UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

CORSO DI LAUREA IN

.....SCIENZE....DELL'ARCHITETTURA.....

TITOLO DELLA TESI

.DISPOSITIVI...ARCHITETTONICI..DI..SOSTENIBILITÀ.....
.A..REALIZZARE....POETICA:..DISPOSITIVO...ENERGETICO...
..NELLA...CASA...RUDIN..DI..HERZOG..E..DE..MEURON.....

Laureando/a

Nome FEDERICA TOPPESI

Firma .....

Relatore

Nome .....

Firma .....

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

SIMONE...PORFIRI.....ANNA...RITA...VETTEI.....

.....

ANNO ACCADEMICO

.....2023/2024.....



DISPOSITIVI ARCHITETTONICI DI SOSTENIBILITA' A REAZIONE POETICA

1. CONCEPT

Negli ultimi decenni, l'architettura sostenibile ha guadagnato un'elevate importanza, grazie alla consapevolezza dei problemi ambientali e alla necessità di ridurre l'impatto delle costruzioni sul pianeta.
Un aspetto chiave di questa tendenza è **l'integrazione di dispositivi energetici sostenibili nelle strutture architettoniche**. Tuttavia, questi dispositivi vengono percepiti il più delle volte come elementi puramente funzionali, senza una vera considerazione per il loro impatto estetico.

In questo workshop il focus è stato proprio quello di **restituire a tali dispositivi un'essenza estetica** che li renda non solo efficienti dal punto di vista energetico, ma anche piacevoli alla vista e integrati armoniosamente nell'ambiente costruito.

Il caso studio di riferimento preso in esame è la **Casa Rudin**, una residenza unifamiliare progettata dallo studio di architettura Herzog & de Meuron, situata a Leymen, in Francia, vicino al confine con la Svizzera, completata nel 1997. Herzog & de Meuron hanno concepito la Casa Rudin con l'obiettivo di integrare l'architettura nel paesaggio circostante, creando una struttura che risponda al contesto naturale e culturale.
La casa presenta una struttura moderna e minimalista, con un volume rettangolare sormontato da un tetto a falde, un richiamo alle tipiche case rurali della regione, caratterizzata da ampie finestre che permettono un'abbondante illuminazione naturale e una connessione visiva con l'ambiente circostante.

2. STRATEGIE PROGETTUALI

Il sistema progettato combina la realizzazione di due serre bioclimatiche con dei condotti di ventilazione di collegamento all'edificio, due vasche per la raccolta dell'acqua piovana collegate ad una pompa di calore.
Le strategie progettuali sostenibili e bioclimatiche che ho eseguito creano un **sistema efficiente di gestione energetica e ambientale** in grado di migliorare il confort abitativo, promuovere un risparmio energetico, una riduzione dell'impatto ambientale, diventate sempre più rilevanti nell'architettura contemporanea.

3. LA SERRA BIOCLIMATICA

La serra bioclimatica rappresenta una struttura architettonica, progettata per sfruttare i principi della bioedilizia e dell'energia solare passiva al fine di migliorare l'efficienza energetica dell'edificio.
Svolge una duplice funzione, in inverno permette l'ingresso della luce solare, riscaldando l'aria interna, in estate permette il controllo della temperatura gestendo i flussi dell'aria.

Il funzionamento delle serre bioclimatiche si basa su principi di fisica e ingegneria, tra i quali:
- L'effetto serra: l'energia solare entra all'interno attraverso le superfici trasparenti (vetri temperati e il vetro a bassa emissività, studiati appositamente per trattenere dentro la struttura il calore avendo bassi valori di dispersione) e viene assorbita dai materiali interni (materiali detti termici come la pietra o piastrelle ceramiche) e rilasciata sotto forma di calore.
Altri materiali che compongono la serra sono alluminio, utilizzato per la struttura portante della serra, combinato all'acciaio per aumentarne la resistenza strutturale, soprattutto in aree soggette a carichi di neve o vento elevati.
- Convezione naturale: l'aria riscaldata all'interno della serra sale naturalmente e può essere convogliata verso l'edificio attraverso condotti.
- Accumulo termico: Utilizzo di materiali con alta capacità termica che possono accumulare calore durante il giorno e rilasciarlo lentamente durante la notte.

4. CONNESSIONE SERRA - EDIFICIO

Ci sono vari modi per integrare le serre all'edificio, attraverso una connessione diretta, cioè costruita adiacente all'edificio; attraverso dei condotti d'aria, che consentono il trasferimento dell'aria calda dalla serra agli ambienti interni dell'edificio oppure attraverso i sistemi di ventilazione meccanica.

4.1 FUNZIONAMENTO DEI CONDOTTI DI VENTILAZIONE

Per migliorare la connessione tra la serra e l'edificio e per ridurre le perdite di calore aumentando così l'efficienza complessiva del sistema di riscaldamento ho progettato dei tubi o condotti di ventilazione, che rappresentano dei sistemi costruiti da vari elementi tra i quali:
- Condotti di aspirazione: permettono di aspirare l'aria calda generata nella serra;
- Condotti di distribuzione: distribuiscono in modo uniforme l'aria calda negli ambienti interni;
- Ventilatori o pompe di calore: dispositivi che aiutano a convogliare l'aria calda attraverso i condotti;
- Valvole di regolazione: controllano il flusso d'aria, migliorandone la qualità e riducendo l'umidità, mantenendo una temperatura costante all'interno dell'edificio.

5. VASCHE PER LA RACCOLTA DELL'ACQUA PIOVANA

Come possiamo vedere dal masterplan ho eseguito un prolungamento dei setti portanti dell'abitazione creando degli spazi adiacenti ad essa ombreggiati e tra i 4 setti ho inserito le vasche per la raccolta dell'acqua piovana, collegate a delle pompe di calore, migliorando l'efficienza energetica. L'acqua raccolta può essere utilizzata per l'irrigazione, l'uso domestico e come sistema di raffreddamento o riscaldamento durante rispettivamente i mesi estivi e i mesi invernali.

5.1 INTEGRAZIONE CON LE POMPE DI CALORE

Le pompe di calore sono dei dispositivi che trasferiscono calore da una sorgente fredda ad una sorgente calda, utilizzando un piccolo quantitativo di energia esterna, spesso utilizzate per riscaldare e raffrescare gli edifici e produrre acqua sanitaria.
Le pompe di calore combinate con le vasche per la raccolta dell'acqua sono di due tipologie:
- Tipologia acqua-aria: cioè sistemi che trasferiscono il calore dall'aria esterna all'acqua utilizzata per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria;
- Tipologia acqua-acqua: dove utilizza l'acqua di falda o di superficie come sorgente di calore.

Il meccanismo di questa combinazione segue delle fasi ben precise, per prima cosa l'acqua piovana viene raccolta attraverso le vasche, per poi passare attraverso uno scambiatore di calore, dove cede il calore al refrigerante, che a sua volta assorbe il calore dall'acqua e continua il ciclo standard di evaporazione, compressione, condensazione ed espansione, ed infine il calore viene distribuito attraverso il sistema di riscaldamento dell'edificio o utilizzato per produrre acqua calda sanitaria.

6. SINERGIA DEL SISTEMA INTEGRATO: FUNZIONAMENTO COMPLESSIVO

Il sistema integrato della serra bioclimatica collegata ai condotti di ventilazione e della vasca per la raccolta dell'acqua piovana combinata alla pompa di calore funziona come segue:
- Assorbimento del calore solare: la serra bioclimatica cattura l'energia solare e riscalda l'aria interna.
- Trasferimento dell'aria calda: l'aria calda viene convogliata attraverso i tubi di ventilazione verso l'interno della casa.
- Raccolta dell'acqua piovana: l'acqua viene raccolta e stoccata nella vasca.
- Uso della pompa di calore: utilizza l'acqua raccolta per trasferire calore all'abitazione.
- Distribuzione del calore: il calore viene distribuito attraverso il sistema di riscaldamento interno.

SAAD - Scuola di Ateneo Architettura e Design “Eduardo Vittoria”- Università di Camerino a.a. 2023/2024

Workshop pre-laurea in progettazione architettonica prof. Ludovico Romagni

Tutor: Simone Porfiri, Anna Rita Vellei, Alessandra Virgili, Leonardo Seri

DISPOSITIVI ARCHITETTONICI DI SOSTENIBILITA’ A REAZIONE POETICA

Studente: Torresi Federica

Titolo: Herzog e de Meuron “casa Rudin”

1

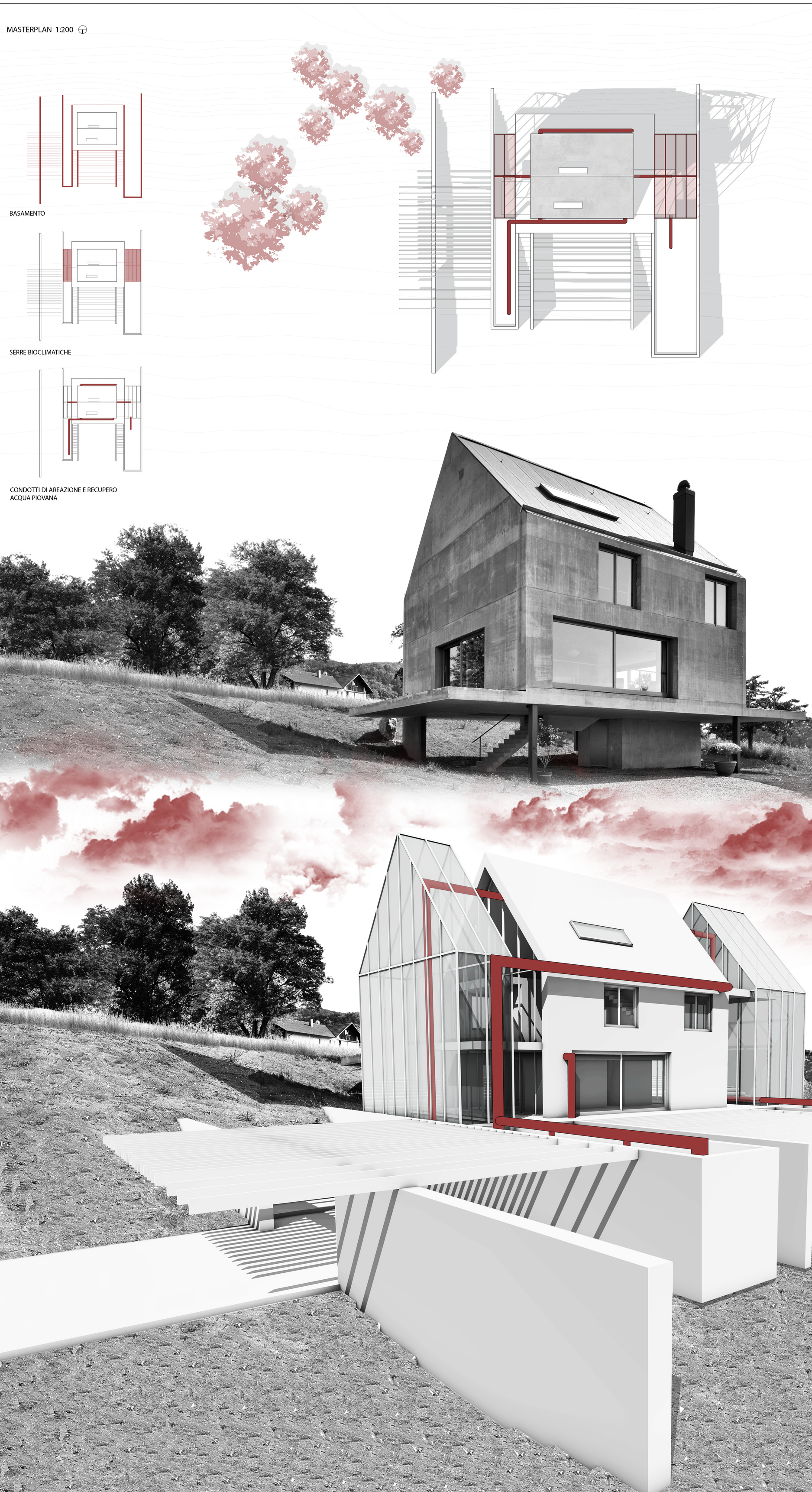


MASTERPLAN 1:200

BASAMENTO

SERRE BIOCLIMATICHE

CONDOTTI DI AREAZIONE E RECUPERO
ACQUA PIOVANA





SAAD - Scuola di Ateneo Architettura e Design “Eduardo Vittoria”- Università di Camerino a.a. 2023/2024

Workshop pre-laurea in progettazione architettonica prof. Ludovico Romagni

Tutor: Simone Porfiri, Anna Rita Vellei, Alessandra Virgili, Leonardo Seri

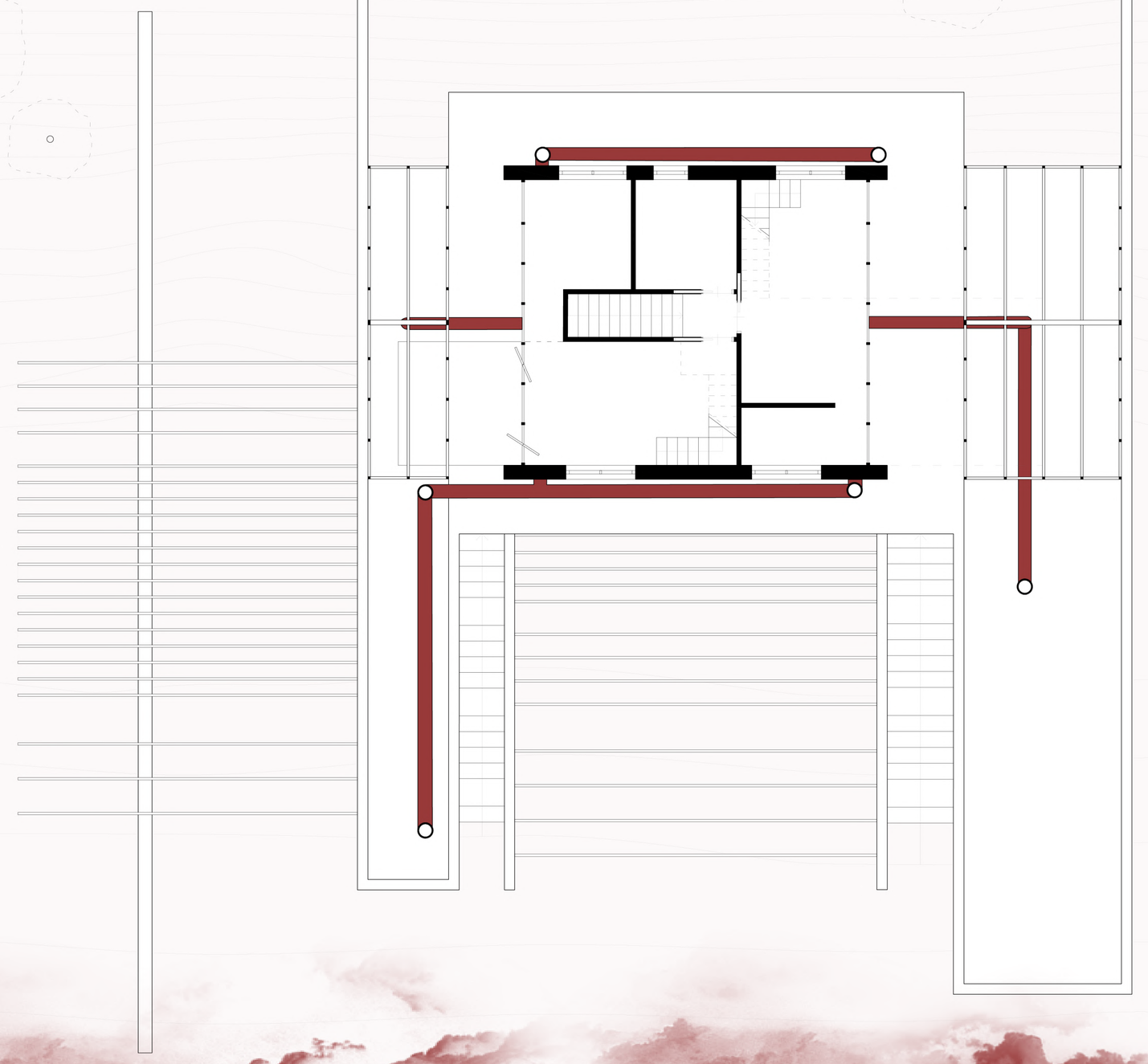
DISPOSITIVI ARCHITETTONICI DI SOSTENIBILITA’ A REAZIONE POETICA

Studente: Torresi Federica

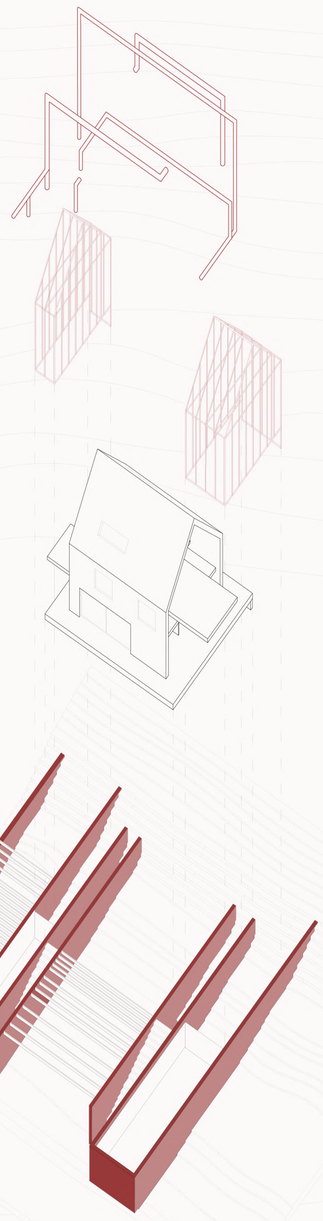
Titolo: Herzog e de Meuron “casa Rudin”

2





PIANTA 1:100



ESPLOSO



PROSPETTO NORD



SEZIONE PROSPETTICA

SAAD - Scuola di Ateneo Architettura e Design “Eduardo Vittoria”- Università di Camerino a.a. 2023/2024

Workshop pre-laurea in progettazione architettonica prof. Ludovico Romagni

Tutor: Simone Porfiri, Anna Rita Vellei, Alessandra Virgili, Leonardo Seri

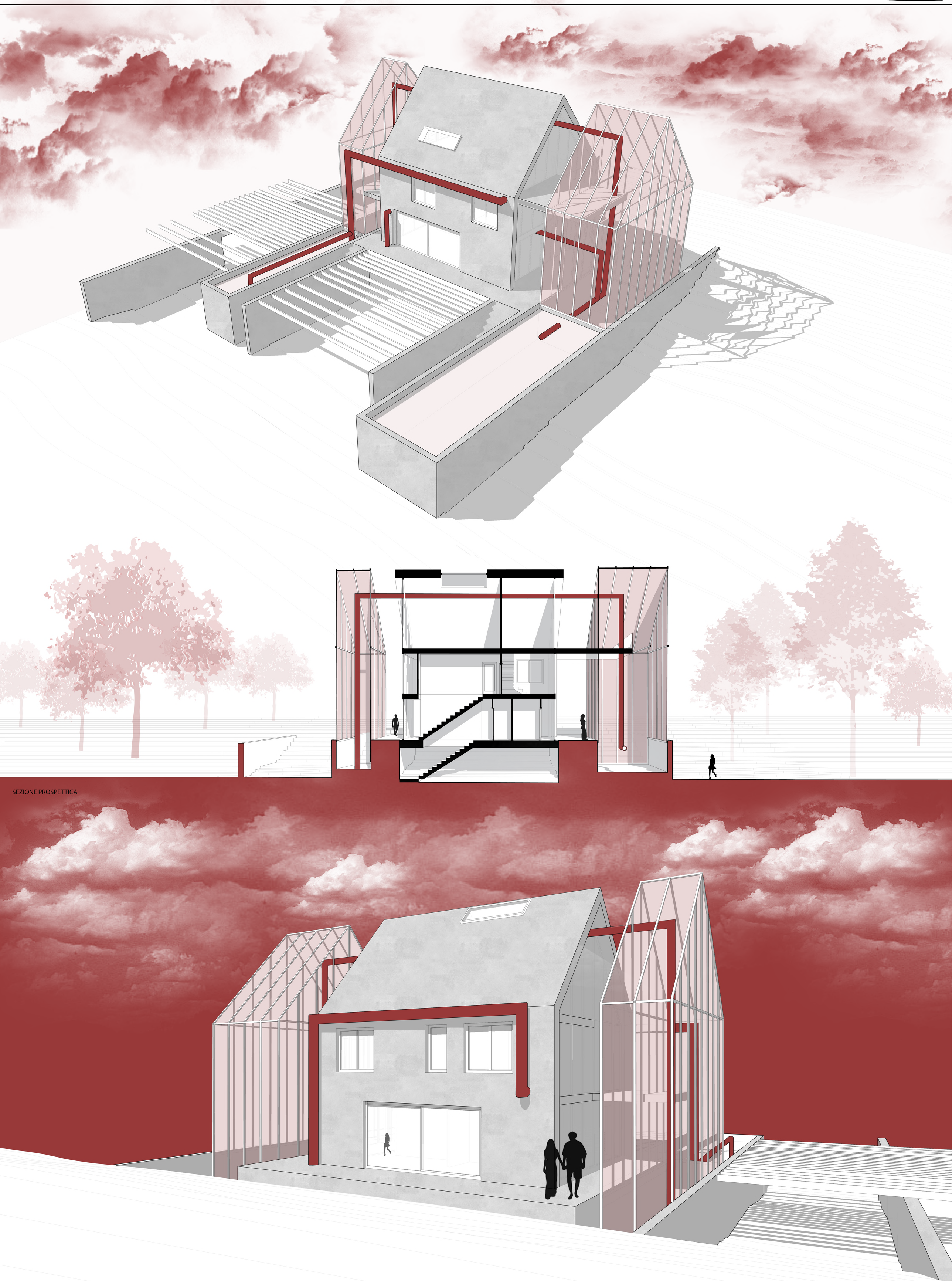
DISPOSITIVI ARCHITETTONICI DI SOSTENIBILITA’ A REAZIONE POETICA

Studente: Torresi Federica

Titolo: Herzog e de Meuron “casa Rudin”

3





SEZIONE PROSPETTICA

SAAD - Scuola di Ateneo Architettura e Design “Eduardo Vittoria”
Università di Camerino a.a. 2023/2024

Corso di laurea in Scienze dell’architettura (L-17)

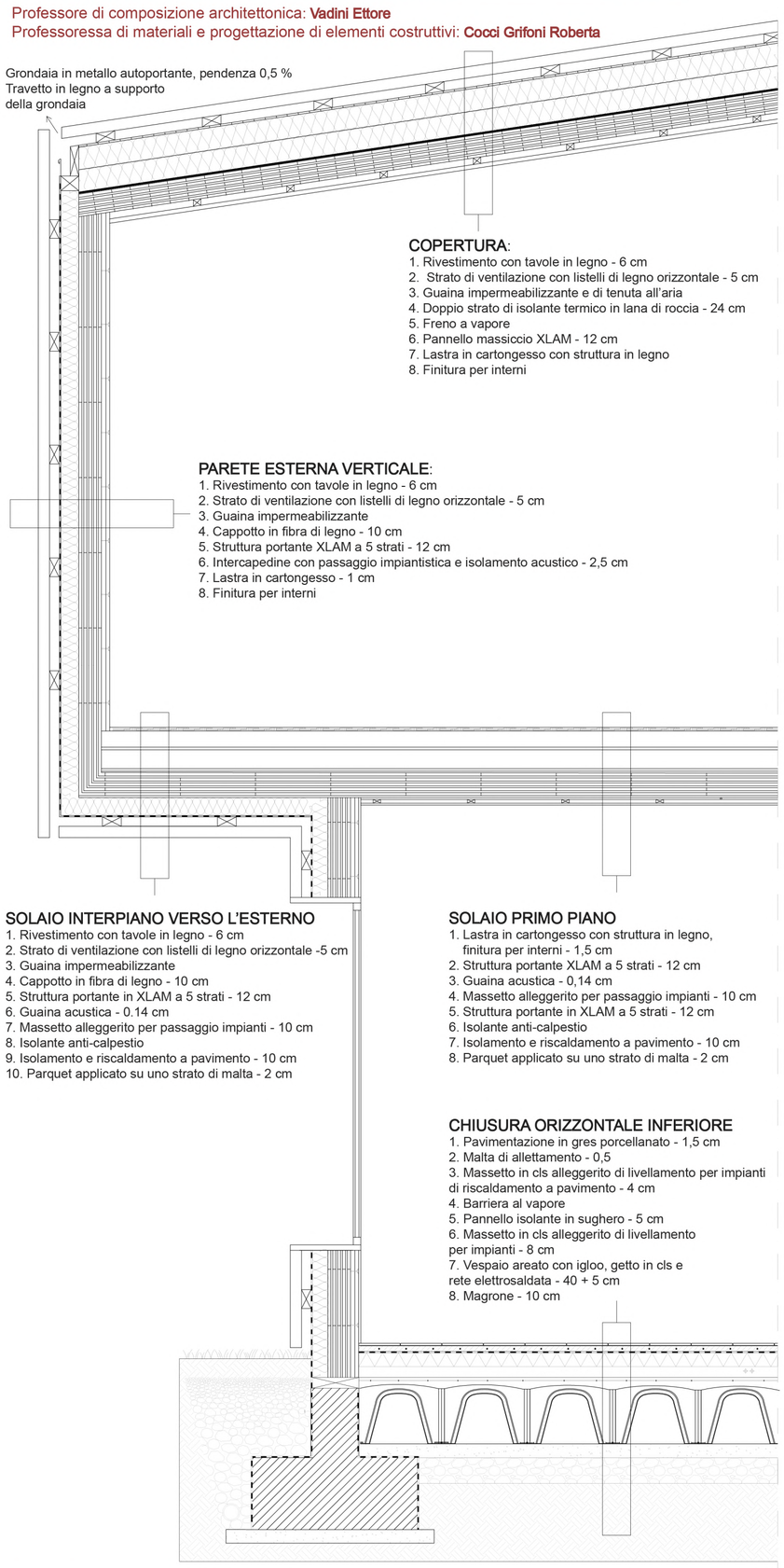
Studente: Torresi Federica
Tavola curriculare

1



Laboratorio di Fondamenti della Progettazione — primo anno

Professore di composizione architettonica: **Vadini Ettore**
Professoressa di materiali e progettazione di elementi costruttivi: **Cocci Grifoni Roberta**



COPERTURA:
1. Rivestimento con tavole in legno - 6 cm
2. Strato di ventilazione con listelli di legno orizzontale - 5 cm
3. Guaina impermeabilizzante e di tenuta all’aria
4. Doppio strato di isolante termico in lana di roccia - 24 cm
5. Freno a vapore
6. Pannello massiccio XLAM - 12 cm
7. Lastra in cartongesso con struttura in legno
8. Finitura per interni

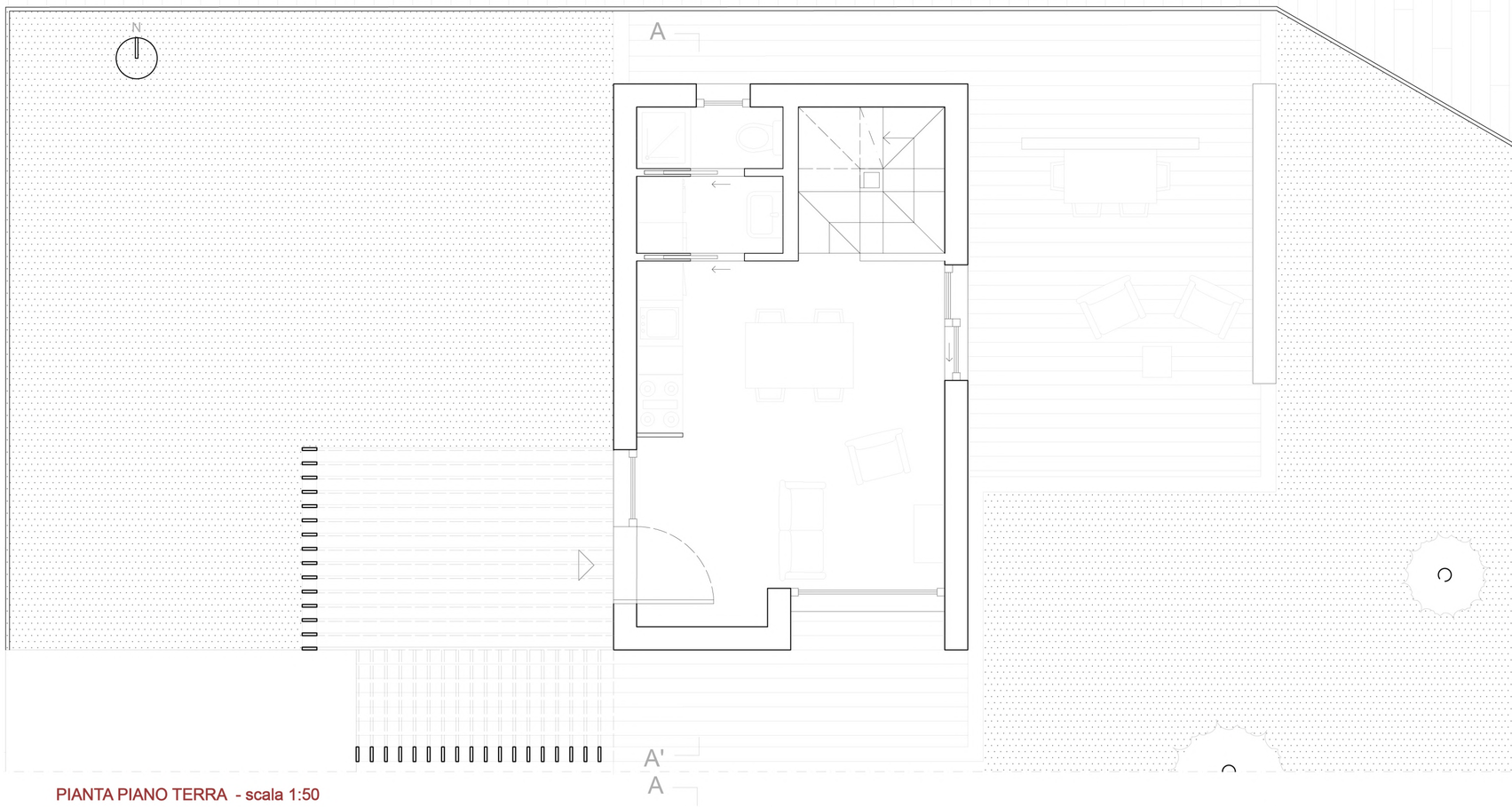
PARETE ESTERNA VERTICALE:
1. Rivestimento con tavole in legno - 6 cm
2. Strato di ventilazione con listelli di legno orizzontale - 5 cm
3. Guaina impermeabilizzante
4. Cappotto in fibra di legno - 10 cm
5. Struttura portante XLAM a 5 strati - 12 cm
6. Intercapedine con passaggio impiantistica e isolamento acustico - 2,5 cm
7. Lastra in cartongesso - 1 cm
8. Finitura per interni

SOLAIO INTERPIANO VERSO L’ESTERNO
1. Rivestimento con tavole in legno - 6 cm
2. Strato di ventilazione con listelli di legno orizzontale -5 cm
3. Guaina impermeabilizzante
4. Cappotto in fibra di legno - 10 cm
5. Struttura portante in XLAM a 5 strati - 12 cm
6. Guaina acustica - 0.14 cm
7. Massetto alleggerito per passaggio impianti - 10 cm
8. Isolante anti-calpestio
9. Isolamento e riscaldamento a pavimento - 10 cm
10. Parquet applicato su uno strato di malta - 2 cm

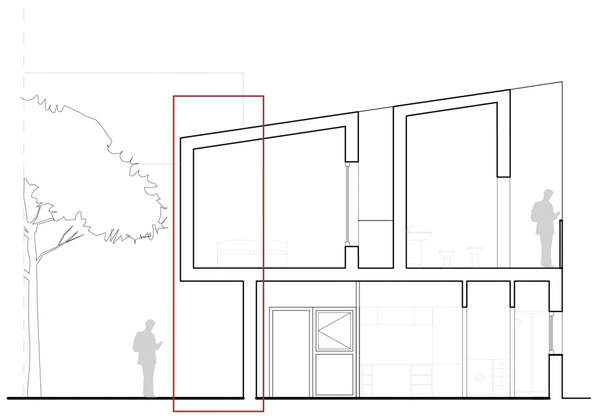
SOLAIO PRIMO PIANO
1. Lastra in cartongesso con struttura in legno, finitura per interni - 1,5 cm
2. Struttura portante XLAM a 5 strati - 12 cm
3. Guaina acustica - 0,14 cm
4. Massetto alleggerito per passaggio impianti - 10 cm
5. Struttura portante in XLAM a 5 strati - 12 cm
6. Isolante anti-calpestio
7. Isolamento e riscaldamento a pavimento - 10 cm
8. Parquet applicato su uno strato di malta - 2 cm

CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE
1. Pavimentazione in gres porcellanato - 1,5 cm
2. Malta di allettamento - 0,5
3. Massetto in cls alleggerito di livellamento per impianti di riscaldamento a pavimento - 4 cm
4. Barriera al vapore
5. Pannello isolante in sughero - 5 cm
6. Massetto in cls alleggerito di livellamento per impianti - 8 cm
7. Vespaio areato con igloo, getto in cls e rete elettrosaldata - 40 + 5 cm
8. Magrone - 10 cm

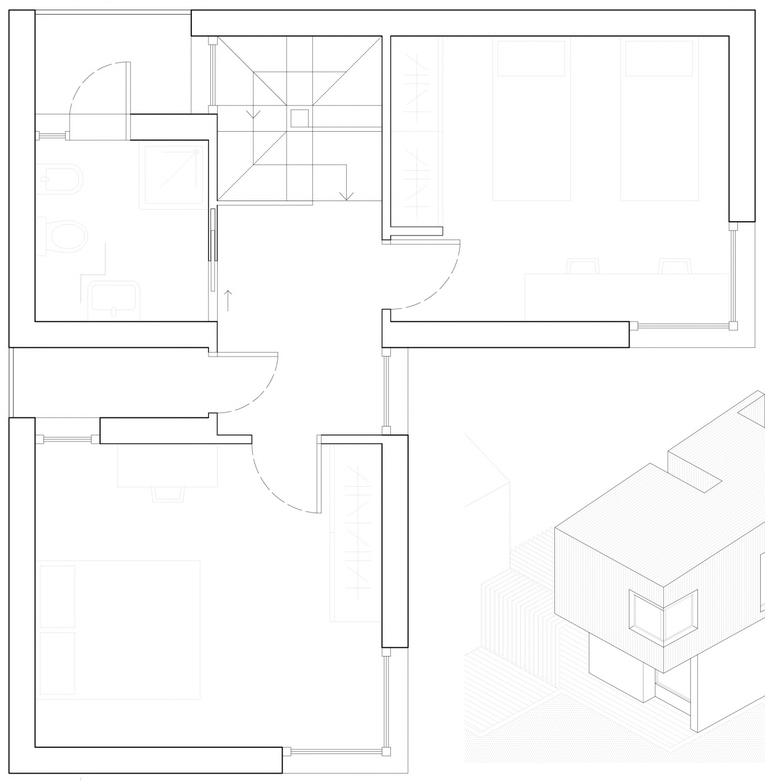
DETTAGLIO COSTRUTTIVO



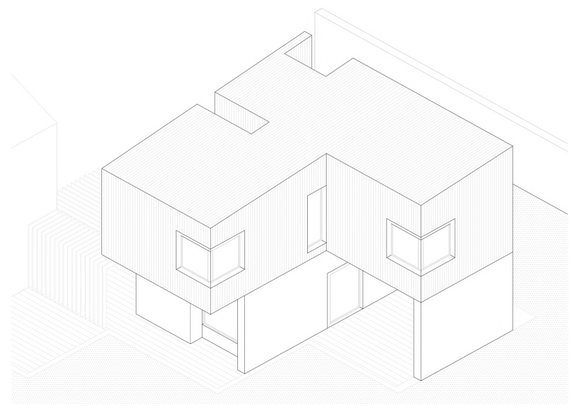
PIANTA PIANO TERRA - scala 1:50



SEZIONE A-A’ - scala 1:100



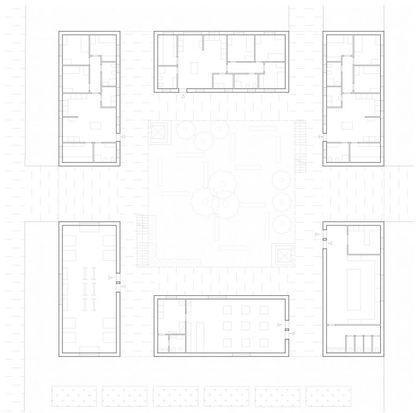
PIANTA PRIMO PIANO - scala 1:50



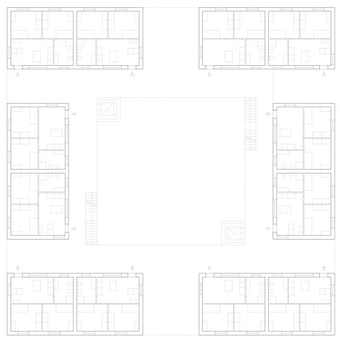
VISTA ASSONOMETRICA DI PROGETTO

Laboratorio di Composizione Architettonica 2 — secondo anno

Professore di composizione architettonica: **Di Lorenzo Latini Luca**



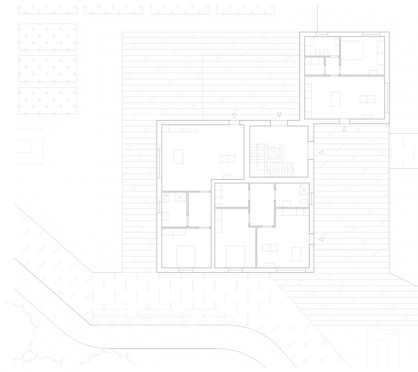
PIANO TERRA
- TIPOLOGIA FUNZIONI: Biblioteca, mensa, bar e lavanderia - 42 mq
- TIPOLOGIA A: Appartamenti per studenti - 42 mq



PIANI SUCCESSIVI
- TIPOLOGIA B: Appartamenti per studenti - 20 mq

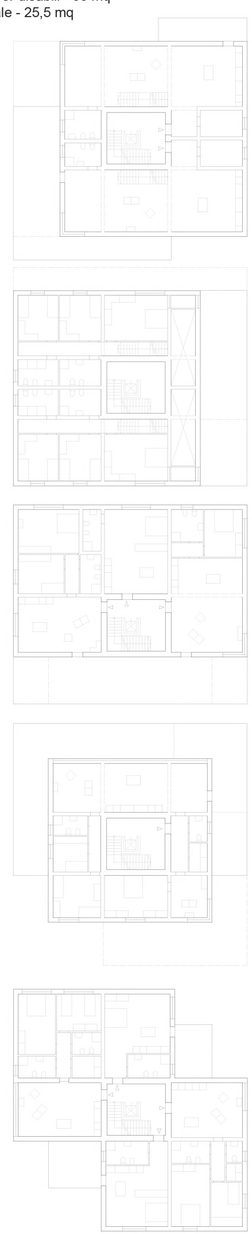


PIANTE TIPO EDIFICIO



PIANO TERRA
- TIPOLOGIA A: App. per disabili - 35 mq
- TIPOLOGIA B: Bilocale - 25,5 mq

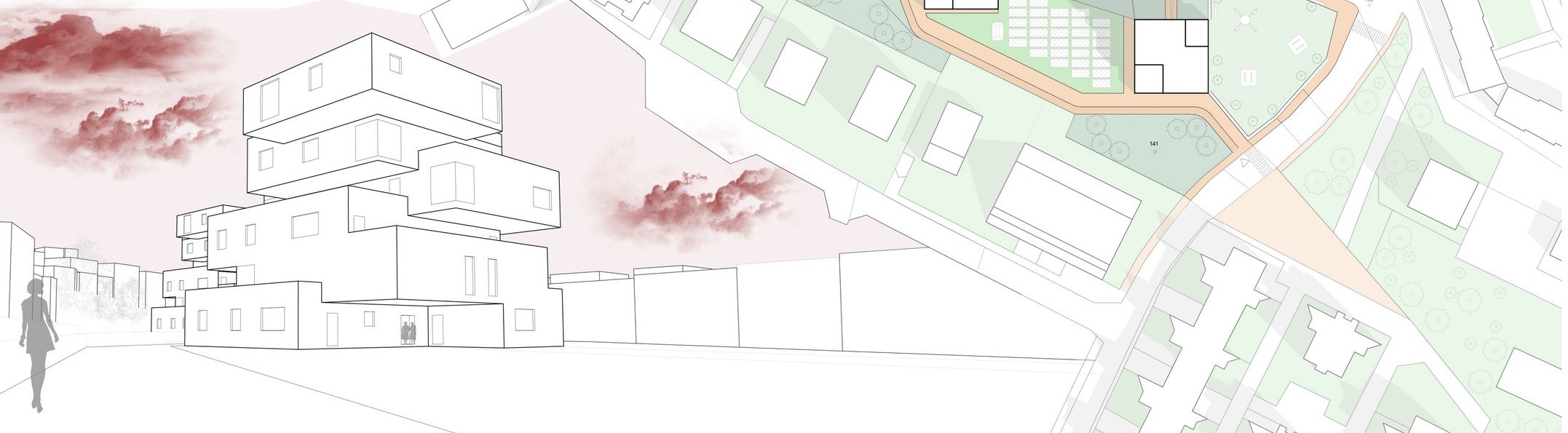
PRIMO E SECONDO PIANO
- TIPOLOGIA C: App. duplex-110mq



TERZO PIANO
- TIPOLOGIA D: Trilocale - 40mq
- TIPOLOGIA E: Monolocale -24 mq
- TIPOLOGIA B: Bilocale - 35 mq

QUARTO PIANO
- TIPOLOGIA F: App. di 70 mq

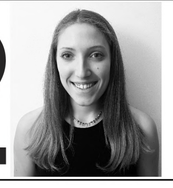
QUINTO PIANO
- TIPOLOGIA F: App. di 120 mq
- TIPOLOGIA E: Monolocale -20 mq



SAAD - Scuola di Ateneo Architettura e Design “Eduardo Vittoria”
Università di Camerino a.a. 2023/2024

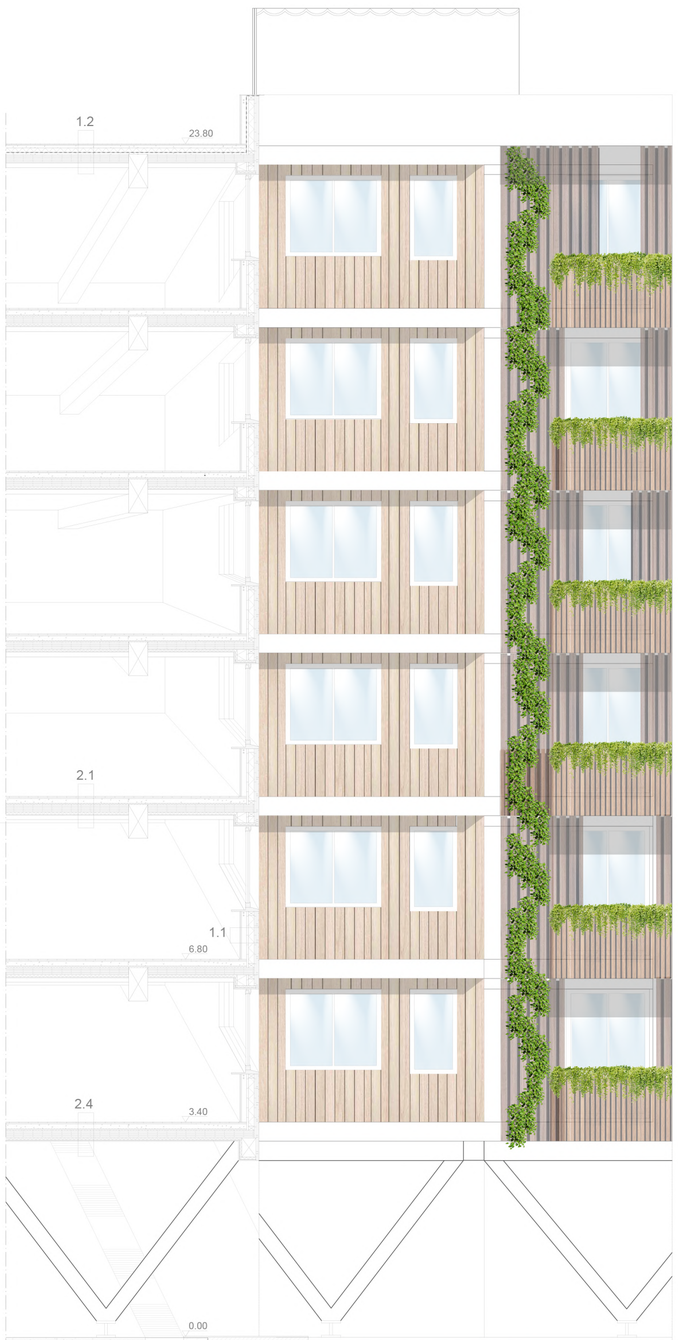
Studente: Torresi Federica
Tavola curriculare

2

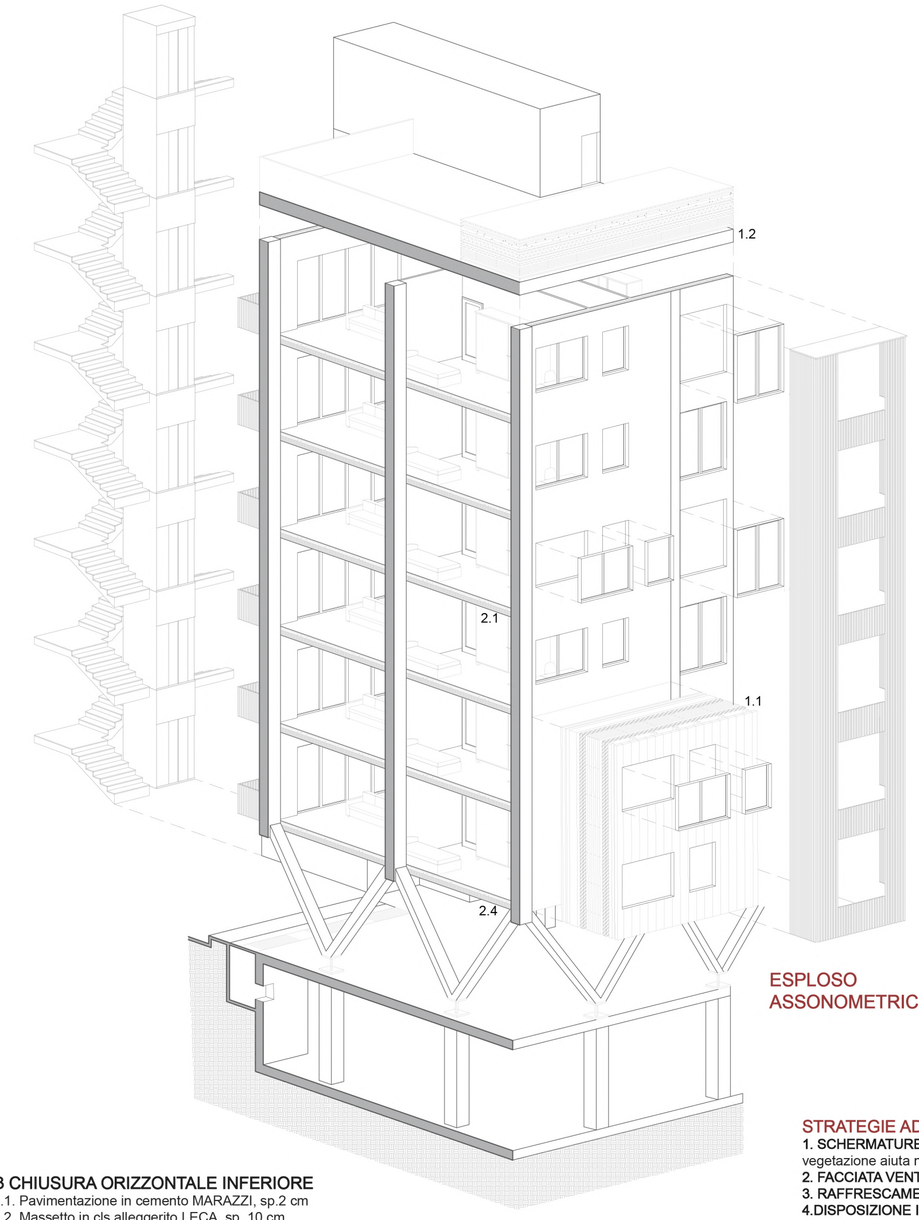


Laboratorio di Costruzione dell’architettura — secondo anno

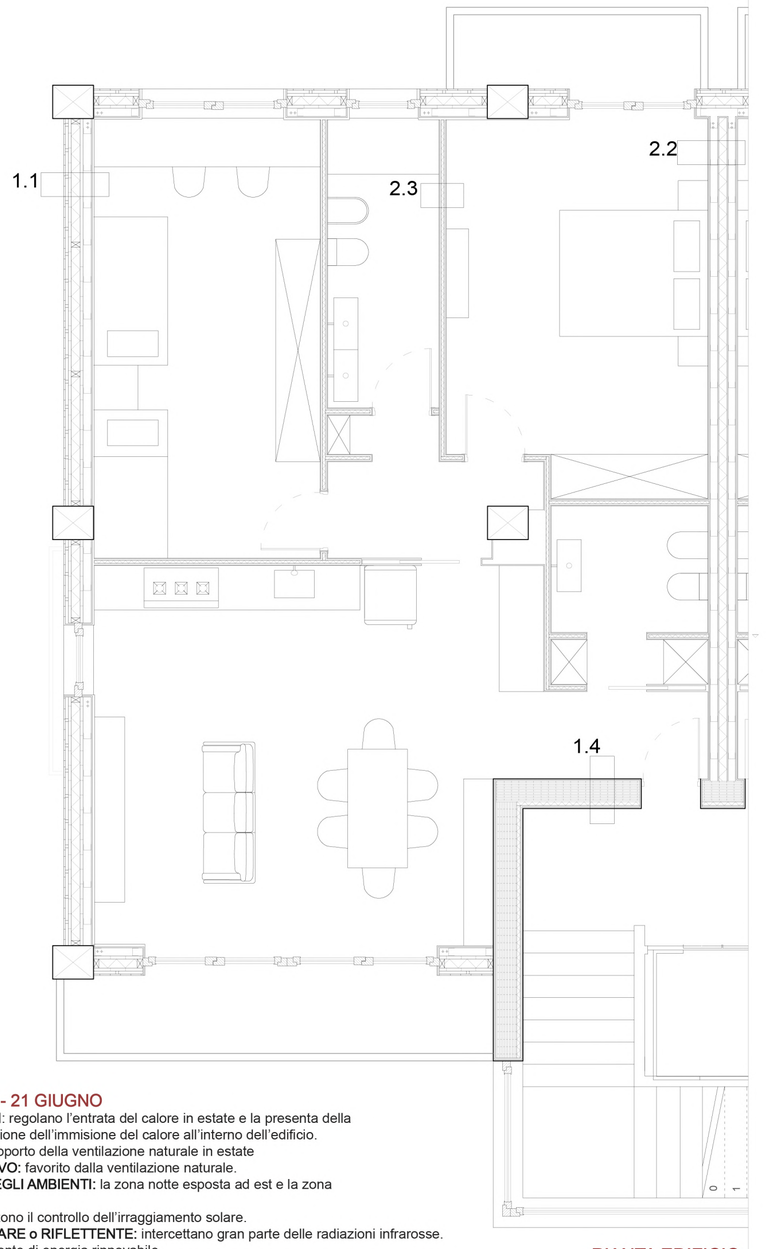
Professore di progettazione dei sistemi costruttivi: **Ruggiero Roberto**
Professore di Dispositivi e sistemi energetico-ambientali: **Viviani Nazzareno**



SEZIONE E PROSPETTO



ESPLOSO ASSONOMETRICO



PIANTA EDIFICIO

LEGENDA:

1. INVOLUCRO
1.1 CHIUSURA VERTICALE
1.1.1. Rivestimento esterno in doghe di legno NOVOWOOD, sp. 2,50 cm
1.1.2. Intercapedine d’aria con sottostruttura per rivestimento, sp. 4 cm
1.1.3. Pannello di chiusura in OSB LIGNOALP, sp. 4 cm
1.1.4. Orditura di legno riempita con lana di vetro ISOVER, sp. 12 cm
1.1.5. Pannello di chiusura on OSB LIGNOALP, sp. 4 cm
1.1.6. Intercapedine per impianti, sp.11 cm
1.1.7. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50

1.3 CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE
1.3.1. Pavimentazione in cemento MARAZZI, sp.2 cm
1.3.2. Massetto in cls alleggerito LECA, sp. 10 cm
1.3.3. Vespaio areato
1.3.4. Magrone in cls magro, sp. 10 cm

1.3 CHIUSURA VERTICALE
1.4.1. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm
1.4.2. Pannelli di CLT DOLOMITI, sp. 28 cm
1.4.3. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 5 cm
1.4.4. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm

2. PARTIZIONI
2.1 PARTIZIONE ORIZZONTALE
2.1.1. Pavimentazione in gres porcellanato MARAZZI, sp. 2 cm
2.1.2. Masetto in cls alleggerito LECA, sp. 3 cm
2.1.3. Massetto in cls alleggerito per impianti LECA, sp. 10 cm
2.1.4. Pannello isolante fonoassorbente per isolamento acustico anti-calpestio LECA, sp. 3 cm
2.1.5. Struttura portante in pannelli di CLT DOLOMITI, sp. 16 cm
2.1.6. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 4 cm
2.1.7. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm

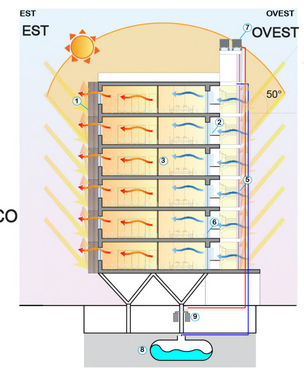
1.2 CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE
1.2.1. Pavimentazione da esterni in gres porcellanato MARAZZI, sp. 1,50 cm
1.2.2. Massetto in cls alleggerito LECA, sp. 3 cm
1.2.3. Calcestruzzo alleggerito LECA, sp. 5 cm
1.2.4. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 8 cm
1.2.5. Barriera al vapore RENOLIT, sp. 1 cm
1.2.6. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 4 cm
1.2.7. Pannelli di CLT DOLOMITI, sp. 16 cm
1.2.8. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm

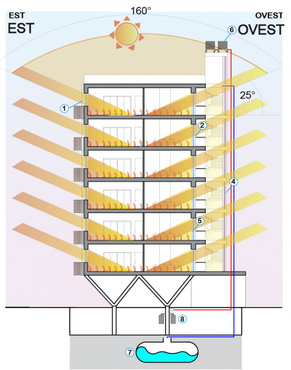
2.2 PARTIZIONE VERTICALE
2.2.1. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm
2.2.2. Intercapedine per impianti, sp. 10 cm
2.2.3. Lastra in cartongesso KNAUF, sp. 1,25 cm
2.2.4. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 11 cm
2.2.4. Lastra in cartongesso KNAUF, sp. 1,25 cm
2.2.5. Intercapedine per impianti, sp. 10 cm
2.2.6. Doppia lastra in cartongesso KNAUF, sp. 2,50 cm

2.3 TRAMEZZATURA
2.3.1. Intonaco di rifinitura in gesso-fibra LECA, sp. 1 cm
2.3.2. Lastra in cartongesso KNAUF, sp. 1,25 cm
2.3.3. Pannello isolante in lana di vetro ISOVER, sp. 5 cm
2.3.4. Lastra in cartongesso KNAUF, sp. 1,25 cm
2.3.5. Intonaco di rifinitura in gesso-fibra LECA, sp. 1 cm

2.4 PARTIZIONE ORIZZONTALE VERSO IL PORTICO
2.4.1. Pavimentazione in gres porcellanato MARAZZI, sp. 2 cm
2.4.2. Massetto in cls alleggerito LECA, sp. 3 cm
2.4.3. Massetto in cls alleggerito per impianti LECA, sp. 10 cm
2.4.4. Pannello isolante fonoassorbente per isolamento acusticoanti-calpestio LECA, sp. 3 cm
2.4.5. Pannelli di CLT DOLOMITI, sp. 16 cm
2.4.6. Pannello isolante in lana di vetro, sp. 4 cm
2.4.7. Doppia lastra in cartongesso, sp. 2,50 cm

STRATEGIE ADOTTATE - 21 GIUGNO
1. SCHERMATURE VERTICALI: regolano l’entrata del calore in estate e la presenta della vegetazione aiuta nella regolazione dell’immisione del calore all’interno dell’edificio.
2. FACCIATA VENTILATA: a supporto della ventilazione naturale in estate
3. RAFFRESCAMENTO PASSIVO: favorito dalla ventilazione naturale.
4.DISPOSIZIONE INTERNA DEGLI AMBIENTI: la zona notte esposta ad est e la zona giorna esposta ad ovest.
5.VETRO SELETTIVO: consentono il controllo dell’irraggiamento solare.
6.VETRO A CONTROLLO SOLARE o RIFLETTENTE: intercettano gran parte delle radiazioni infrarosse.
7.PANNELLI FOTOVOLTAICI: fonte di energia rinnovabile.
8.IMPIANTO ACQUE REFLUE: ripartito per usi domestici.
9.IMPIANTO A CALDAIA



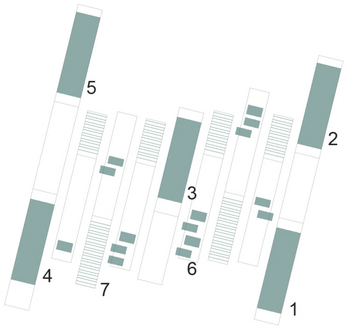


STRATEGIE ADOTTATE - 21 DICEMBRE
1.SCHERMATURE VERTICALI: regolano l’entrata del calore in inverno.
2.FACCIATA VENTILATA: a supporto della ventilazione naturale in inverno.
3.DISPOSIZIONE INTERNA DEGLI AMBIENTI: la zona notte esposta ad est e la zona giorna esposta ad ovest.
4.VETRO SELETTIVO: consentono il controllo dell’irraggiamento solare.
5.VETRO A CONTROLLO SOLARE o RIFLETTENTE: intercettano gran parte delle radiazioni infrarosse.
6.PANNELLI FOTOVOLTAICI: fonte di energia rinnovabile.
7. IMPIANTO DELLE ACQUE REFLUE: ripartito per usi domestici.
8. IMPIANTO A CALDAIA
9.MASSA TERMICA: consiste nella capacità di un materiale di opporsi al passaggio di flusso di calore e di accumularne una parte, mantenendo una temperatura costante.

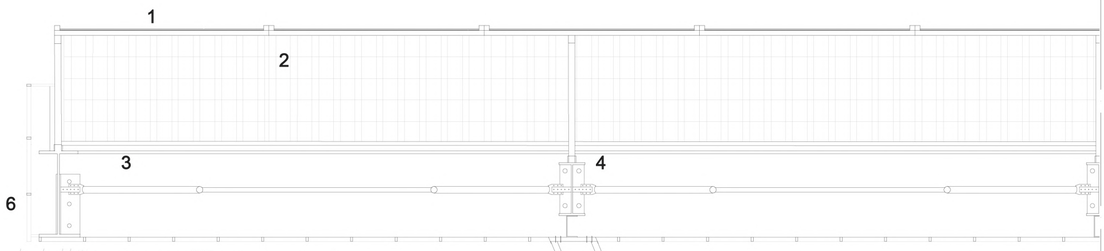
FUNZIONAMENTO DIURNO 21 GIUGNO FUNZIONAMENTO DIURNO 21 DICEMBRE

Laboratorio di Progettazione Architettonica — terzo anno

Professore di composizione architettonica 3: **Vadini Ettore**
Professore di cultura tecnologia della progettazione: **Cognoli Roberto**



SCHEMA FUNZIONALE
LEGENDA:
1. Biblioteca didattica
2. Aule didattiche
3. Laboratori didattici
4. Ristorante
5. Sal conferenze, Uffici amministrativi
6. Aule per ricercatore e rimessaggi attrezzi agricoli
7. Produzione energetica



DETTAGLIO COSTRUTTIVO DISPOSITIVO TECNOLOGICO ENERGETICO
LEGENDA
1. Modulo fotovoltaico (tipologia ZEBRA pro)
2. Sottostruttura in acciaio
3. Profilo IPE 400 (Travi principali)
4. Profilo IPE 240 (Travi secondarie)
5. Profilo HEA 300
6. Grata metallico (rivestimento)
7. Fondazione (plinto in cls)

FABBISOGNO ENERGETICO ANNUO TOTALE
4453000 kWh/a

DATI CALCOLO FOTOVOLTAICO
PRODUCIBILITÀ: 1409,48 kWh/a
POTENZA DI PICCO PANNELLO: 0,43 kWp
AREA SINGOLO PANNELLO: 2 m2
POTENZA DI PICCO UNITARIA (1 m2): 0,215 Kwp/m2

SUPERIFICIE PRODUZIONE (1Kwp):
4,651163 m2

DATI GEOMETRICI
AREA
AREA DISPOSIZIONE (TOTALE): 2112 m2
SUPERIFICIE MASSIMA PANNELLI (LAOR – AGRIVOLTAICO): 1056 m2
Percentuale: 50%

CALCOLO FOTOVOLTAICO
Potenza ideale da installare per coprire il fabbisogno ideale
POTENZA NECESSARIA (FABBISOGNO): 3159 kW
SUPERFICIE FOTOVOLTAICA NECESSARIA (FABBISOGNO): 14693 m2
NUMERO DI PANNELLI NECESSARI (FABBISOGNO): 7347 Unità

Potenza istallata da progetto superficie
POTENZADELL’IMPIANTO: 215 kWp
PRODUZIONE ENERGETICA (anno) superficie: 303038,2 kWh/a
NUMERO DI PANNELLI: 500 Unità

Fabbisogno energetico dell’edificio
INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE: 95 kWh/m2
SUPERIFICIE DI PROGETTO: 3484 m2
FABBISOGNO ENERGETICO TOTALE DELL’EDIFICIO: 290300 kWh/a

INFORMAZIONI TECNICHE DEL FOTOVOLTAICO
Tipologia pannello: Zebra Pro
Tipologia prodotto: Vetro ad alta trasmissione, basso contenuto di ferro, temperato
Produttore: FuturaSun
Potenza (W): 420-430
Dimensioni (mm): 2000x1000x30
Tipologia pannello: Zebra Pro
Efficenza massima: 21,84%
Peso modulo (Kg): 21

