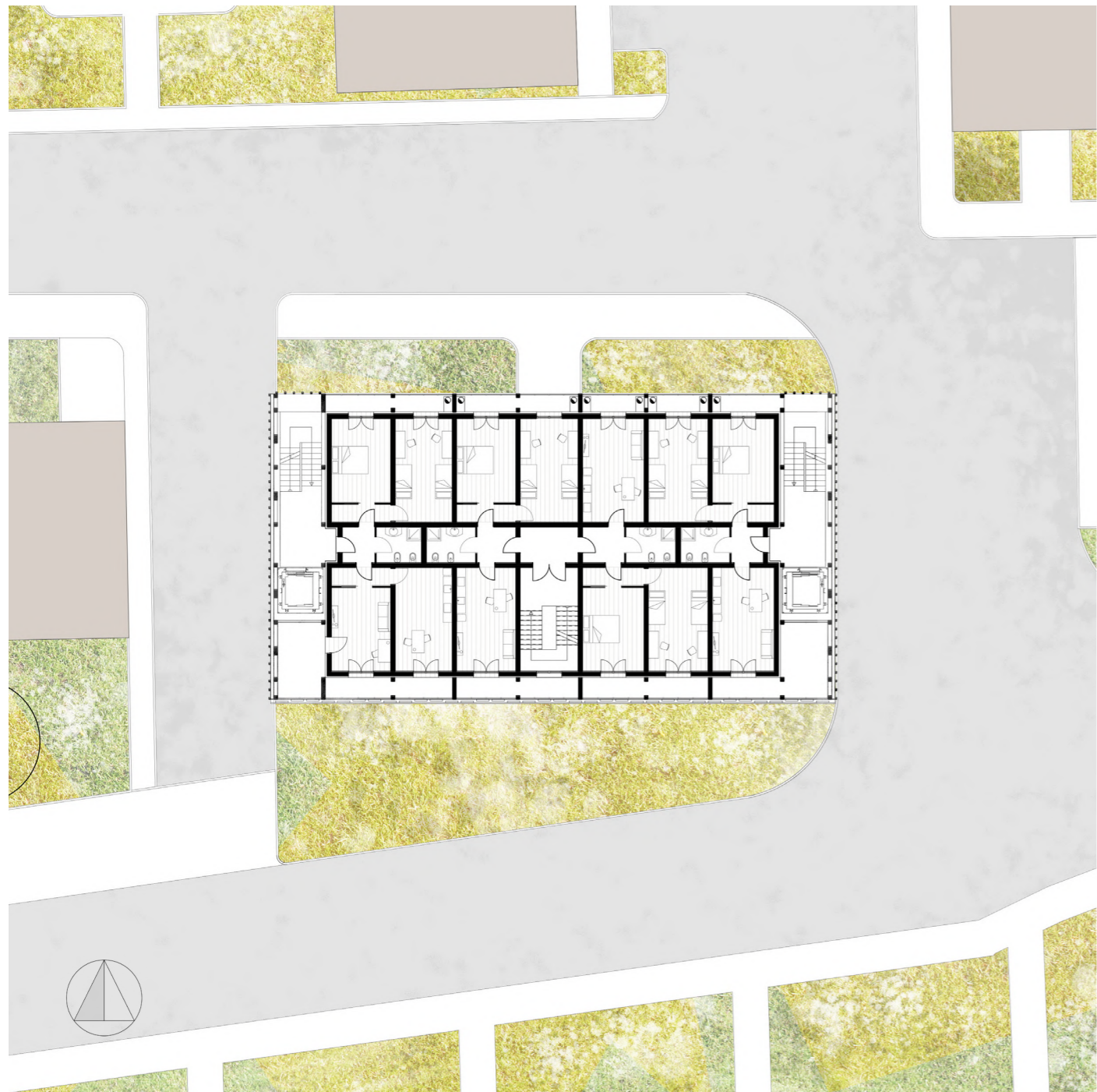
1:200



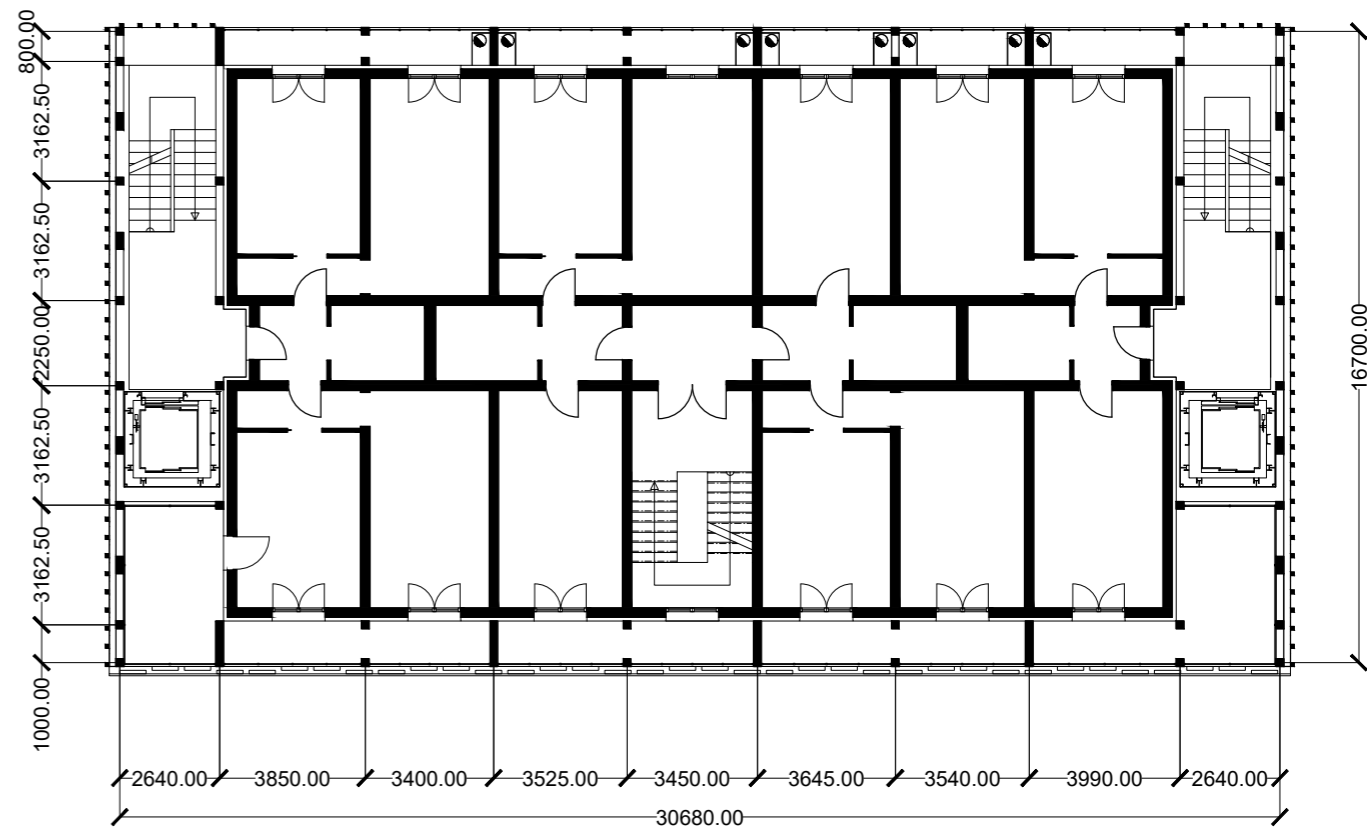


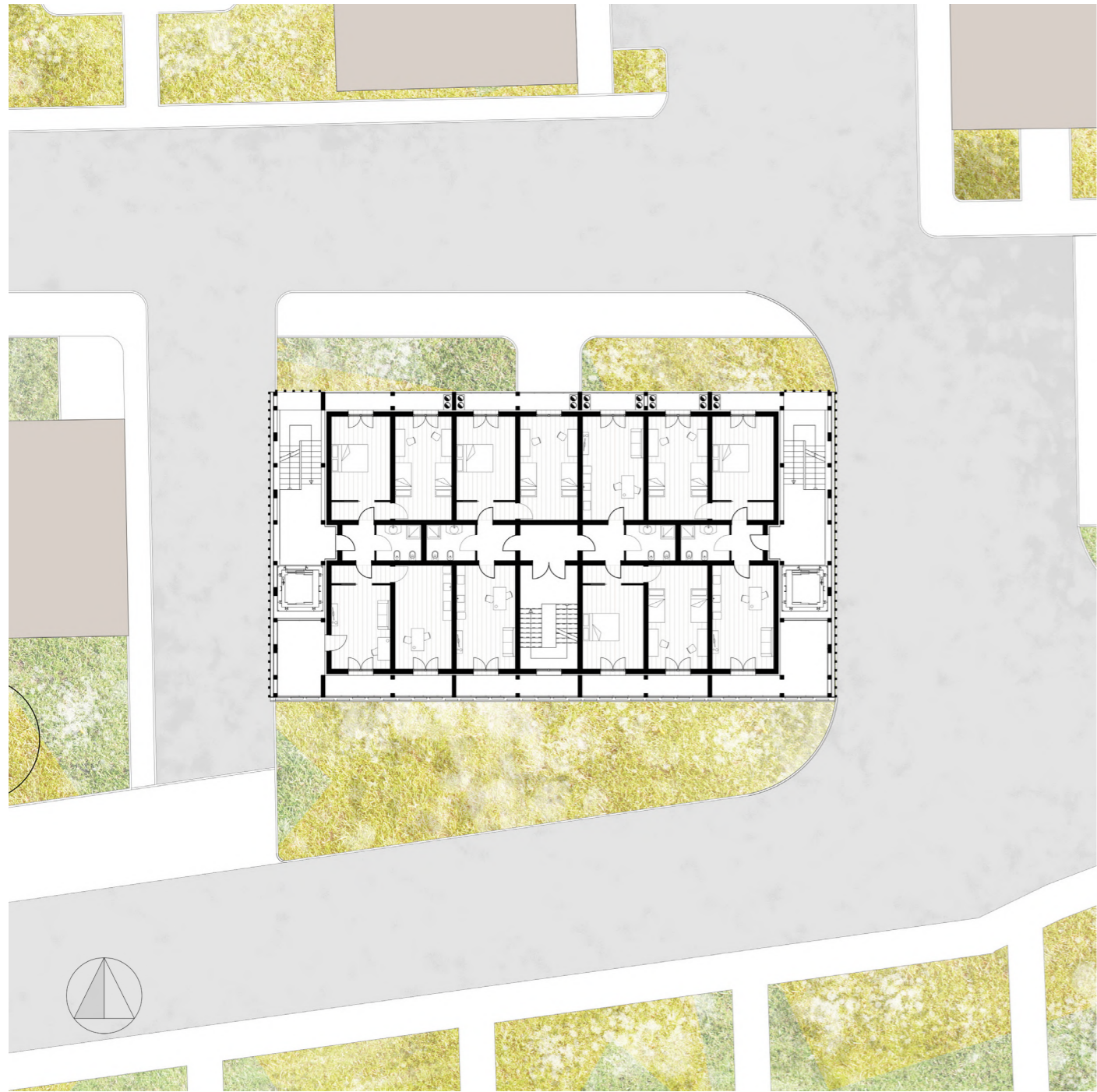
PIANO I 1:200





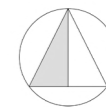
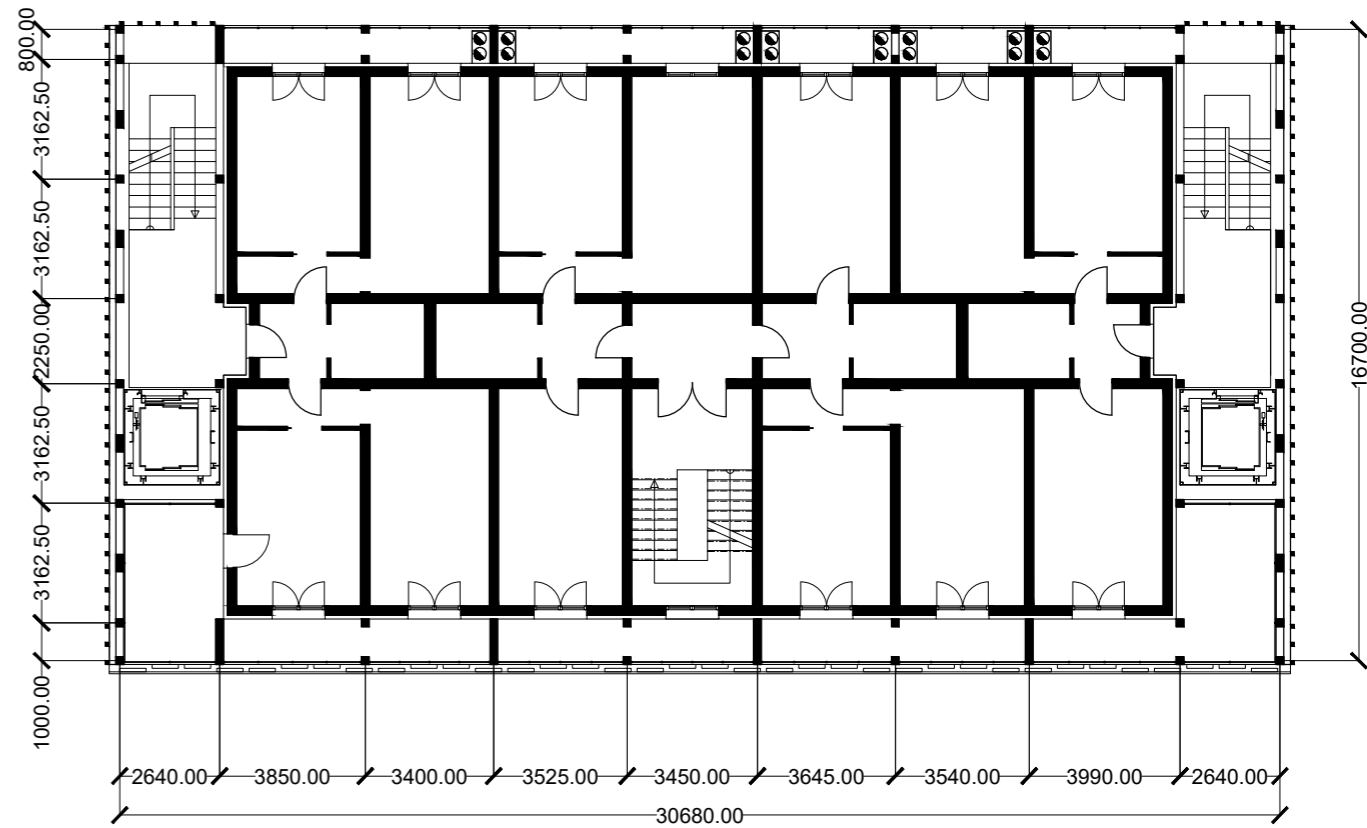
PIANO II 1:200

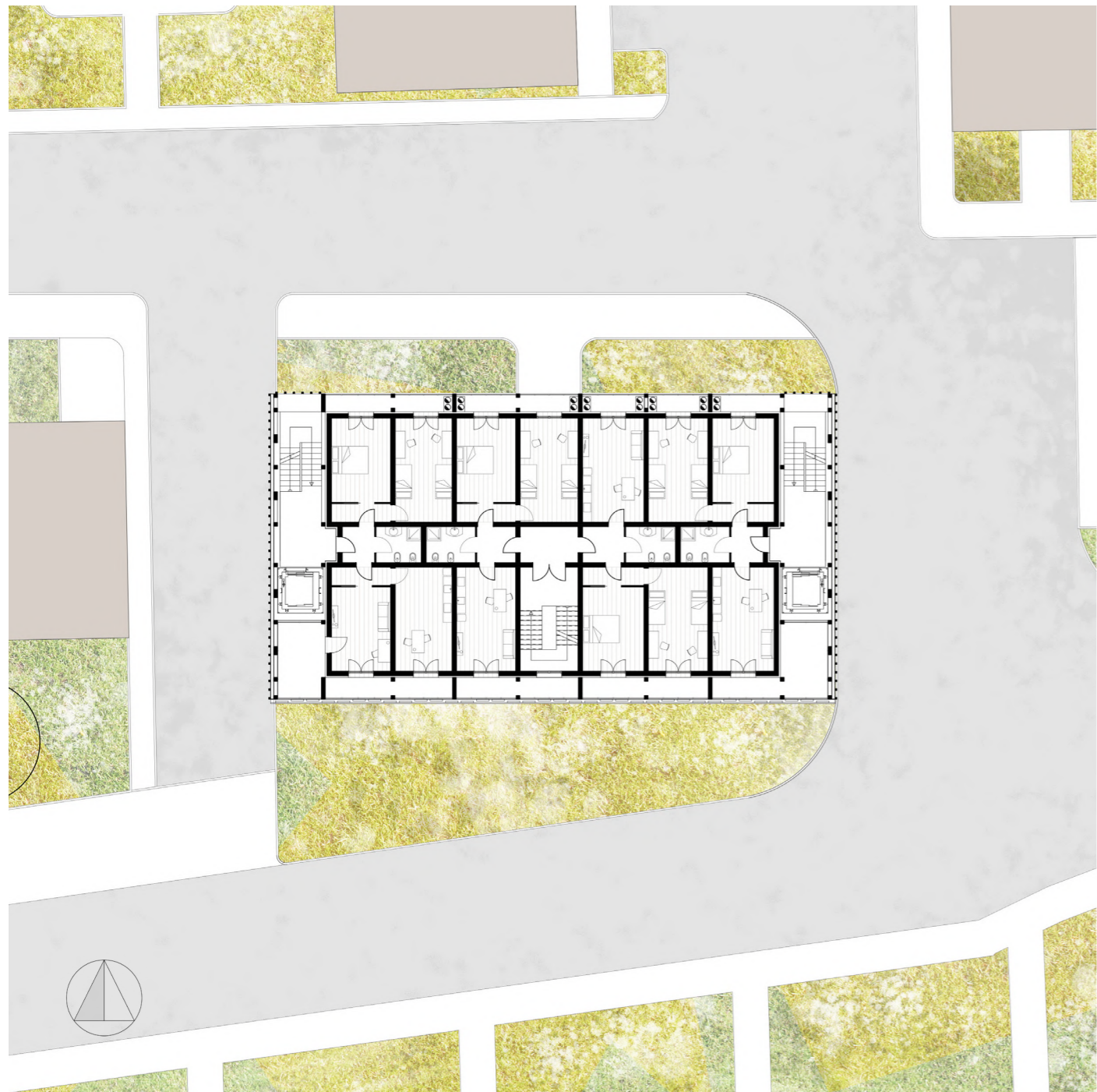




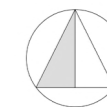
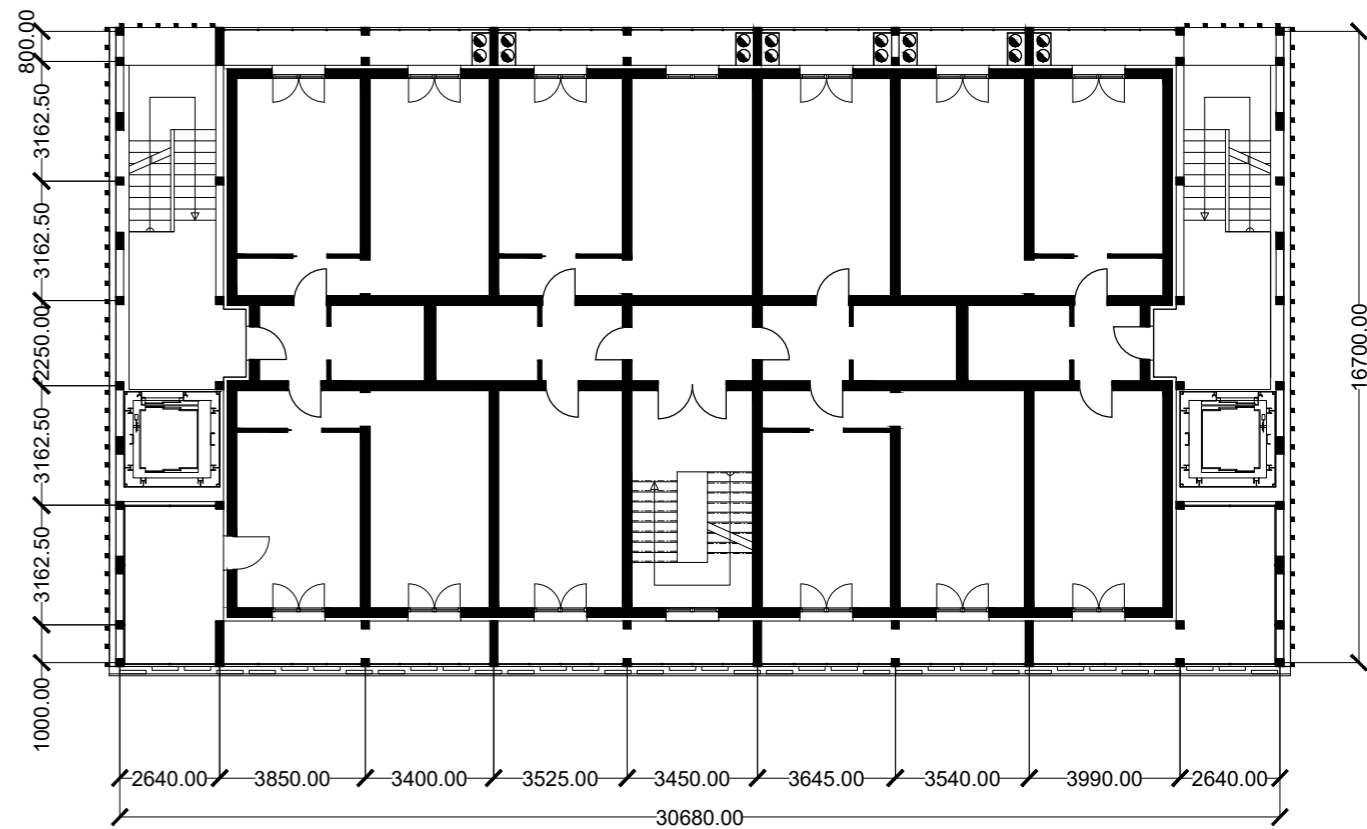
PIANO III

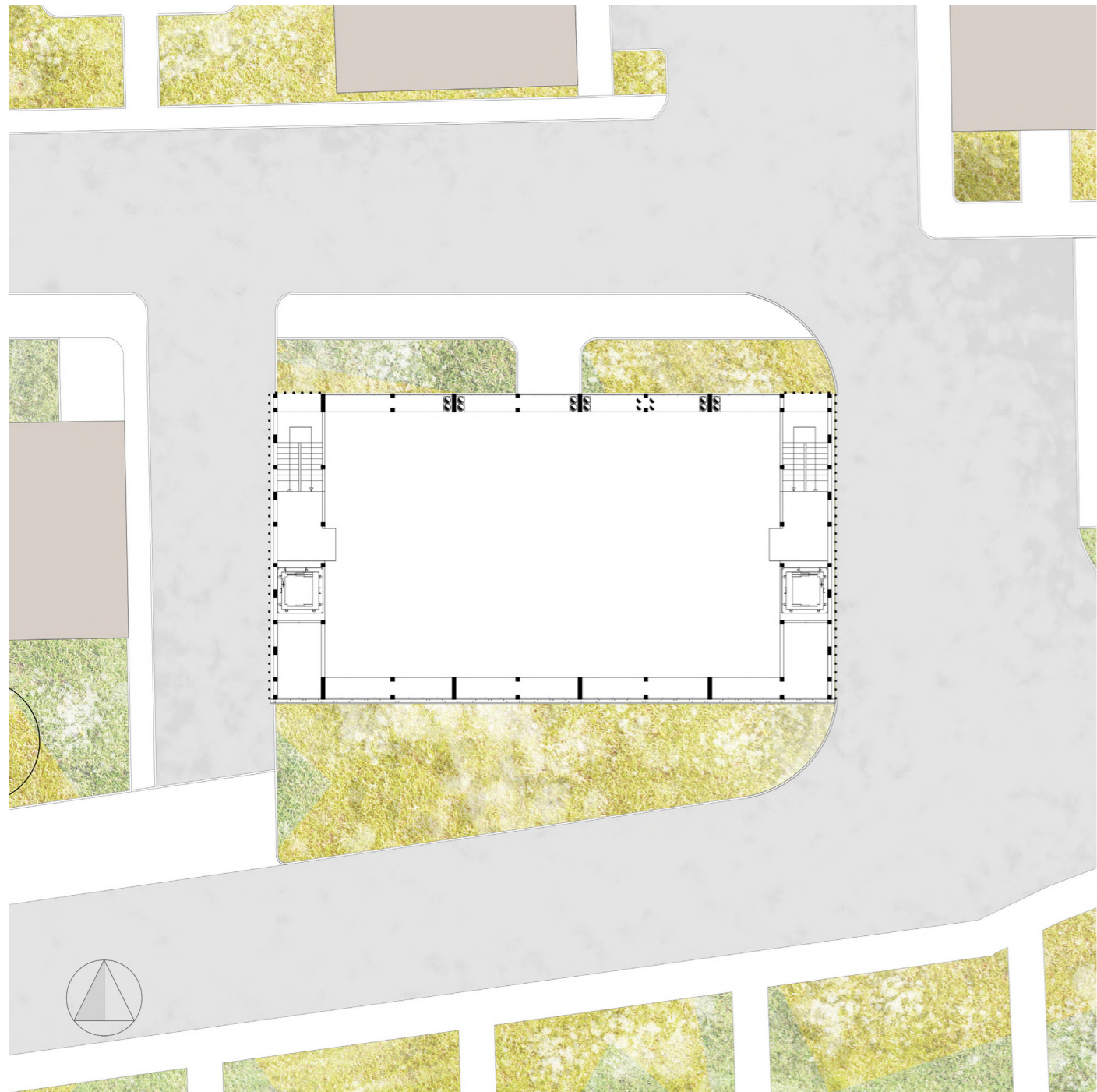
1:200



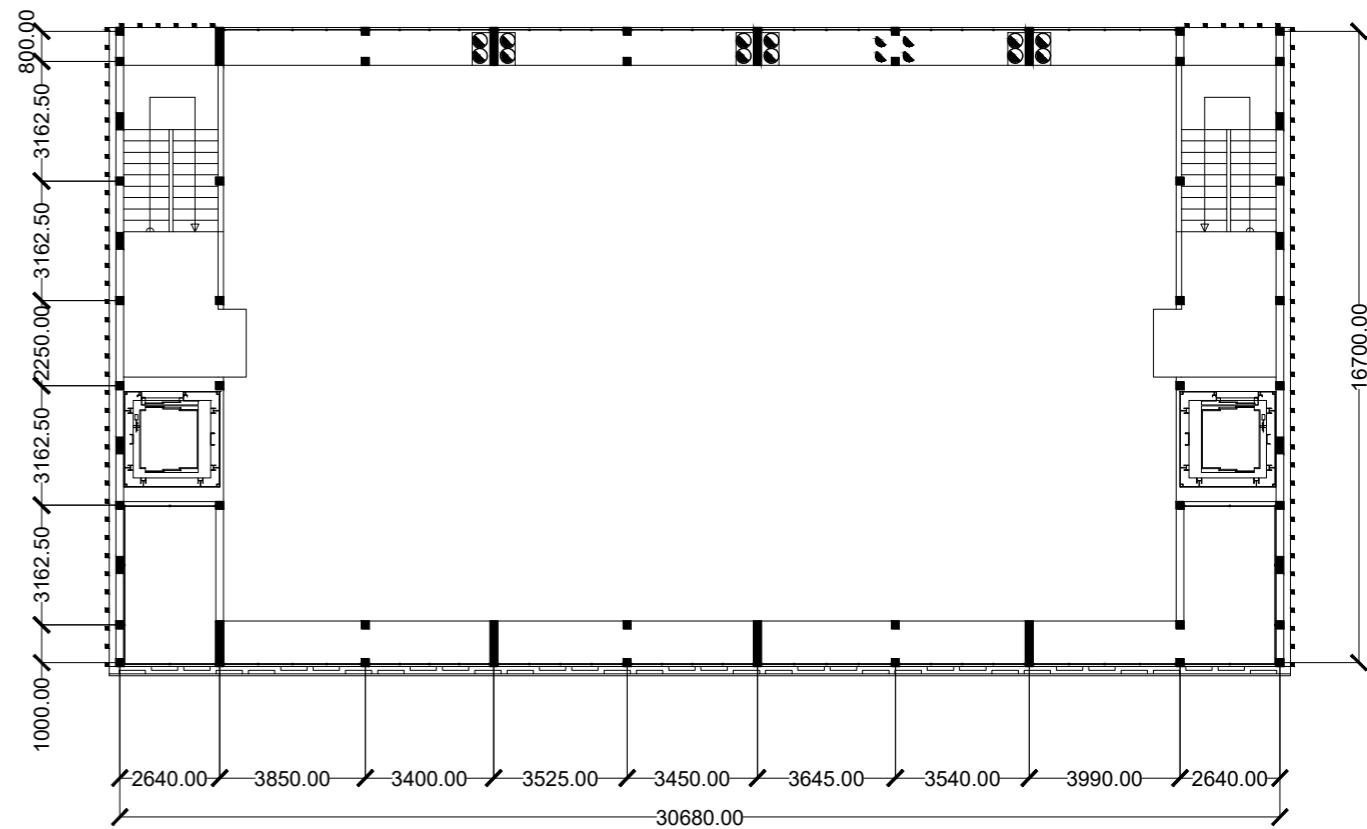


PIANO IV 1:200

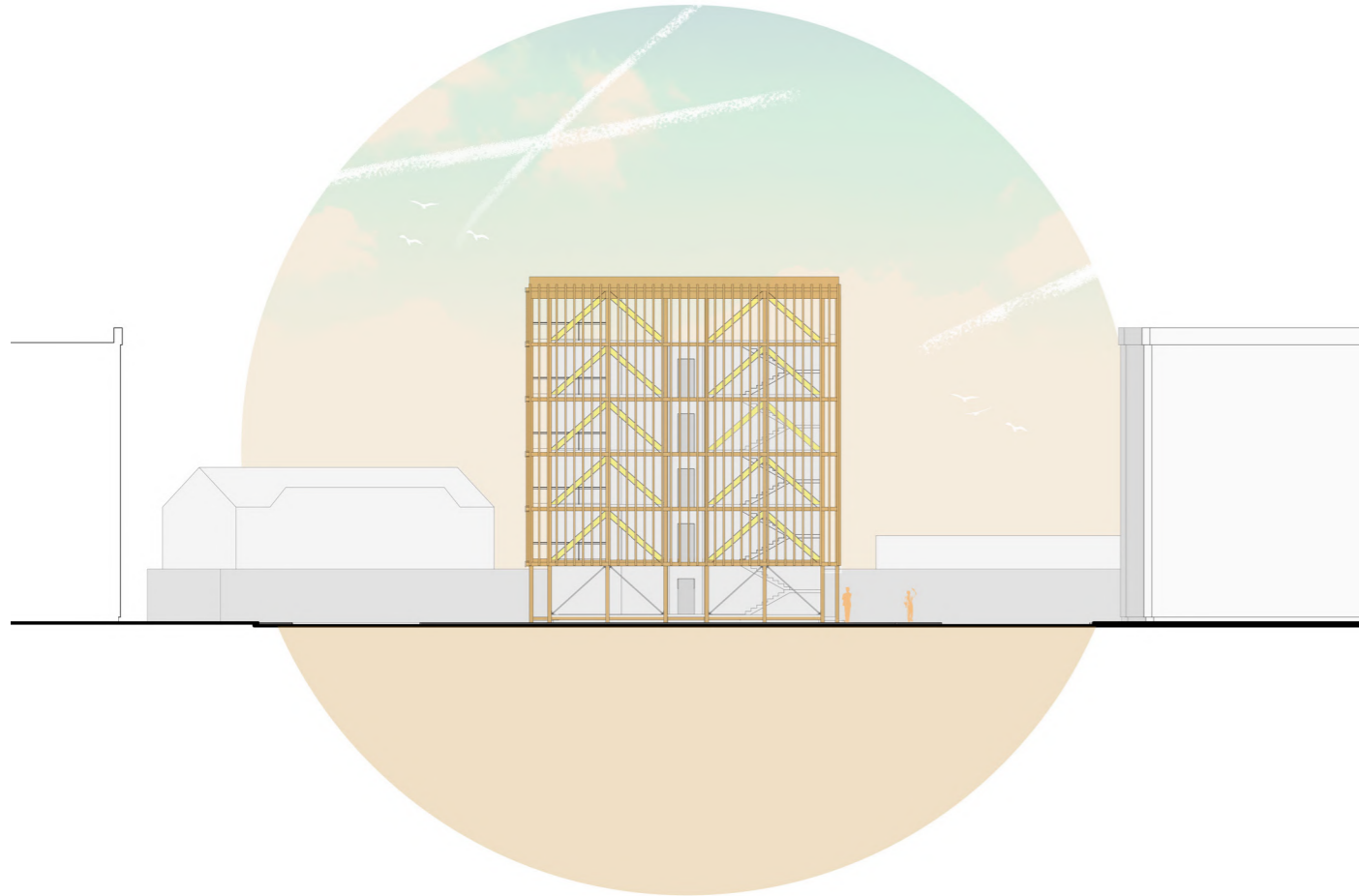




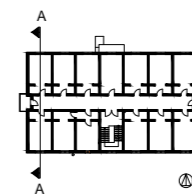
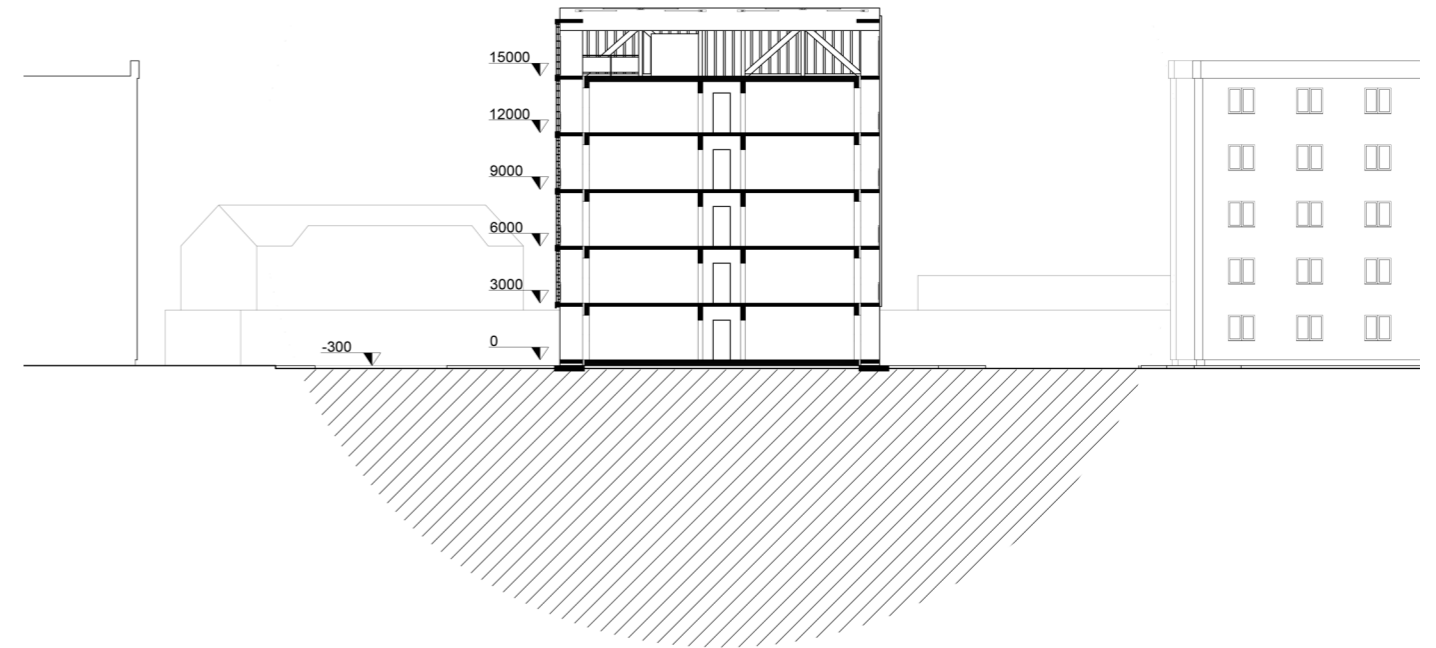
PIANO V 1:200



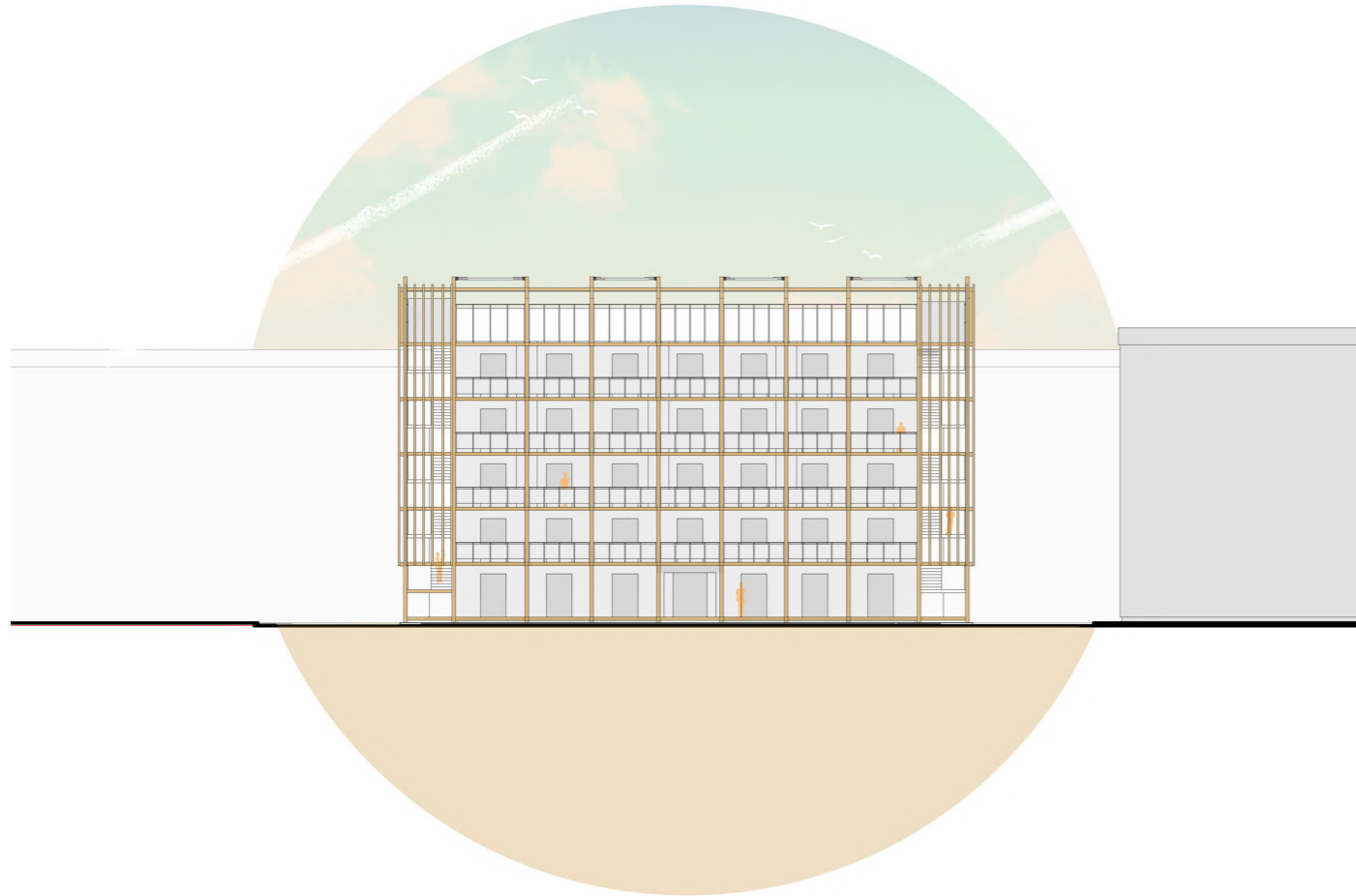
PROSPETTO EST



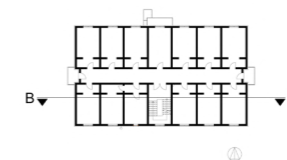
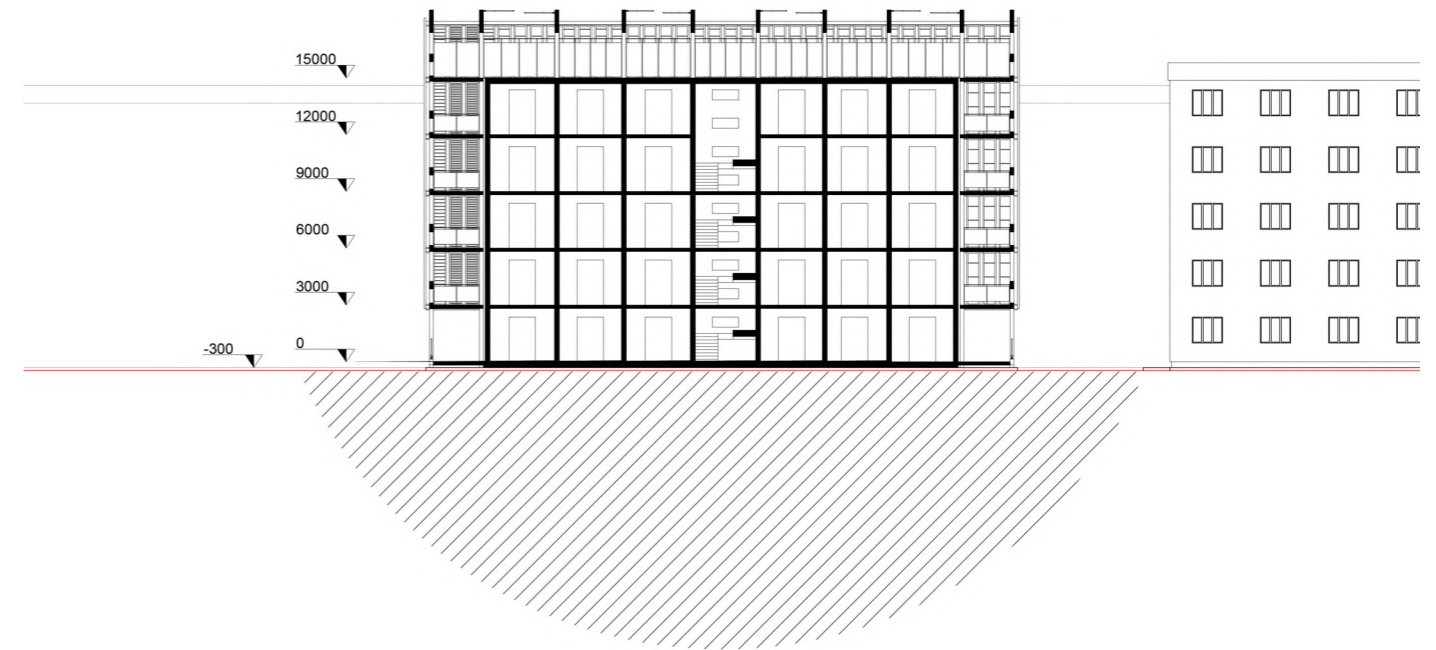
SEZIONE A-A



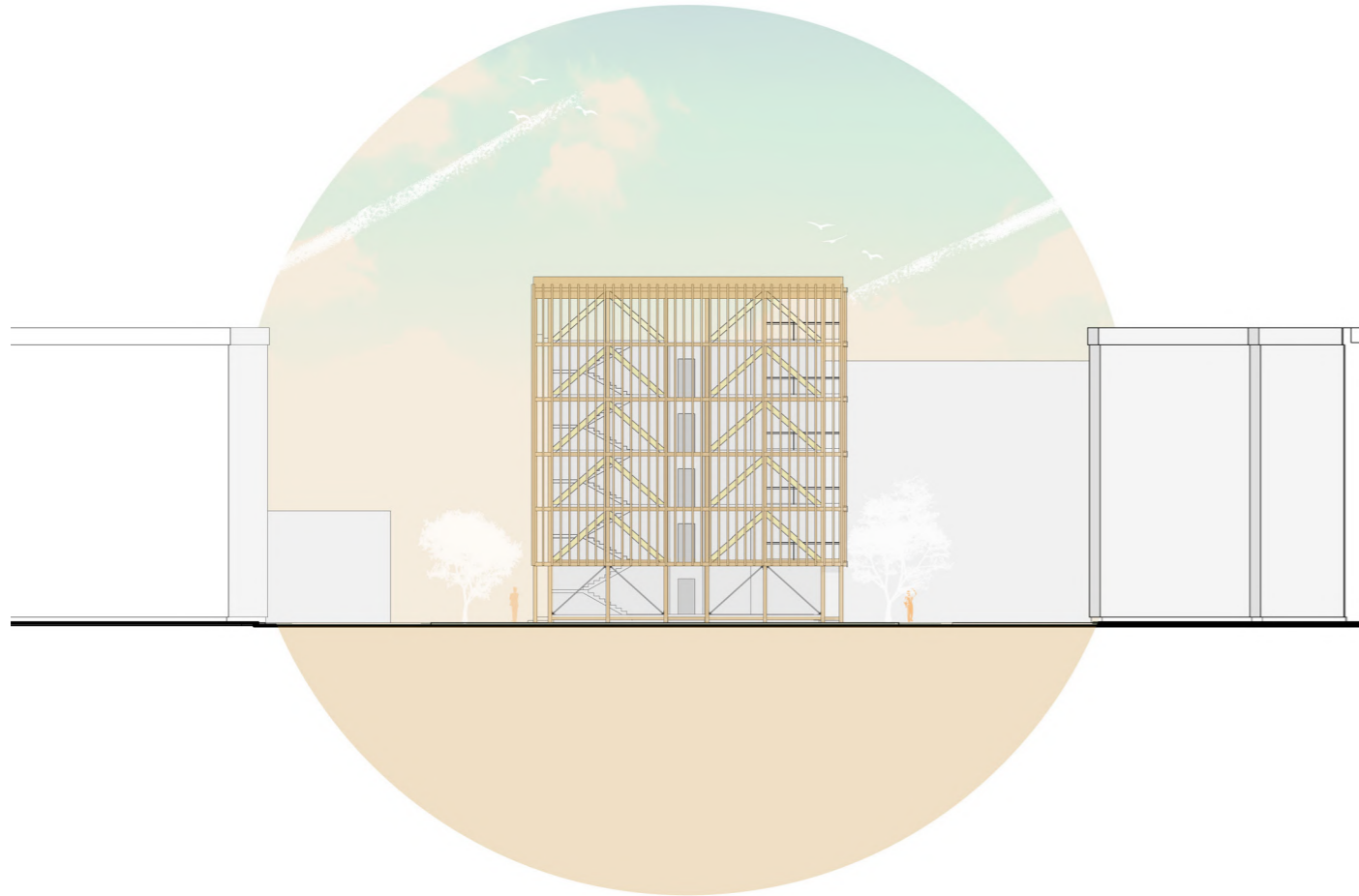
PROSPETTO NORD



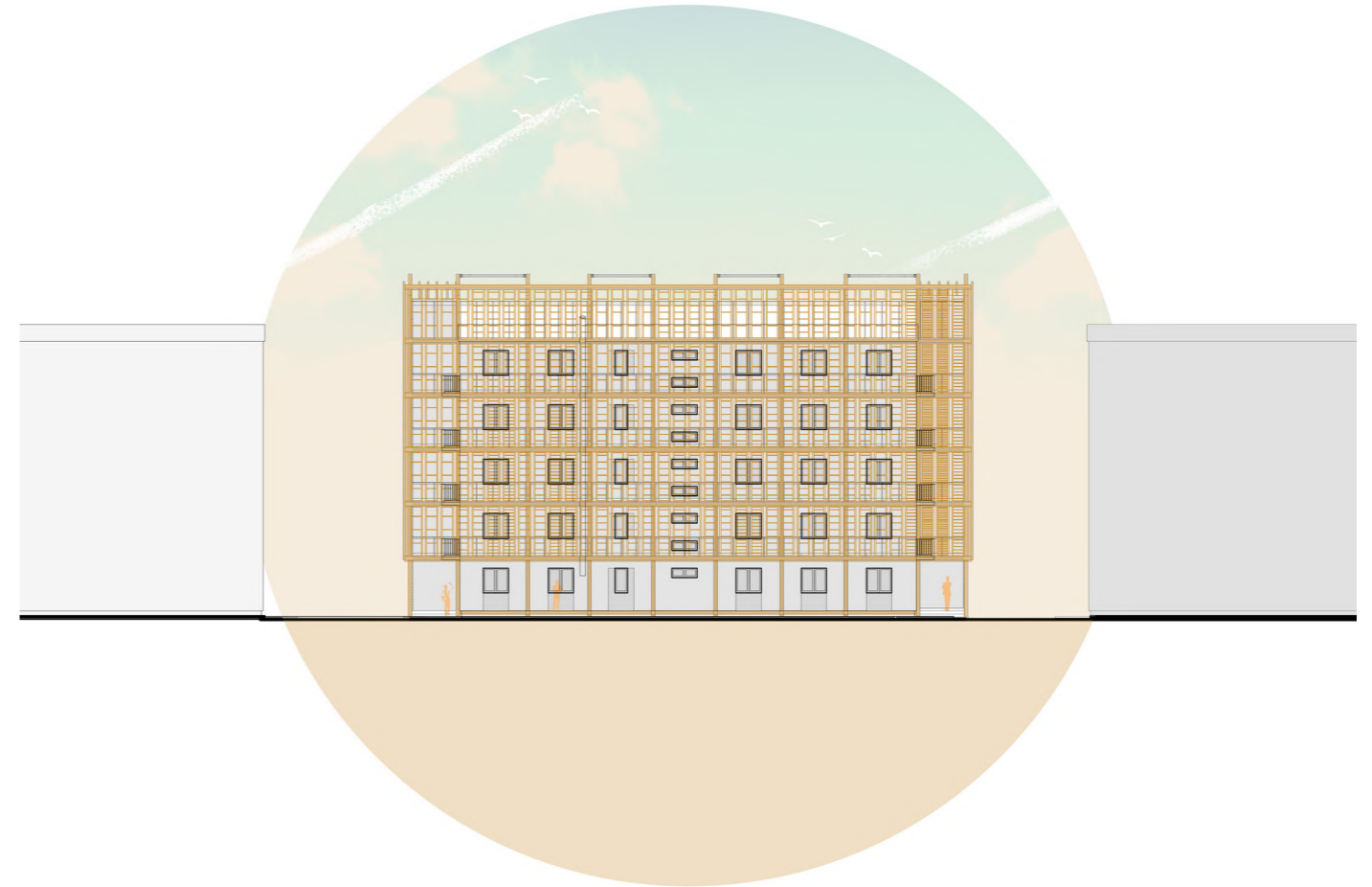
SEZIONE B-B



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



Viste



Terrazzo

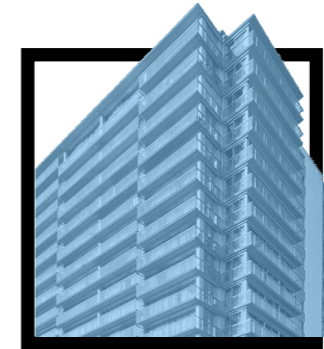


Balconi



Esterno

C.



Conclusioni

Il lavoro di ricerca e progetto presentato si è posto come obiettivi principali i tre temi alla guida del programma Pro-GET-onE: miglioramento energetico, strutturale e di valore del manufatto. Le soluzioni proposte sono state elaborate nel pieno rispetto delle suddette finalità, senza tralasciare i criteri di attuabilità tecnica ed economica.

Di fondamentale importanza è stata l'analisi dell'edificio, che ha permesso di conoscere tutti i limiti e le potenzialità proprie del fabbricato allo stato di fatto.

Infatti, nella fase di analisi è emerso che l'edificio è costituito da elementi prefabbricati riconducibili ad una tipologia molto diffusa negli anni '70 in Romania (T770). Questa scoperta ha indirizzato la ricerca verso la creazione di un metodo applicabile ad altri edifici simili in tutto lo Stato.

Il cambio d'uso dettato dal brief di progetto ha portato alla redazione di due proposte di redistribuzione degli ambienti, che differiscono per invasività d'intervento e applicabilità.

La condizione strutturale dello stato di fatto ha influito in particolare sulla scelta degli interventi. La poca conoscenza della tipologia dei solai ha portato alla scelta dell'intervento meno invasivo sull'esistente, mentre la condizione strutturale dell'edificio, in ottimo stato, ha escluso la

componente strutturale del GET spostando l'interesse su altri temi della ricerca.

Il volume aggiuntivo che avvolge l'edificio esistente è stato progettato prestando grande attenzione al tema della luce e della sostenibilità. L'analisi della luce naturale tramite tecnologia BIM ha portato alla divisione del progetto in due parti, alle quali sono stati applicati metodi differenti d'intervento.

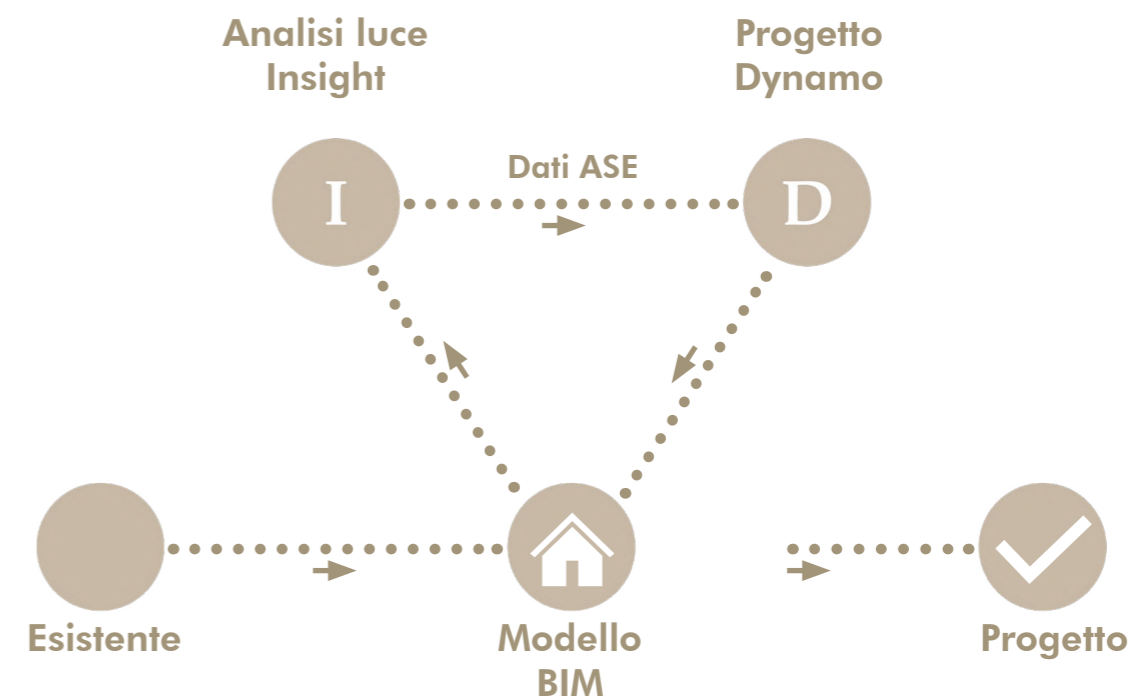
Nello specifico, per la facciata Sud si è cercato un metodo di ottimizzazione di schermatura solare attraverso un algoritmo di Grasshopper, mentre per la facciata Nord si è fatto ricorso a tecnologie di canalizzazione della luce.

In conclusione, il progetto è stato portato a termine mettendone al centro il tema della luce e il tema della valorizzazione dell'edificio e, quindi, valorizzando due dei tre obiettivi prefissati.

Sviluppi futuri

Nella redazione della tesi sono emerse diverse possibilità per ampliare questo lavoro di ricerca. Una di queste prende spunto da una delle linee guida di progetto: il tema della schermatura solare. Il tema viene analizzato esclusivamente per la facciata Sud analizzando elementi di schermatura di una sola tipologia. Un passaggio successivo sarebbe studiare edifici esposti anche ad Est e ad Ovest per completare il metodo di controllo allargandolo a tutte le esposizioni.

Sempre per il progetto della facciata Sud, il metodo utilizzato prevede un percorso in linea retta. Partendo dall'analisi BIM, per poi passare al progetto su Grasshopper arrivando infine a un modello. Il modello potrebbe essere implementato attraverso l'uso esclusivo di piattaforme BIM introducendo software come Dynamo. Così facendo il percorso si arricchirebbe di un possibile passaggio importante ovvero la verifica diretta attraverso il programma BIM senza passaggi intermedi.



Bibliografia

[1] *HORIZON 2020 - in brief, The EU Framework Programme for Research and Innovation*, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2014

[2] *A European Project for Safer and Energy Efficient Buildings: Pro-GET-onE (Proactive Synergy of integrated Efficient Technologies on Buildings' Envelopes)*, Annarita Ferrante, Giovanni Mochi, Giorgia Predari, Lorenzo Badini, Anastasia Fotopoulou, Riccardo Gulli and Giovanni Semprini, Sustainability, March 2018

[3] *PLUS - Les grands ensembles de logements - Territoires d'exception* - Druot, Lacaton & Vassal, France, 2004

[4] *For a rationalized refurbishment of the 1960s-70s towers: the Core-Skin-Shell concept*, L. Arantes, P. Rollet, O. Baverel & D. Quenard, ResearchGate, September 2010.

[5] *The 2013 European Seismic Hazard Model: key components and results*, Jochen Woessner, Danciu Laurentiu, Domenico Giardini, Helen Crowley, Fabrice Cotton, Gottfried Grünthal, Gianluca Valensise, Ronald Arvidsson, Roberto Basili, Mine Betül Demircioglu, Stefan Hiemer, Carlo Meletti, Roger W. Musson, Andrea N. Rovida, Karin Sesetyan, Massimiliano Stucchi, The SHARE Consortium, CrossMark, July 2015

[6] *Steel Structure Apartment Extensions for Existing Large Prefabricated Panel Collective Dwellings*, Miodrag Popova, Adrian Dogariub, Daniel Greceab, Viorel Ungureanu, Mircea Georgescu, World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, 2016

[7] *HOUSING REPORT Precast concrete panel apartment buildings*, Maria D. Bostenaru, Ilie Sandu, Sos - World Housing Encyclopedia an Encyclopedia of Housing Construction in Seismically Active Areas of the World

[8] *Clima Romaniei*, Administratia Nationala de Meteorologie, Academiei Romane, Bucharest 2008

[9] *Adaptive Design of Large Prefabricated Concrete Panels Collective Housing*, Daniel M. Muntean, Viorel Ungureanu, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Architectural and Environmental Engineering Vol:11, No:3, 2017

[10] *Integrated energy efficient cooling solutions for large prefabricated panels collective dwellings from the 1970s*, Marius Adam, Daniel M. Muntean, Miodrag Popov, Daniel Grecea and Viorel Ungureanu

