



## INDICE DI CAPITOLO

<b>8.1. Clima e progetto</b> .....	<b>155</b>
<b>8.2. Favara</b> .....	<b>155</b>
8.2.1. Inquadramento geo-climatico.....	155
8.2.2. La desertificazione.....	157
<b>8.3. Analisi dinamica</b> .....	<b>162</b>
8.3.1. Aspetti generali.....	162
8.3.2. Trnsys.....	162
<b>8.4. Ottimizzazione energetica</b> .....	<b>163</b>
8.4.1. Modello.....	163
8.4.2. Strategie d'analisi.....	163
8.4.2.1. Rapporto opaco-trasparente.....	164
8.4.2.2. Oscuramento.....	164
8.4.2.3. Impianti .....	165
<b>8.5. Architettura ed energia</b> .....	<b>166</b>
8.5.1. Stagione invernale .....	166
8.5.2. Mezzstagioni .....	167
8.5.3. Stagione estiva.....	167
<b>8.6. Active House</b> .....	<b>174</b>
8.6.1. Comfort.....	175
8.6.1.1. Daylight .....	175
8.6.1.2. Direct sunlight.....	176
8.6.1.3. Thermal environment .....	180
8.6.1.4. Indoor air quality .....	182
8.6.2. Energia.....	183
8.6.2.1. Energy demand.....	183
8.6.2.2. Energy supply .....	187
8.6.2.3. Primary energy performance.....	189
8.6.2.4. Ambiente .....	191
8.6.2.5. Radar complessivo.....	195

### 8.1. CLIMA E PROGETTO

Una buona progettazione non può prescindere dalla collocazione geografica, dagli aspetti geomorfologici e dalla caratterizzazione climatica. Curando tali aspetti, comprensibili attraverso dati di differente natura come temperatura, velocità e direzione del vento, quantità di pioggia, esposizione alla radiazione si può dunque dar vita ad un involucro abitativo proprio del luogo. Un edificio capace, per questo, di meglio rispondere a tutte le esigenze garantendo un comfort abitativo ottimale per le persone che lo frequenteranno ed un rispetto dell'ambiente circostante sfruttandone le peculiarità in modo pro-attivo ed intelligente.

### 8.2. FAVARA

#### 8.2.1. INQUADRAMENTO GEO-CLIMATICO

*Coordinate geografiche:*

37°19'6"96 N, e 13°39'47"16 E

*Zona climatica:*

C con 1060 Gradi Giorno (Periodo di accensione degli impianti dal 15 novembre al 31 marzo, per max 10 ore giornaliere)

*Altitudine:*

338 m. s.l.m. (min. 20 - max 533)

Favara si trova nel sud Italia, stato meridionale del vecchio continente. Quest'ultimo ha uno sviluppo superficiale relativamente piccolo, ma per la sua forma a stivale è molto lungo estendendosi in latitudine per circa 1200 km. A ciò è dovuta la forte differenza climatica registrata nelle diverse città del paese, come tra il capoluogo meneghino e le città del sud come Favara. La città sicula per la sua collocazione rientra, in accordo con il grafico Köpper e Gaiger, nella fascia climatica Csa (Estate calde - clima mediterraneo) come si può vedere nella Figura 8.1. Il clima, per l'appunto mediterraneo, si caratterizza per lunghi periodi di siccità estiva e ed inverni miti, con gelate sporadiche. Le tempera-

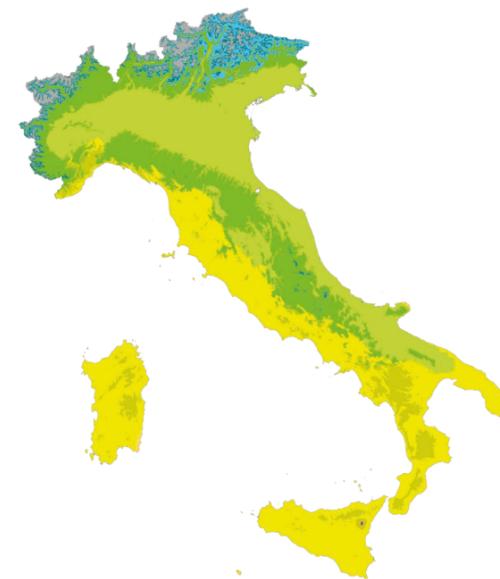


Figura 8.1. Mappa di Köpper e Gaiger dei climi in Italia (WMO)

ture si attestano su valori medi annui di 16,2°C, con punte massime di 27,8°C nel mese d'agosto e minime di 6,9°C nel mese di febbraio. L'umidità relativa media annua si attesta al 67,6% con minimo del 56% a luglio e massimo del 74% nei mesi invernali.

Attraverso il climogramma di Peguy riportato in Figura 8.10 si possono riassumere le condizioni termo-pluviometriche di Favara. Sulle ascisse è riportata la temperatura media mensile in °C, mentre sulle ordinate i valori in mm delle precipitazioni medie mensili. L'insieme di punti ottenuti permette di rappresentare al meglio le condizioni climatiche del paesino siciliano. Come si può vedere sono indicati all'interno del grafico, attraverso regioni colorate, i vari climi distinguendo clima temperato, freddo, arido e caldo.

Il contesto climatico di Favara è quindi caratterizzato da un clima secco, con una piovosità media annua che si attesta a 38 mm di pioggia. Bisogna inoltre dire che questo dato varia molto durante l'anno; infatti, le estati poco piovose, che segnano 4 mm di pioggia, si contrappongono ai mesi autunnali, dove la pioggia aumenta sino a valori di 72 mm nel mese di ottobre. Per quanto riguarda le correnti ventose, che attraversano la città dell'agrigentino, si evince che la direzione prevalente del vento è quella Sud-Ovest durante tutto l'anno. Come mostra il grafico di Figura 8.11, la città è battuta in prevalenza da venti di Libeccio che in estate si configura come brezza di mare nelle coste orientali siciliane portando con sé generalmente caldo, polvere ed in particolare la sabbia proveniente dal deserto del Sahara. L'intensità media del vento si attesta su valori di velocità di circa 4 m/s non escludendo picchi superiori ai 10 m/s soprattutto nei periodi invernali che coincidono con la stagioni più piovose e fredde. Il clima secco e caldo delle estati è motivato anche dagli alti livelli di radiazioni solari che come si evince dal grafico di Figura 8.14 arrivano nei mesi estivi a valori di gran lunga superiori ai 600 W/m².

Fondamentale, e riportato in Figura 8.16, è il grafico del percorso solare che permette di individuare le zone maggiormente esposte alle ra-

diazioni. Il percorso si caratterizza per un'altezza solare elevata anche nei mesi invernali, che motiva gli elevati valori di radiazione sopracitati e per un percorso che abbraccia l'emisfero sud lasciando in ombra durante i mesi invernali la porzione a Nord compresa tra -120° Est e 120° Ovest riducendosi in estate sino a raggiungere un'angolazione compresa tra -30° Est e 30° Ovest.

### 8.2.2. LA DESERTIFICAZIONE

La regione sicula come altre regioni che si affacciano sul mediterraneo soffrono il fenomeno della desertificazione. Questo problema può essere meglio descritto come un processo climatico-ambientale, spesso causato o accelerato dalle attività umane, che coinvolge la superficie terrestre portando alla degradazione dei suoli, alla scomparsa di flora e fauna ed alla trasformazione dell'ambiente naturale in deserto. I fattori antropici sono numerosi, i più frequenti sono: deforestazione, agricoltura, urbanizzazione, inquinamento, incendi e lo sfruttamento non sostenibile delle risorse oltre le cattive, ma purtroppo frequenti, pratiche di irrigazione e salinizzazione dei suoli. In Italia bisogna però citare tra le cause anche quella naturale come la diminuzione delle precipitazioni, che ha causato un minor apporto idrico nella rete superficiale, dei fiumi e dei laghi. Come si può vedere la Figura 8.4 rappresenta la mappa geografica della vulnerabilità al rischio di desertificazione e la Sicilia è in gran parte interessata dal fenomeno; in particolare recenti dati parlano del 70% del territorio. La mappa infatti mostra come la vulnerabilità delle aree sia in larga parte ad un livello medio-alto ed in alcuni punti sia sulla costa, sia nell'entroterra raggiunge livelli elevati. La città di Favara, a pochi chilometri da Agrigento, si caratterizza per un'eccessiva impermeabilizzazione del suolo a causa del costruito che ha contribuito ad aumentare il fenomeno dell'isola di calore. Le azioni in precedenza citate sono quelle per i quali la regione paga ora il prezzo posizionandosi ad un livello elevato di vulnerabilità così come le aree limitrofe.

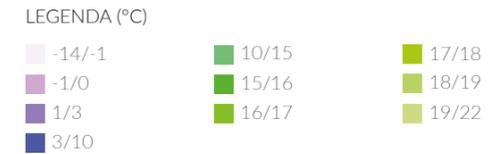


Figura 8.2. Mappa geografica delle temperature medie annuali in Sicilia secondo dati SlaS

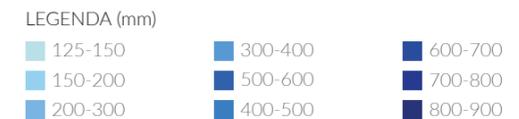
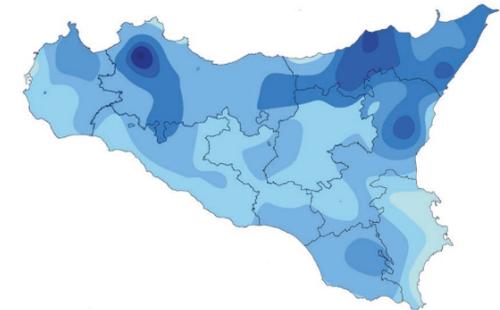


Figura 8.3. Mappa geografica delle precipitazioni medie annuali in Sicilia secondo dati SlaS

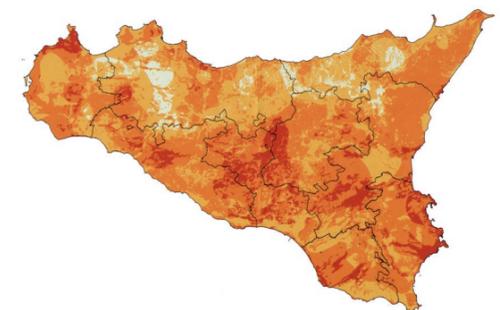


Figura 8.4. Mappa geografica della vulnerabilità al rischio di desertificazione in Sicilia secondo SlaS

Figura 8.5. Grafico delle temperature medie mensili

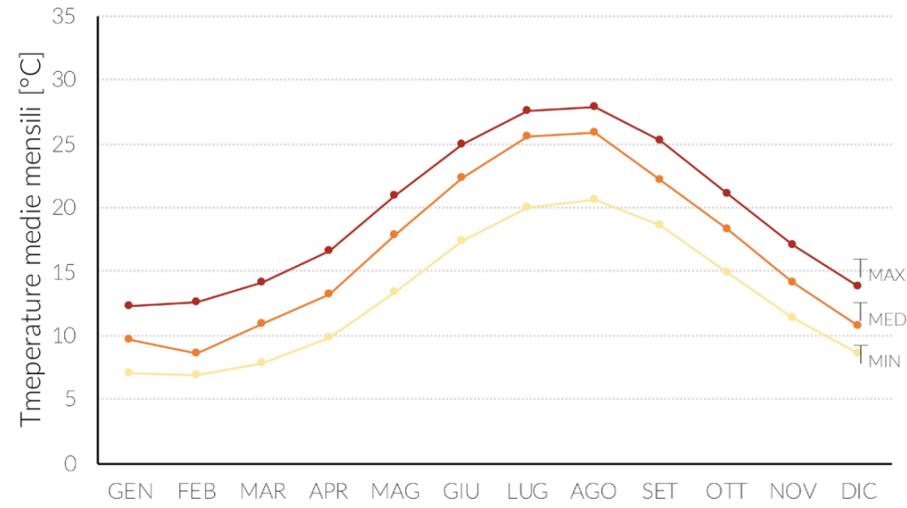


Figura 8.6. Grafico della frequenza di temperatura

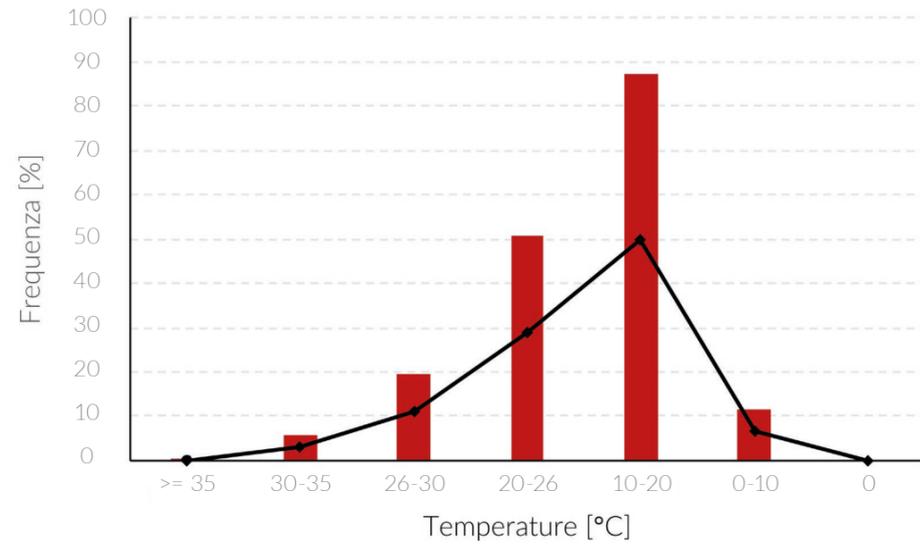


Figura 8.7. Grafico dell'umidità relativa media mensile di Favara

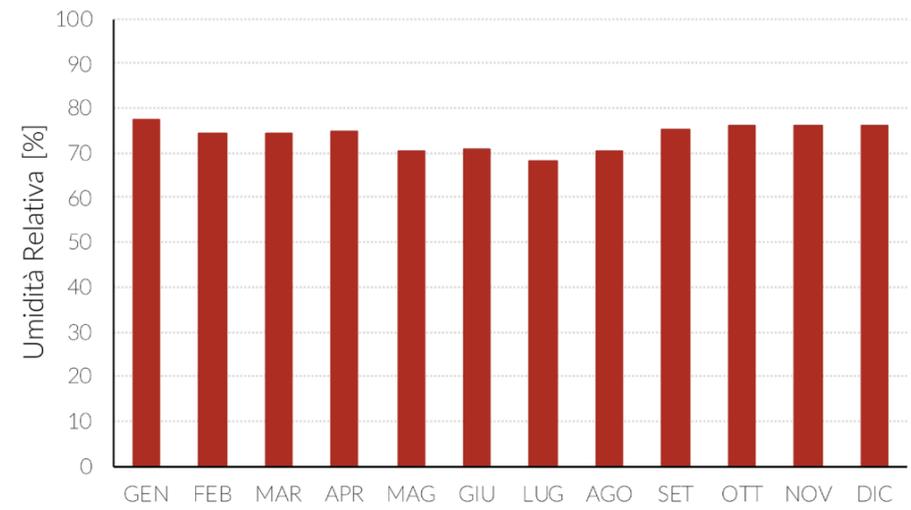


Figura 8.8. Grafico di correlazione tra temperature e umidità

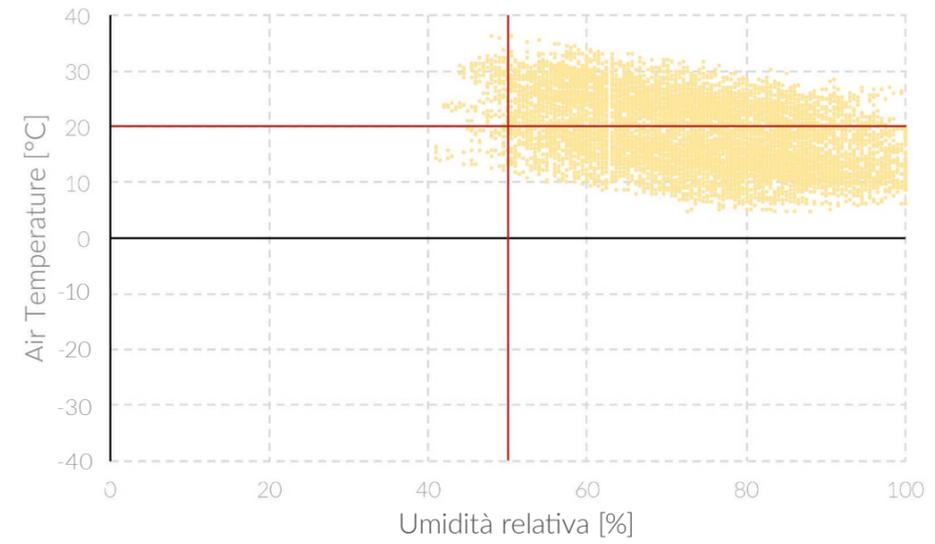


Figura 8.9. Grafico delle precipitazioni medie mensili

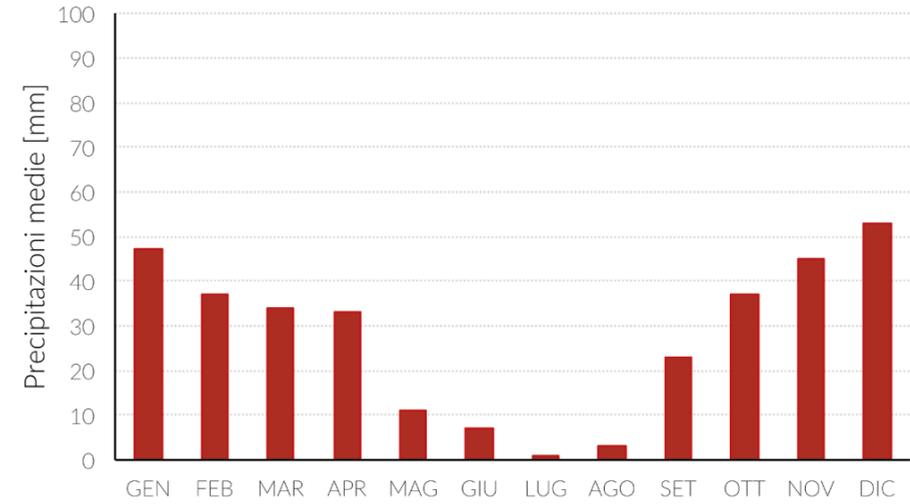


Figura 8.10. Climogramma di Pegu di Favara

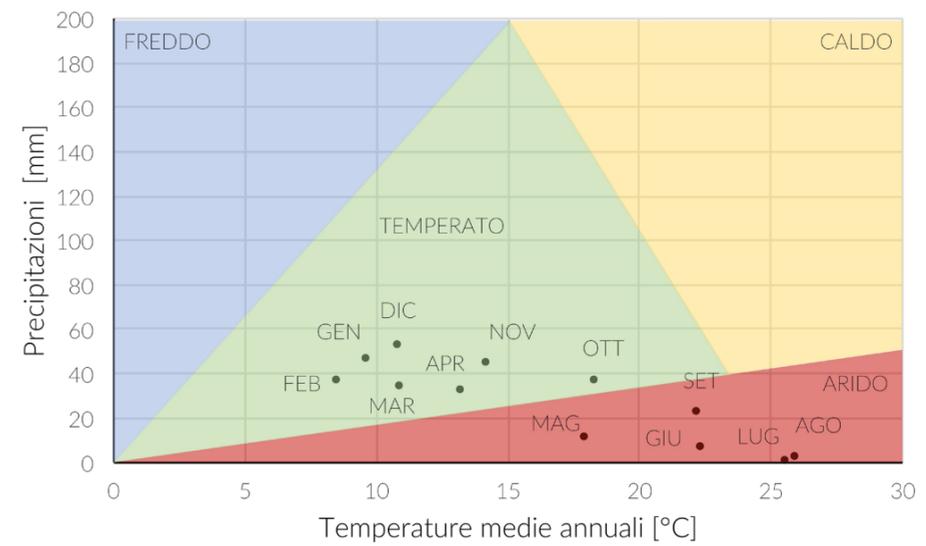


Figura 8.12. Radar grafico dei venti prevalenti

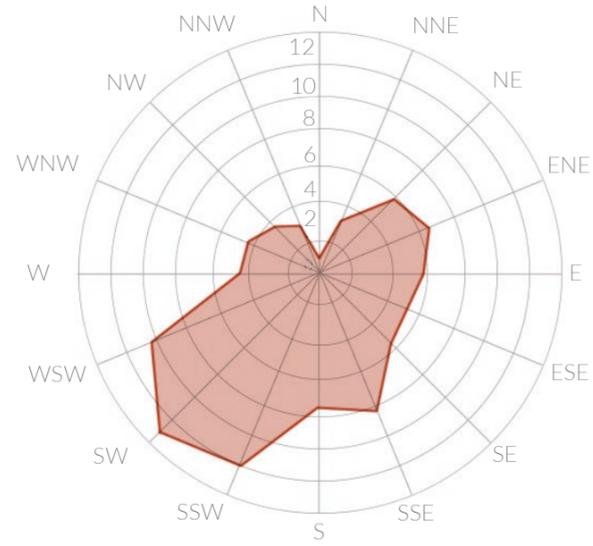


Figura 8.11. Grafico annuale sull'intensità del vento e le medie mensili.

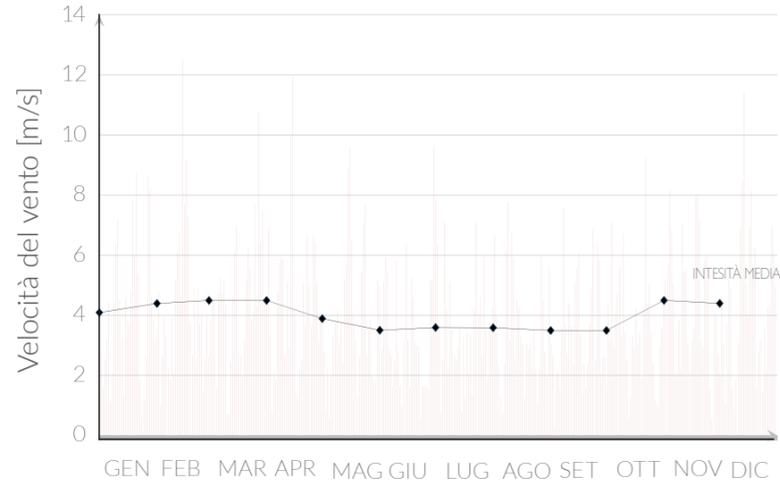


Figura 8.13. Confronto tra temperatura e radiazione nel mese di gennaio

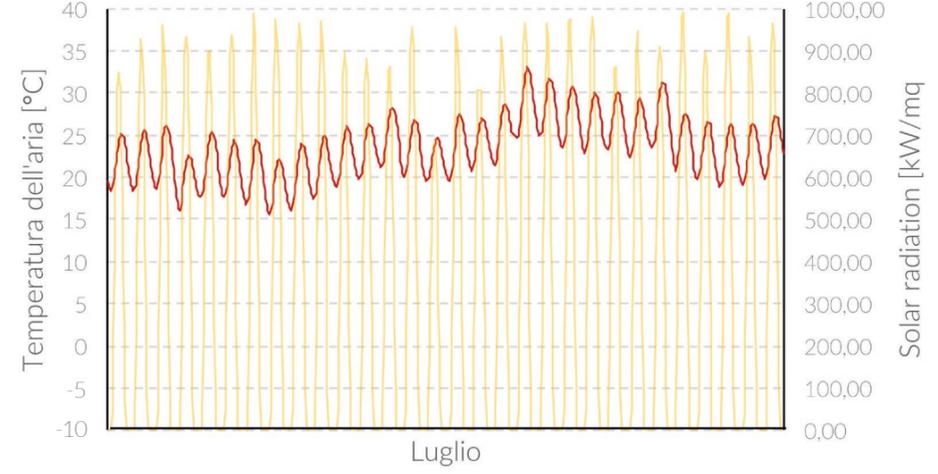
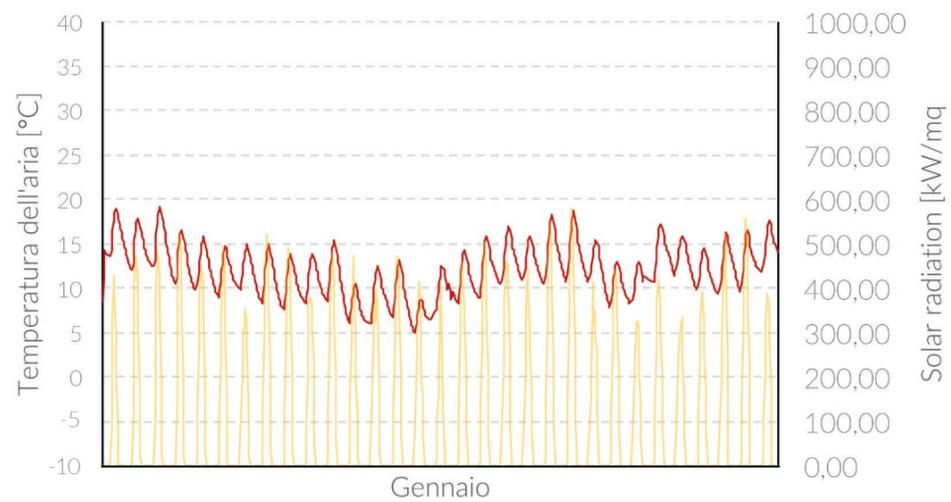


Figura 8.14. Confronto tra temperatura e radiazione nel mese di gennaio

Figura 8.15. Proiezione sferica del percorso solare

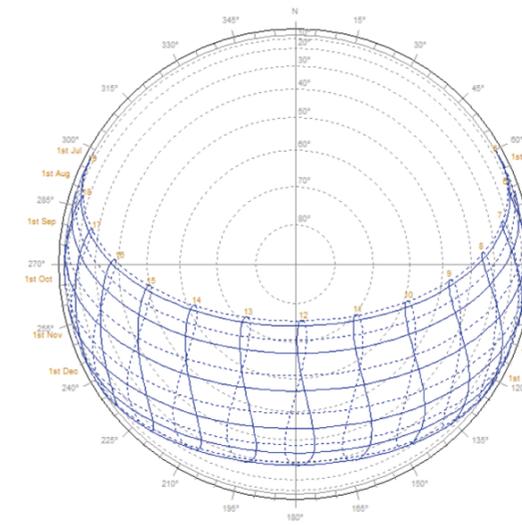
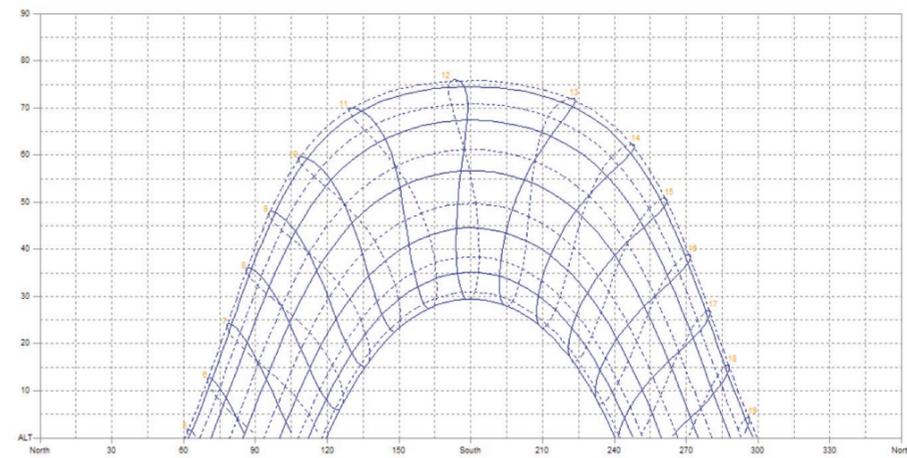


Figura 8.16. Proiezione dato-grafica del percorso solare



### 8.3. ANALISI DINAMICA

#### 8.3.1. ASPETTI GENERALI

Allo stesso modo della simulazione energetica in regime stazionario o semi-stazionario, anche per le simulazioni in regime dinamico il flusso di calore segue l'analogia elettro-termica; in aggiunta alle caratteristiche resistive dell'involucro sono però prese in considerazione anche le caratteristiche capacitive, ovvero le proprietà di immagazzinamento del calore degli elementi massivi dell'involucro. Per la precisione, tale simulazione di calcolo valorizza l'effetto dell'inerzia termica fondamentale nei climi mediterranei come quello favarese.

L'intervallo temporale di simulazione più breve rispetto al caso di simulazione energetica in regime stazionario o semi-stazionario fa in modo che, le condizioni di partenza nei calcoli energetici, per ciascun intervallo di tempo siano il risultato dei calcoli condotti per l'intervallo di tempo precedente e la temperatura dei locali sia un ri-

sultato della simulazione energetica. Una simulazione energetica dinamica permette dunque di sapere, attraverso aspetti quantitativi, come il sistema edificio-impianto risponda alle sollecitazioni interne ed esterne.

#### 8.3.2. TRNSYS

Il programma utilizzato, per poter simulare l'edificio in analisi, è un software flessibile basato su un ambiente a scrittura grafica utilizzato per simulare il comportamento in regime dinamico di un impianto o più generale di un sistema in cui vi siano trasmissioni di calore ed energia elettrica, ma anche flussi idraulici e processi biologici. TRNSYS si compone di due parti: il kernel che legge e processa i file di INPUT, risolve i sistemi, determina le convergenze e plotta il sistema di variabili. La seconda parte invece è la libreria di componenti, che permettono di utilizzare delle parti del sistema con lo scopo di ottenere l'impianto desiderato.

#### 8.3.3. MODELLO

Prima di poter simulare l'edificio in analisi con TRNSYS, è necessario creare un modello 3D, usando il plug-in Trnsys3d di SketchUp™. Il modello creato si riferisce all'edificio del "PEOPLE MUSEUM" è composto da parti vetrate, opache, ma anche da partizioni interne virtuali che suddividono l'edificio in 12 zone termiche. Queste zone sono state create per poter evitare errori di interazione ai nodi nel calcolo delle temperature di volumi con superfici concave. In evidenza si possono vedere le zone termiche con l'assegnazione dei vari elementi tecnologici divisori: le parti opache gialle e rosse le trasparenti in azzurro, le superfici d'oscuramento in viola.

### 8.4. OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA

#### 8.4.1. STRATEGIE D'ANALISI

Una volta generato il modello sono state eseguite le simulazioni definendo, secondo processi di ottimizzazione iterativi, le valutazioni energetiche dell'edificio in risposta all'ambiente esterno e all'architettura realizzata.

Come si può facilmente evincere dai seguenti diagrammi ad albero s'è valutato in prima battuta il comportamento dell'involucro con la tecnologia illustrata nel Capitolo 07 andando quindi ad eseguire simulazioni "free floating"; ovvero simulazioni che per l'assenza dell'impianto, potessero mettere in risalto i punti su cui intervenire con cambiamenti architettonici o per esempio con l'aggiunta di oscuramenti. Una volta compreso il differente comportamento delle varie zone termiche è stato quindi prodotto il modello definitivo con la percentuale vetrata idonea.

Figura 8.17. Vista nord-est del modello dell'edificio analizzato

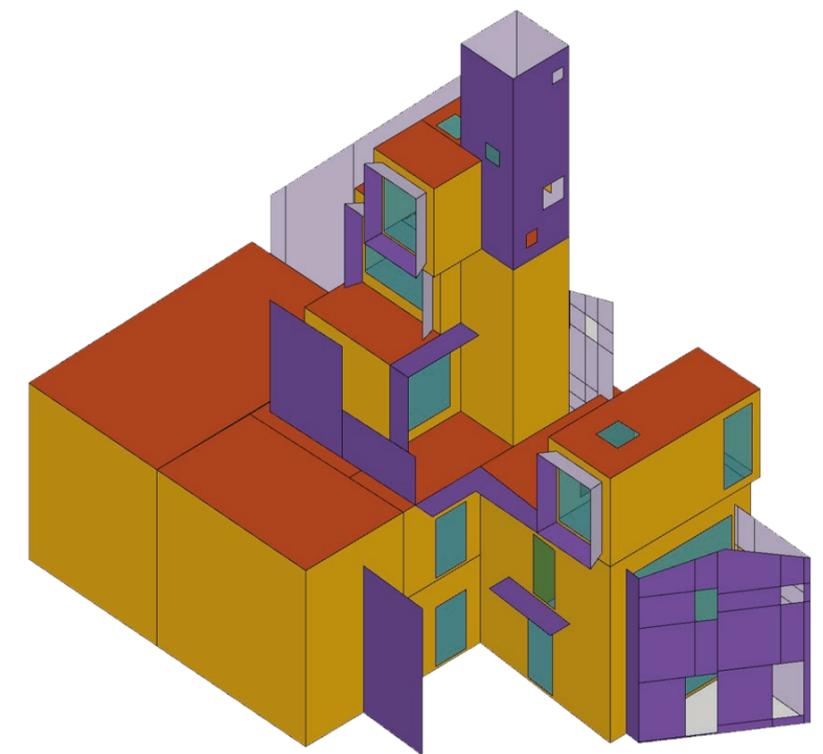
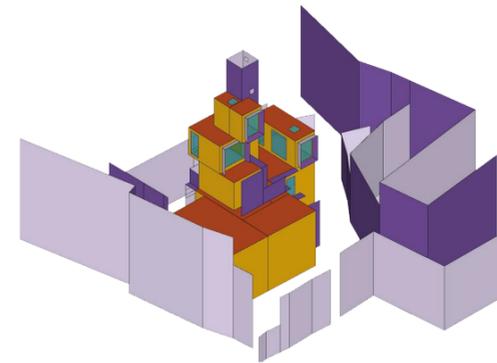


Figura 8.18. Viste del modello a sinistra con gli edifici del contesto e a destra vista del solo edificio in analisi

8.4.1.1. RAPPORTO OPACO-TRASPARENTE

Fin dalle prime fasi di progettazione la simulazione dell'involucro ha permesso di comprendere la compatibilità architettonico-energetica delle aperture finestrate con l'attenzione ai diversi aspetti che si incrociano in tale ambito. Si è quindi definito il compromesso utile a soddisfare il rapporto con l'esterno, quello energetico e i valori illuminotecnici essenziali per la funzione museale progettata.

8.4.1.2. OSCURAMENTO

Una volta conclusa l'ottimizzazione architettonica tra involucro opaco e trasparente si sono andati a studiare gli oscuramenti, in particolare ottimizzandone la gestione. A tale latitudine infatti, risulta essenziale la strategia d'oscuramento, sia nei mesi estivi, sia invernali valutando a tal proposito tre differenti tipologie. In prima fase

sono stati ridotti i picchi di temperatura dovute all'elevata radiazione diretta durante i mesi estivi grazie a tende esterne mobili sempre attive con una riduzione della trasmissione del 60%. Successivamente si è optato per l'utilizzo di un sistema d'oscuramento dinamico di tende esterne che potesse attivarsi per valori di irraggiamento superficiale superiori a 400 W/m<sup>2</sup> garantendo dunque una riduzione della temperatura unicamente alla presenza effettiva di luce diretta sulla superficie vetrata. Con lo scopo di migliorare ulteriormente la gestione di tali oscuramenti e notando come in alcuni mesi invernali l'oscuramento attivato non fosse utile si è dunque agito sulla stagione invernale determinando lo spegnimento del sistema e permettendo dunque alla radiazione diretta, in quanto guadagno solare, di contribuire al riscaldamento dell'edificio e ridurre di conseguenza il fabbisogno invernale.

8.4.1.3. IMPIANTI

Una volta ottimizzati i valori di temperatura operativa interna, sulla base delle sole strategie di ottimizzazione architettonica preventiva e di gestione degli oscuramenti, si sono andati ad inserire i carichi interni degli edifici secondo normativa con valore di 4 W/m<sup>2</sup> e a predisporre l'accensione di impianti di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione meccanica controllata. Una volta, dunque, definiti tali valori è stato possibile estrarre il bilancio globale dell'edificio con i relativi fabbisogni: per riscaldamento, raffrescamento e ventilazione. Confrontando tali valori è seguito un affinamento progressivo del fabbisogno considerando inizialmente un periodo e una temperatura di riscaldamento da normativa italiana che prevedeva l'attivazione dell'impianto al massimo 10 h/gg dal 15 di novembre al 31 di marzo. Successivamente, considerando l'utilizzo di strategie di ventilazione naturale durante le

mezze stagioni è stato possibile ridurre i periodi di riscaldamento e raffrescamento nei periodi primaverili di aprile e maggio e in quelli autunnali di ottobre e novembre. Concludendo, sulla base di alcune osservazioni fatte è stato anche possibile portare da un valore di 26°C ad un valore di 27°C il parametro limite di temperatura massima nelle stagioni estive; infatti il concetto di comfort termico per sua natura risulta essere una grandezza soggettiva basata su un'integrazione di fattori che ne determinano il grado e che dipendono anche dalla propensione che l'uomo ha di adattarsi alle condizioni climatiche a cui è soggetto tollerando in un clima secco e caldo anche temperature più alte di quelle normalmente considerate.

Figura 8.19. Schema di analisi del clima di Favara



Figura 8.20. Schema di ottimizzazione architettonica



Figura 8.21. Schema sulla gestione degli oscuramenti

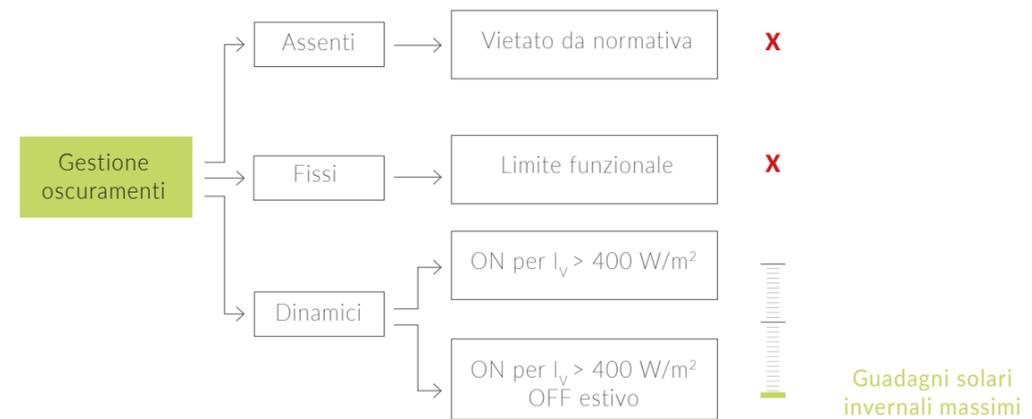


Figura 8.22. Schema di ottimizzazione dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento

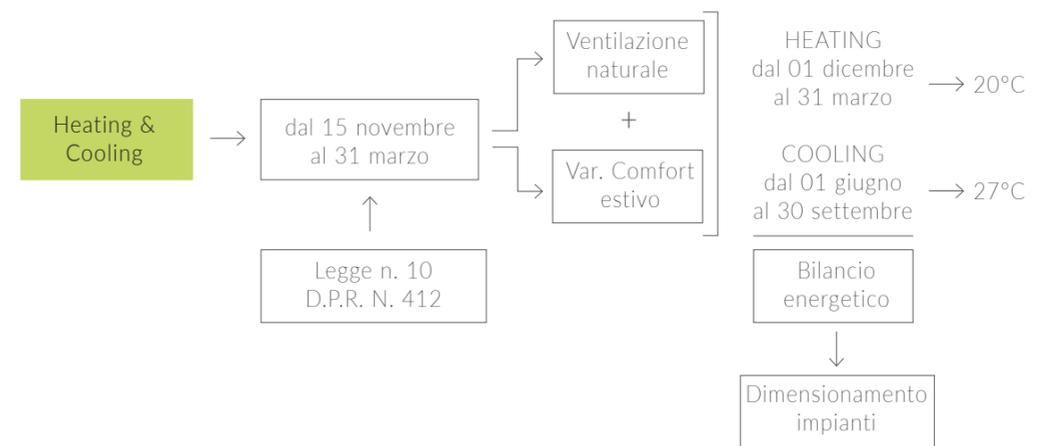




Figura 8.23. Curtain wall house, Shigeru Ban, Tokyo - Credits: shigerubanarchitects.com

## 8.5. ARCHITETTURA ED ENERGIA

Considerando nel dettaglio l'architettura dell'edificio in analisi, attraverso l'uso di schematic design, è stato possibile valutare l'efficacia architettonica anche nelle strategie energetiche dando vita ad un edificio in grado di rispondere alle differenti condizioni ambientali durante l'anno solare.

Analizzando nel dettaglio l'architettura, come si può notare, ogni elemento si compone di una duplice funzione da un lato architettonica e dall'altro energetica definendo così una sintesi ottimale tra benefici e costi sia in termini estetici sia di mantenimento dell'edificio.

Nel dettaglio si sono considerate la stagione invernale, quella estiva e le mezze stagioni comprendenti sia la primavera sia l'autunno.

### 8.5.1. STAGIONE INVERNALE

In questa stagione fondamentale è utilizzare gli apporti gratuiti dovuti all'ingresso della radiazione solare e per questo motivo sono stati analizzati e tracciati i raggi di inclinazione con un valore di 30°. Si è determinata quindi una strate-

gia nella quale si prediligono spazi vetrati esposti alla radiazione permettendo di contribuire attivamente al fabbisogno termico.

La vegetazione, elemento cardine del progetto, interposta tra le finestrate e raggi ne permette il passaggio esclusivamente durante il periodo invernale poiché caratterizzata da specie caduche.

L'apporto di calore necessario al mantenimento del comfort, invece, è colmato dall'impiego di una pompa di calore aria-acqua, che mantiene la temperatura a 20°C attraverso un sistema di pannelli radianti a pavimento. Ugualmente, grazie al rifacimento della pavimentazione, ora drenante, un sistema di raccolta nei mesi più piovosi permette lo stoccaggio d'acqua in serbatoi per poi riutilizzare la stessa come acqua fredda sanitaria e per irrigare la vegetazione durante i mesi di maggior siccità.

### 8.5.2. MEZZE STAGIONI

Nelle stagioni autunnali e primaverili l'involucro ad alte performance e i livelli di temperature dell'ambiente circostante compresi tra i 20°C e i 25°C permettono di risparmiare energia sfruttando i fenomeni di ventilazione naturale. Tali

fenomeni, innescati per differenze di pressione, sono stati volutamente ricercati nelle zone d'esposizione a doppia altezza grazie all'impiego di finestre con apertura a vasistas e nelle zone del belvedere grazie all'installazione di finestre da tetto. Attraverso correnti ascensionali è possibile quindi mantenere ottimi livelli di CO<sub>2</sub> ed espellere l'aria ormai calda all'interno dell'edificio. In primavera il verde poi, ormai in fiore, con le fronde riesce ad intercettare parte della radiazione solare evitando il surriscaldamento dell'edificio. Attraverso il fenomeno dell'evapotraspirazione inoltre la vegetazione collocata nelle zone di apertura dell'edificio genera un microclima locale in grado di abbassare la temperatura dell'aria nelle zone di passaggio durante la visita museale.

### 8.5.3. STAGIONE ESTIVA

La calda e secca stagione estiva favorevole risulta essere sicuramente la stagione energeticamente più critica e motiva la scelta di optare per aggetti nella porzione a sud in grado di schermare i raggi solari soprattutto nelle ore di massimo irraggiamento. Nelle parti ad est si sono utilizzati invece, per la parte inferiore dell'edificio, tende oscuranti con l'attivazione automatica, per quel-

le superiori una lamiera forata capace di ridurre drasticamente il valore di irraggiamento all'interno delle stanze.

Gli ambienti della mostra sono raffrescati grazie ad una pompa aria-acqua capace di mantenere una temperatura di 27°C nei mesi più caldi mantenendo dunque un comfort termico ideale ogni giorno della stagione.

Durante i mesi di siccità estiva l'accumulo di acqua piovana nei serbatoi viene scaricato ed utilizzato per i sanitari e il mantenimento del verde evitando dunque un eccessivo consumo d'acqua rispetto alla media nazionale.

Le coperture aggettanti e piane, grazie all'impiego del tetto giardino sono in grado di mantenere una temperatura superficiale di circa 21°C ed inoltre di aumentare, grazie al terreno, l'inerzia termica.

Non meno importanti sono poi gli impianti a fonti rinnovabili installati in copertura che, in particolare nella stagione estiva, producono, da un lato energia elettrica per i consumi della pompa di calore, dall'altro la produzione di acqua calda sanitaria in grado dunque di sopperire alle esigenze delle persone all'interno dell'edificio.



Figura 8.24. Menil Collection, Renzo Piano, Houston - Credits: menil.org

1. GLI ALBERI INVERNO

Gli alberi caduchi posti in corrispondenza delle aperture nell'ala est del museo, in inverno permettono alla radiazione solare di entrare e fornire un apporto energetico.

2. VENTILAZIONE MECCANICA

Il sistema di ventilazione meccanico permette il ricambio d'aria necessario pari a 1,17 Vol/h per una portata complessiva di 442 m<sup>3</sup>/h. Ugualmente mantiene l'umidità relativa idonea e il livello di CO<sub>2</sub> all'interno degli ambienti garantendo sempre valori intorno alle 500 ppm.

3. APPORTI INTERNI

La presenza dell'uomo incide fortemente sugli indici energetici infatti è stato attribuito il valore da normativa pari a 4 W/m<sup>2</sup> apportando così energia termica all'ambiente, cooperando al riscaldamento invernale dell'edificio.

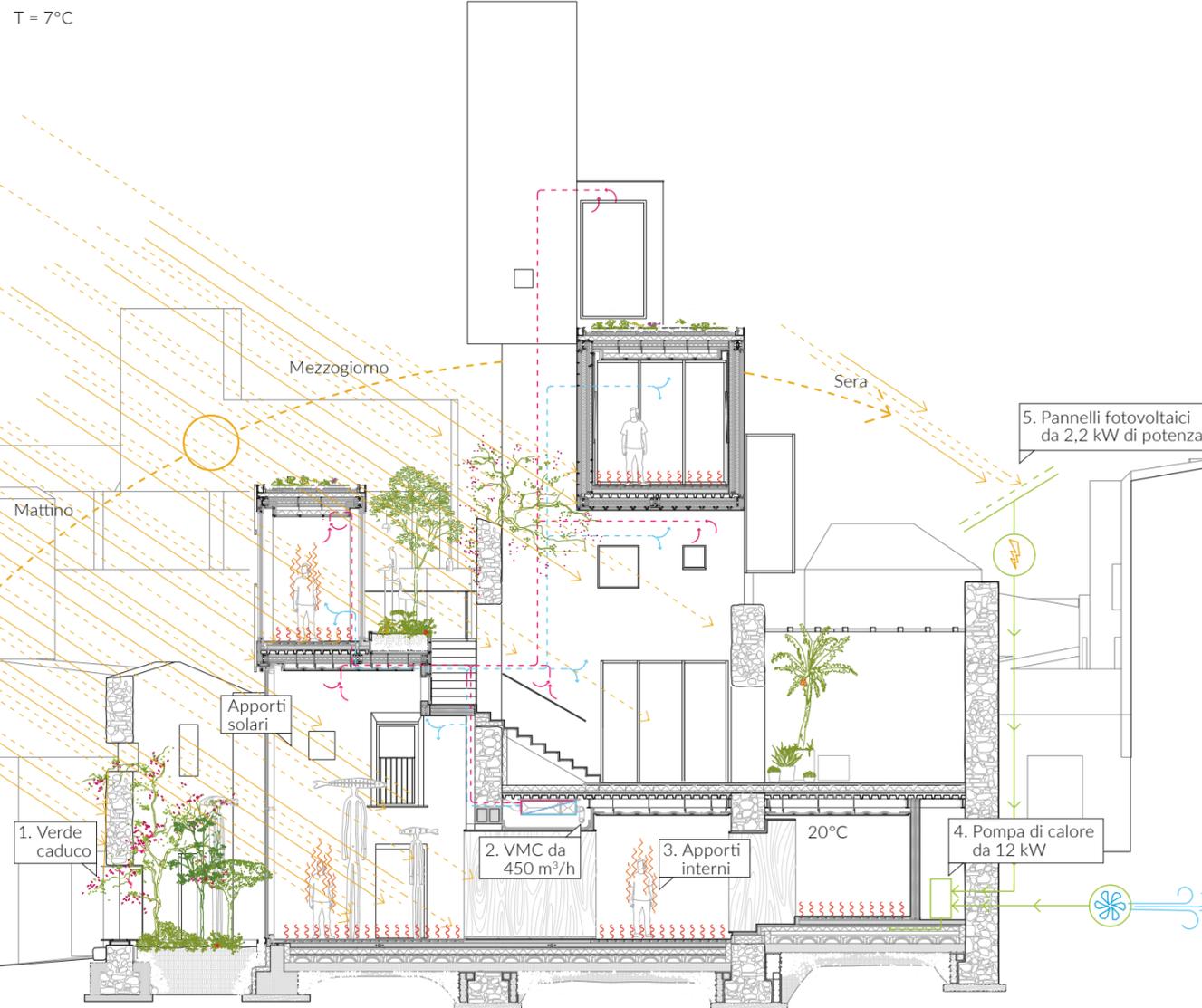
4. POMPA DI CALORE

All'interno dell'edificio è stata predisposta una pompa di calore aria-acqua che durante il periodo invernale permette il mantenimento della temperatura di 20°C utilizzando una rete di distribuzione del calore a pannelli radianti distribuendo i 330 kWh/anno necessari a garantire il comfort.

5. PANNELLI FOTOVOLTAICI

Per poter fornire l'energia elettrica necessaria alla pompa di calore si è installato un sistema di pannelli fotovoltaici monocristallini con una potenza totale di 2,2 kW per 15 m<sup>2</sup> di superficie.

Figura 8.25. Schematic design invernale



1. SERBATOI D'ACCUMULO

L'impiego di serbatoi d'accumulo permettono, grazie al sistema di canale, di convogliare l'acqua piovana dei Sette Cortili all'interno di cisterne con una capacità totale di 5000 L. Tale acqua recuperata e filtrata viene quindi reimpiata per l'irrigazione del verde nei cortili e come acqua idrosanitaria.

2. PAVIMENTAZIONE DRENANTE

L'impiego di una pavimentazione drenante ha permesso di ridurre il suolo impermeabilizzato, rendere possibile dunque la crescita di verde, abbattendo la temperatura degli intorni con temperature superficiali anche inferiori del 50%.

3. TETTO GIARDINO

Grazie al potere isolante e d'accumulo di calore del terreno l'installazione del tetto giardino in copertura ha permesso di

ridurre le dispersioni termiche durante il periodo invernale con riduzione di picco anche del 75%

4. LUCE DIFFUSA

Il posizionamento di finestre nei prospetti nord ha permesso di ottenere una luce diffusa negli ambienti idonea alla funzione museale dell'edificio.

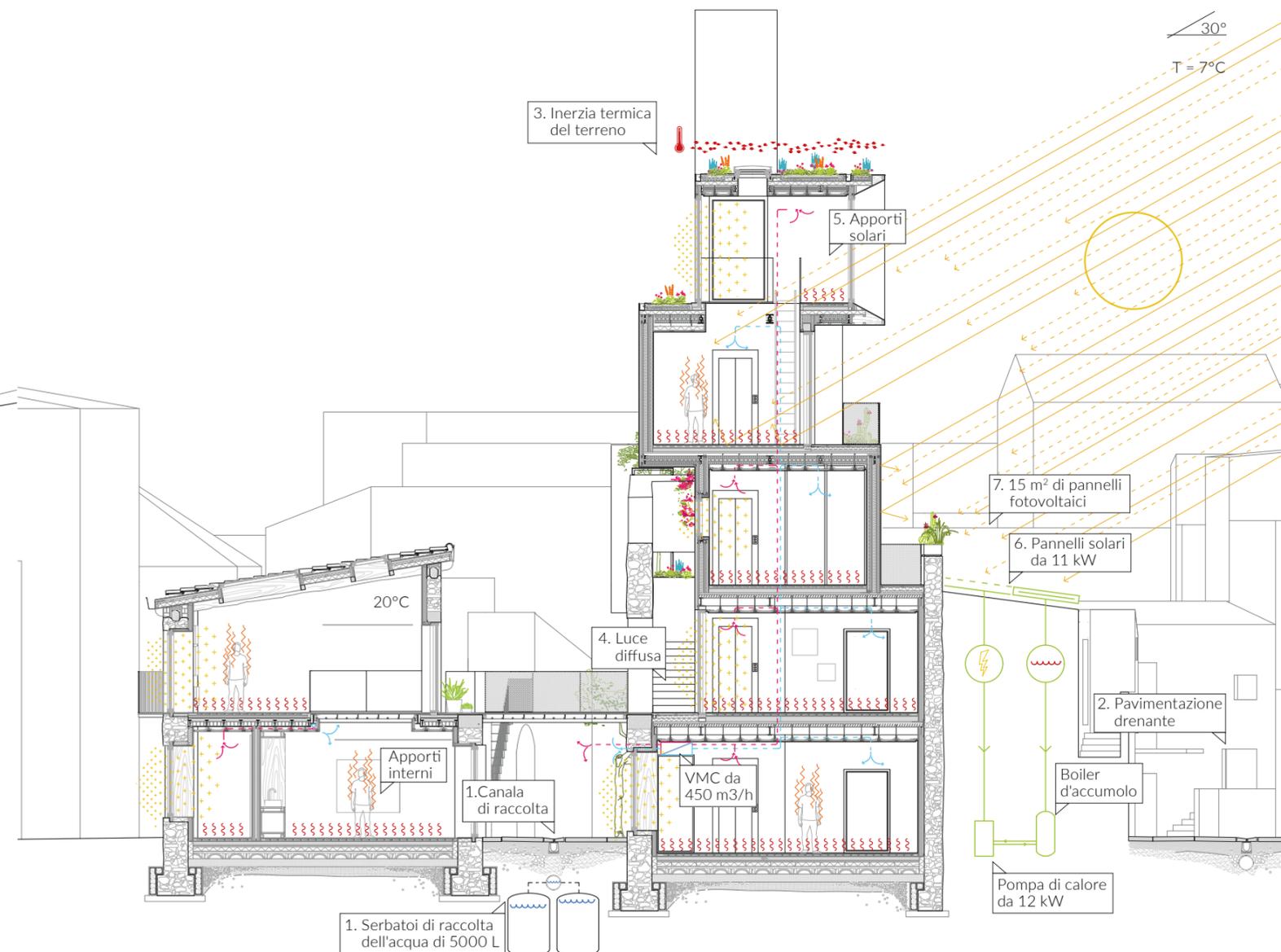
5. APPORTI SOLARI

Le aperture a sud permettono alla radiazione invernale di contribuire al riscaldamento degli ambienti arrivando sino in profondità negli ambienti stessi.

6. PANNELLI SOLARI-TERMICI

Per servire il fabbisogno di acqua calda sanitaria sono stati installati pannelli solari sottovuoto per un totale di 8,5 m<sup>2</sup> con un rendimento del 75%

Figura 8.26. Schematic design invernale



1. VERDE SCHERMANTE

Gli alberi posti in corrispondenza delle aperture nell'ala est del museo, rigogliosi, nelle mezze stagioni, permettono di schermare la radiazione solare evitando il surriscaldamento per irraggiamento.

2. VENTILAZIONE NATURALE

La ventilazione meccanica è sostituita dalla ventilazione naturale; gli spazi ora sono interamente non riscaldati o rinfrescati di conseguenza gli ambienti si configurano come spazi aperti verso l'esterno. L'aria, per differenza di pressione, grazie al collocamento di finestre da tetto e a finestre apribili in sommità all'edificio, definisce percorsi ascensionali aiutando a mantenere una buona qualità e a raffrescare gli ambienti.

3. MICROCLIMA A VERDE

Grazie alla vegetazione ed in particolare al fenomeno dell'evapotraspirazione le porzioni a verde permettono di abbassare la temperatura dell'ambiente circostante di qualche grado definendo un clima microscopico nelle zone limitrofe agli spazi espositivi.

4. APPORTI INTERNI

La presenza dell'uomo incide fortemente sugli indici energetici infatti è stato attribuito il valore da normativa pari a 4 W/m<sup>2</sup> apportando così energia termica all'ambiente, cooperando al riscaldamento invernale dell'edificio.

5. POMPA DI CALORE

Con temperature che oscillano tra i 20°C e i 25°C la pompa di calore non fornisce alcun supporto al raffreddamento dell'edificio e viene tenuta in funzione per il solo fabbisogno di acqua calda sanitaria.

gno di acqua calda sanitaria.

1. SERBATOI D'ACCUMULO

L'impiego di serbatoio d'accumulo permettono, grazie al sistema di canale, di convogliare l'acqua piovana dei Sette Cortili all'interno di cisterne con una capacità totale di 5000 L. Tale acqua recuperata e filtrata viene quindi reimpiegata per l'irrigazione del verde nei cortili e come acqua idrosanitaria.

2. PAVIMENTAZIONE DRENANTE

L'impiego di una pavimentazione drenante ha permesso di ridurre il suolo impermeabilizzato rendendo possibile dunque la crescita di verde e abbattendo notevolmente la temperatura superficiale e dell'intorno registrando valori inferiori anche del 50%.

3. TETTO GIARDINO

Grazie all'evapotraspirazione delle piante la copertura vegetale mantiene la temperatura superficiale su valori prossimi a 21°C e con la presenza della terra lo sfasamento termico, maggiore di 12 h permette di evitare sovraccarichi di calore.

4. LUCE DIFFUSA

L'apertura di finestre vetrate nei prospetti nord ha permesso di ottenere una luce diffusa negli ambienti idonea alla funzione museale dell'edificio.

5. PANNELLI SOLARI-TERMICI

Per servire il fabbisogno di acqua calda sanitaria sono stati installati pannelli solari sottovuoto per un totale di 8,5 m<sup>2</sup> con un rendimento del 75%

Figura 8.27. Schematic design primaverile

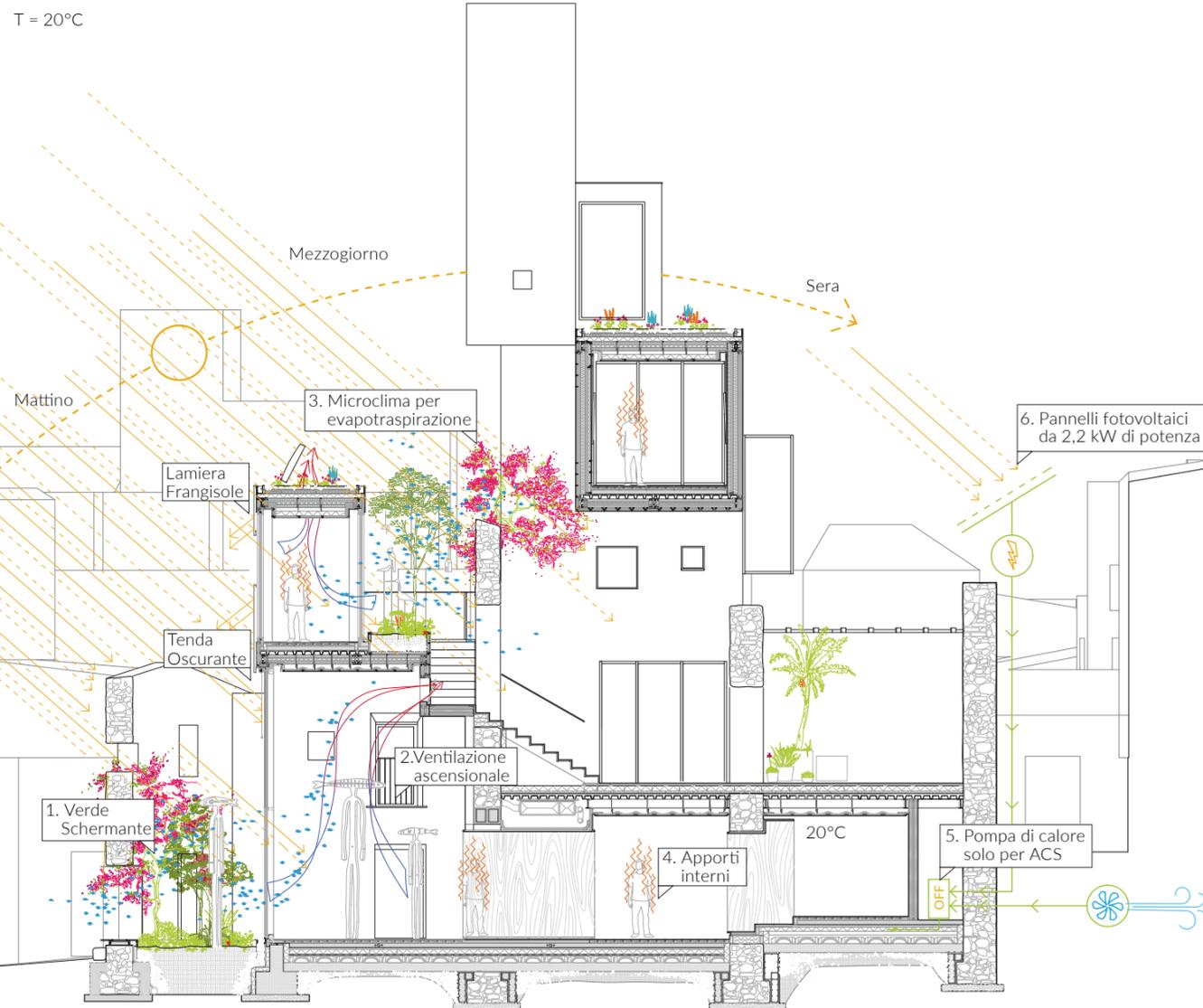
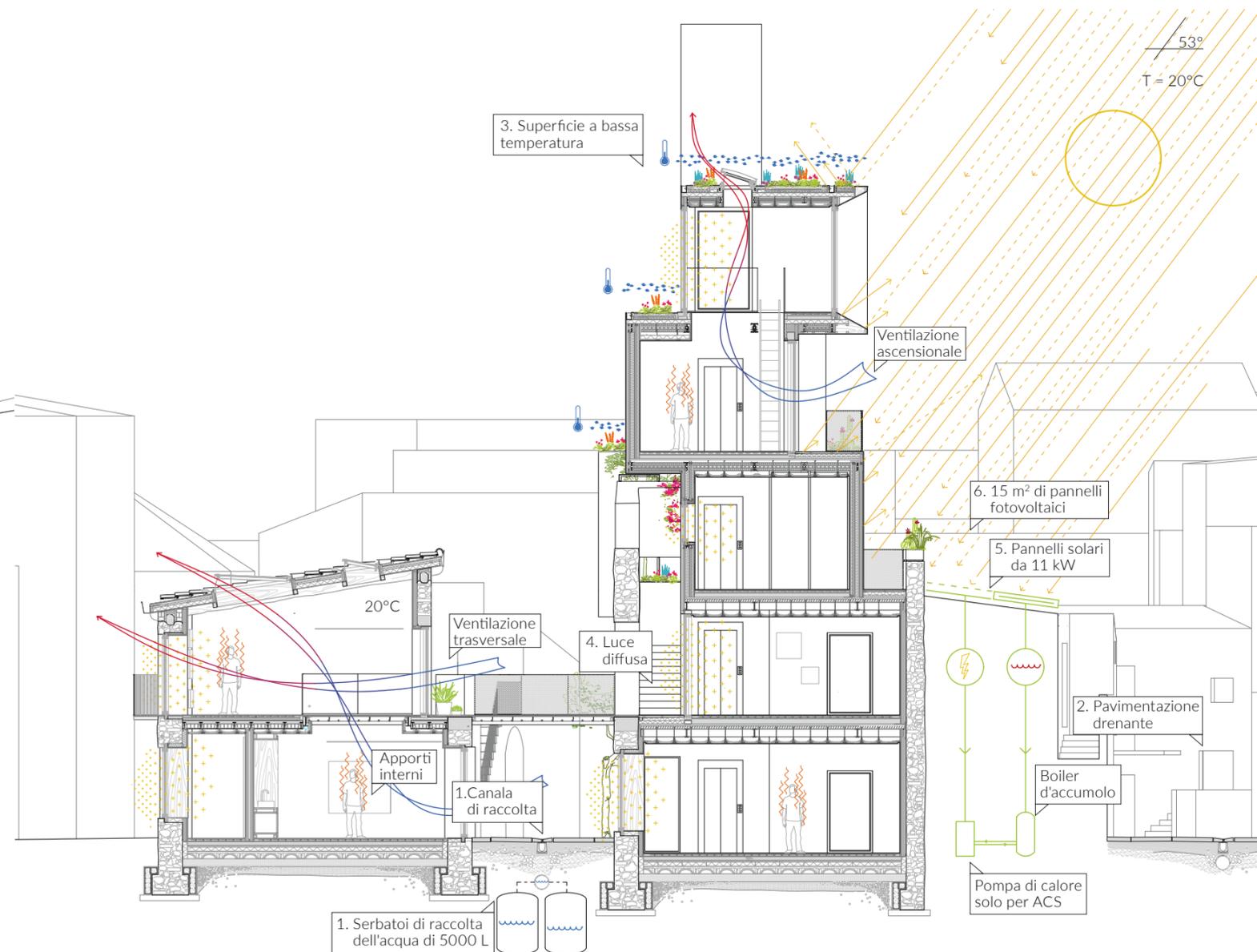


Figura 8.28. Schematic design primaverile



1. VERDE SCHERMANTE

Gli alberi posti in corrispondenza delle aperture nell'ala est del museo, rigogliosi, nella stagione estiva permettono di schermare la radiazione solare evitando il surriscaldamento per irraggiamento.

2. MICROCLIMA A VERDE

Grazie alla vegetazione ed in particolare al fenomeno dell'evapotraspirazione le porzioni a verde permettono di abbassare la temperatura dell'ambiente circostante di circa 2° definendo un clima microscopico nelle zone limitrofe agli spazi espositivi.

3. VENTILAZIONE MECCANICA

Il sistema di ventilazione meccanica permette il ricambio d'aria necessario pari a 1,17 Vol/h per una portata complessiva di 442 m³/h. Inoltre nella stagione estiva, poiché

sono impiegati pannelli radianti a pavimento, ha il compito di mantenere l'umidità relativa idonea, scongiurando fenomeni di condensa superficiale a pavimento

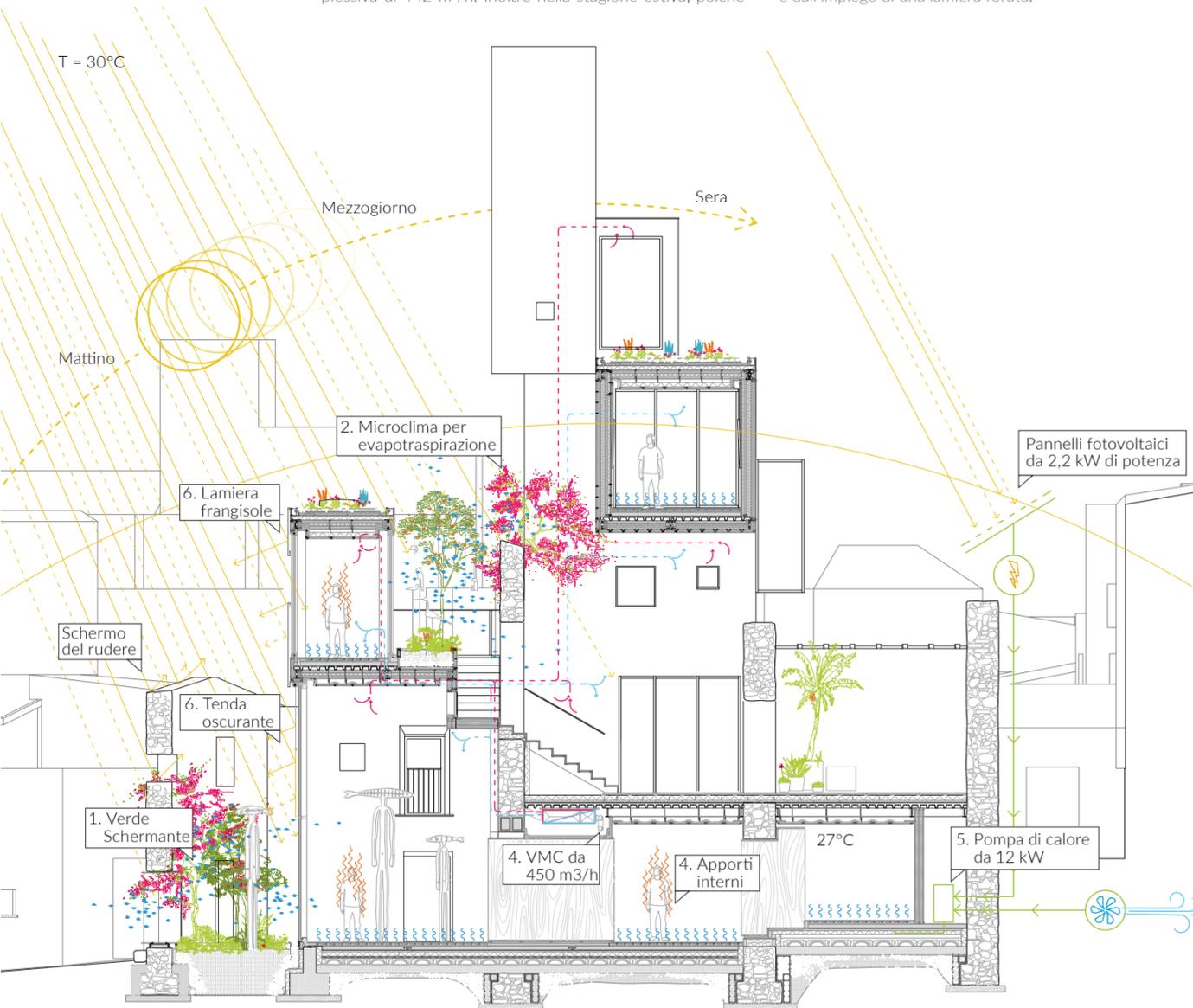
5. POMPA DI CALORE

All'interno dell'edificio si è predisposta una pompa di calore aria-acqua che durante il periodo estivo permette il mantenimento della temperatura di 27°C utilizzando una rete di distribuzione del calore a pannelli radianti distribuendo i 14.040 kWh/anno necessari a garantire il comfort.

6. OSCURAMENTI

Le aperture finestrate essendo in alcuni casi esposte alla radiazione sono state schermate secondo differenti strategie in particolare grazie all'utilizzo di tende oscuranti e dall'impiego di una lamiera forata.

Figura 8.29. Schematic design estivo



1. SERBATOI D'ACCUMULO

L'impiego di serbatoio d'accumulo permettono, grazie al sistema di canale, di convogliare l'acqua piovana dei sette cortili all'interno di cisterne con una capacità totale di 5000 L. Tale acqua recuperata e filtrata viene quindi reimpiata per l'irrigazione del verde nei cortili e come acqua idrosanitaria.

2. PAVIMENTAZIONE DRENANTE

L'impiego di una pavimentazione drenante ha permesso di ridurre il suolo impermeabilizzato rendere possibile dunque la crescita di verde e abbattere notevolmente la temperatura degli intorni con temperature superficiali anche inferiori del 50%.

3. TETTO GIARDINO

Grazie all'evapotraspirazione delle piante la copertura vege-

tale mantiene la temperatura superficiale su valori prossimi a 21°C e con la presenza della terra lo sfasamento termico, maggiore di 12 h permette di evitare sovraccarichi di calore.

4. LUCE DIFFUSA

L'apertura di finestre vetrate nei prospetti nord ha permesso di ottenere una luce diffusa negli ambienti idonea alla funzione museale dell'edificio.

5. L'ARCHITETTURA PER SCHERMARE

L'architettura dell'edificio si compone volumetricamente con l'obiettivo di fornire una protezione ai raggi solari estivi in primis grazie all'imbotte di della facciata in sommità e poi al di sotto grazie all'aggetto dei volumi che creano così oscuramento senza impedire l'ingresso di luce naturale diffusa.

Figura 8.30. Schematic design estivo

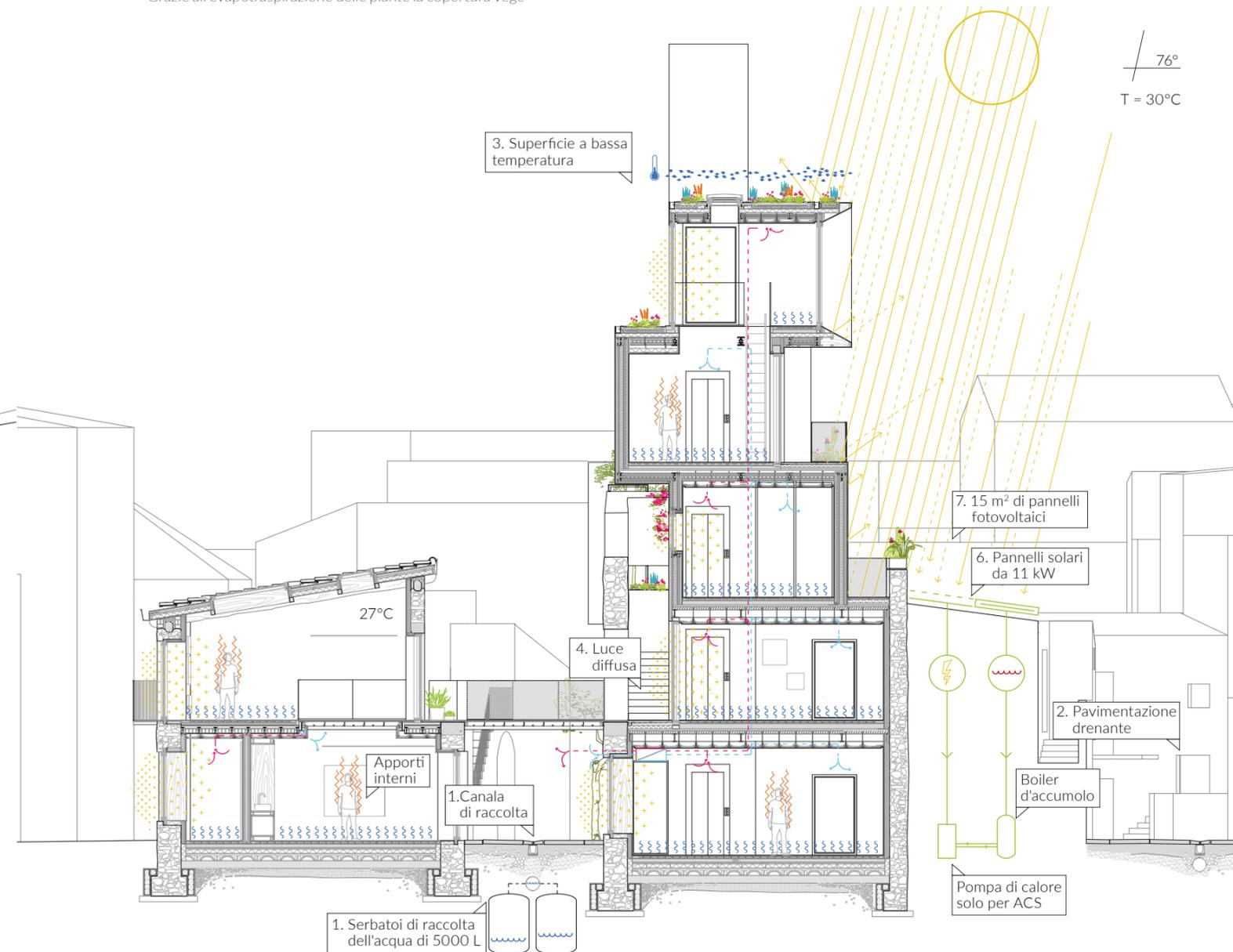
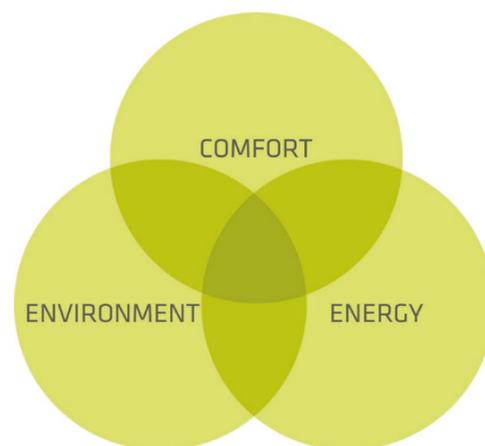




Figura 8.31. Logo Alliance Active House e diagramma di Venn in cui si sintetizza la visione del progetto



## 8.6. ACTIVE HOUSE

Con riferimento alle Direttive Europee e al loro recepimento secondo D.M. Del 26 gennaio 2015, sempre più stringenti, ormai da qualche anno si ripropone la necessità di una progettazione integrata, imprescindibile per buoni risultati. Se in un primo momento la strategia passiva sembrava l'unica soluzione ai problemi, grazie allo sviluppo tecnologico e allo studio integrato del benessere delle persone si è di conseguenza sviluppata l'Alliance Active House, unione di imprese, progettisti e università che promuovono il concetto di casa attiva proposta come un ambiente in grado di ridurre i consumi, produrre energia e salvaguardare il benessere degli occupanti migliorandone il comfort interno.

Serve dunque un processo che preveda lo sviluppo congiunto e contemporaneo di elementi architettonici, tecnologici e impiantistici capaci di restituire un organo edilizio frutto di una mediazione ed unione di più discipline a cui rispondere. Una visione olistica, che possa dar vita ad ambienti sani e sempre più confortevoli e allo stesso tempo cambiare modo di produrre energia riducendo al minimo gli sprechi. Active House propone un approccio progettuale definito attraverso criteri qualitativi e quantitativi

che tengono in considerazione sia il benessere dell'ambiente interno che quello esterno, consigliando inoltre l'uso di energie da fonti rinnovabili. Si caratterizza come una combinazione unica di tre caratteristiche: comfort, energia e ambiente. Un'unica combinazione di questi fattori che identifica la qualità architettonica dell'edificio, il benessere fisico e psichico degli occupanti e l'efficienza energetica.

### RADAR ACTIVE HOUSE

La valutazione si basa sullo sviluppo quantitativo di nove parametri a comporre un radar di prestazione. A ciascun parametro vengono dunque associati quattro livelli di performance dall'1° al 4° in cui il primo rappresenta la miglior prestazione e via discorrendo sino ad arrivare al quarto ed ultimo livello; ovvero il peggiore. Oltre a ciò importante per Active House è anche proporre ai progettisti un processo di valutazione complessivo dell'architettura che permetta, se sviluppato in parallelo alla genesi dell'architettura, di definire i volumi e le necessità. Un processo capace dunque di arrivare a realizzare un edificio equilibrato che possa integrare in modo efficiente architettura, ergonomia, comfort, energia e rispetto per l'ambiente.

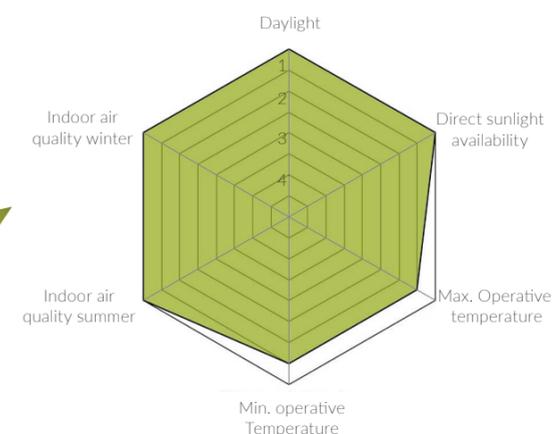
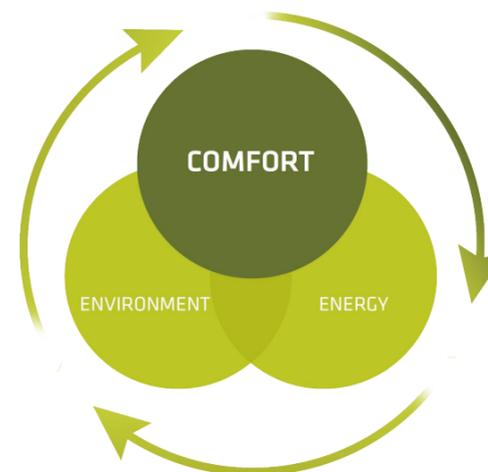


Figura 8.32. Schema di introduzione al comfort e radar relativo di progetto

### 8.6.1. COMFORT

Spendiamo quasi il 90% delle nostre ore all'interno di edifici e per ciò fondamentali sono la qualità dell'aria e della luce. Per poter computare tali aspetti bisogna tener in considerazione tre parametri in particolare: la luce, l'anidride carbonica e le temperature operative.

#### 8.6.1.1. DAYLIGHT

La luce diurna è da sempre stata utilizzata come fonte primaria di luce e da recenti studi è stato dimostrato come sia fondamentale nella vita dell'uomo sia a livello psicologico che per la salute fisica. Il nostro corpo infatti, strettamente connesso alla luce, viene fortemente influenzato, condizionando le fasi di sonno, la produttività e il benessere generico. Lo spettro e la naturale variazione della stessa poi nelle ore dei giorni e delle stagioni non può essere in alcun modo imitata portando l'uomo a preferire istintivamente la luce naturale a quella artificiale. Non si può in alcun modo prescindere dall'inserimento di aperture finestrate che permettano all'uomo il contatto necessario con la natura e d'orientarsi nello spazio. Il parametro fondamentale per stabilire l'adeguato illuminamento di una stanza è il fattore di luce diurna (FLD) definito come:

rapporto percentuale dell'illuminamento della superficie considerata e quello di una superficie posta all'esterno e illuminata dall'intera volta celeste in condizioni di cielo coperto.

$$FLD = \frac{E_{\text{surface}}}{E_{\text{external}}} \times 100\%$$

Sulla base di questo calcolo il protocollo valuta poi una media dei valori di ciascuna delle stanze dell'edificio categorizzandole come segue:

1.  $FLD_m > 5\%$
2.  $FLD_m > 3\%$
3.  $FLD_m > 2\%$
4.  $FLD_m > 1\%$

Grazie all'utilizzo del software di simulazione illuminotecnica VELUX VIZUALIZER si sono dunque analizzate le singole stanze che compongono l'edificio in esame. Nel dettaglio gli ambienti presi in considerazione sono 7. Nelle illustrazioni di pagina seguente sono riportati i valori tabulati dei fattori di luce medi di ogni locale analizzato e si può notare come la luce sia in ogni ambiente considerato ottimale e uniformemente distribuita negli spazi evitando dunque fenomeni d'abbagliamento.

Figura 8.33. Valori del fattore di luce diurna relative al piano terra

PIANO TERRA	FLD <sub>m</sub>
Ingresso	7,1
Sala espositiva N. 1	5,1
Sala espositiva N. 2	7,6



Figura 8.34. Valori del fattore di luce diurna relativi al primo piano

PIANO PRIMO	FLD <sub>m</sub>
Sala proiezioni	5,5

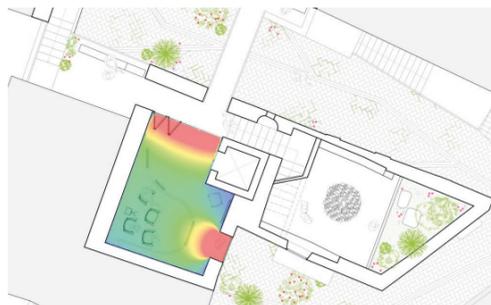


Figura 8.35. Valori del fattore di luce diurna relativi al secondo piano

PIANO SECONDO	FLD <sub>m</sub>
Bagno/esposizione	8,5
Soggiorno	6,5

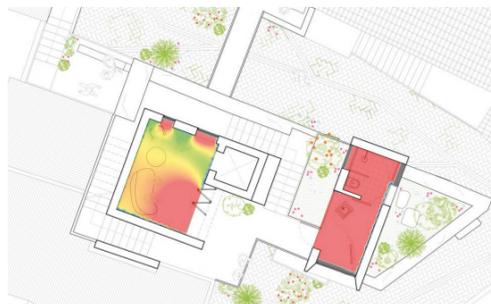


Figura 8.36. Valori del fattore di luce diurna relativi al terzo piano

PIANO TERZO	FLD <sub>m</sub>
Social table	8,1

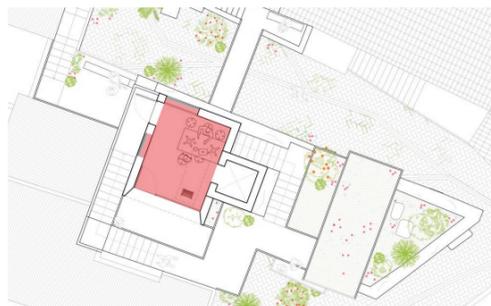


Figura 8.37. Valori del fattore di luce diurna relative al quinto piano

PIANO QUARTO	FLD <sub>m</sub>
Belvedere	8,6



Analizzando il piano terreno ed il primo piano si può vedere che, sebbene gli ambienti sono quelli del vecchio rudere grazie all'apertura di finestre o porte murate è stato possibile ottenere livelli superiori al 5% di illuminamento.

Nei nuovi ambienti progettati la presenza di ampie vetrate ci ha permesso di ottenere in modo semplice spazi ben illuminati.

Per gli ultimi piano in particolare la zona bagno le zone del social table e del belvedere, tra loro comunicanti, l'omogeneità luminosa è stata ottenuta anche grazie all'utilizzo delle finestre da tetto che oltre a garantire ingresso di luce, essendo apribili permettono la ventilazione ascendente negli ambienti per effetto camino.

#### 8.6.1.2. DIRECT SUNLIGHT

Essenziale è anche la possibilità di godere di luce diretta nelle ore della giornata fonte di benessere dell'uomo e d'ausilio nei periodi invernali come guadagno gratuito. Nel protocollo AH viene così presa in esame e così classificata:

1. Almeno 10% delle h di luce
2. Al massimo 7.5% delle h di luce
3. Al massimo 5% delle h di luce
4. Al massimo 2.5% delle h di luce

Grazie alle simulazioni software a base Revit è stato possibile determinare il percorso solare e con esso la quantità di luce diretta che insiste sulle superfici di progetto considerato.

Così facendo si è andato a determina un valore pari ad 11 ore di sole probabili per quanto riguarda gli spazi maggiormente utilizzati nel periodo temporale compreso tra l'equinozio autunnale e quello di primavera. Tale valore ha permesso dunque di posizionandosi nella categoria di massimo livello garantendo una percentuale superiore al 10% delle ore di luce.

#### LEGENDA FLD

- 1-3%
- 4%
- 5%
- 6%
- 7%
- 8%
- 9%
- 10%

#### OSCURAMENTI

Nel valutare la percentuale di luce diretta incidente, come consigliato dalla Direttiva Europea sulle Performance degli Edifici, non si può prescindere dal considerare gli oscuramenti come una delle prime strategie per ridurre il fabbisogno estivo. In particolare grazie all'uso di TRN-SYS sono stati dapprima valutati oscuramenti fissi durante la stagione estive simulando la presenza di una tenda esterna con una riduzione de 60% della radiazione trasmessa.

Considerando il grafico di Figura 8.42 si riscontra da un lato la riduzione della radiazione e quindi una riduzione della temperatura, dall'altro la simulazione risulta poco affine al reale utilizzo dell'apparato schermante rispetto alla destinazione d'utilizzo museale nella quale la presenza di luce naturale è fondamentale.

A questo proposito si è introdotto un sistema di gestione degli oscuramenti che potesse controllare l'attivazione delle tende autonomamente sulla base della radiazione incidente sulla superficie del vetro. A questo proposito si è posto come limite di on/off un valore di irraggiamento solare superficiale di 400 W/m². Il comportamento così ottenuto meglio poteva garantire gli idonei livelli di illuminamento; sia per l'usabilità dell'edificio che per evitare il surriscaldamento eccessivo degli ambienti.

Infine analizzando i valori nella stagione invernale in particolar modo nei piani riutilizzati del rudere, con lo scopo di evitare una riduzione eccessiva della temperatura interna degli ambienti si è optato dunque per spegnere la gestione autonoma degli oscuramenti limitando il loro funzionamento nei soli periodi estivi e di mezza stagione, sfruttando in tal modo a pieno regime l'apporto attribuibile ai guadagni solari che in un involucro ben isolato permette di ridurre l'energia di riscaldamento mantenendo un buon livello di comfort. I grafici seguenti di confronto mostrano come la scelta di compromesso sia stata fatta in virtù di considerazioni su base annua considerando le funzioni dell'edificio, i consumi energetici estivi ed invernali e l'apporto positivo o negativo che la luce può avere.

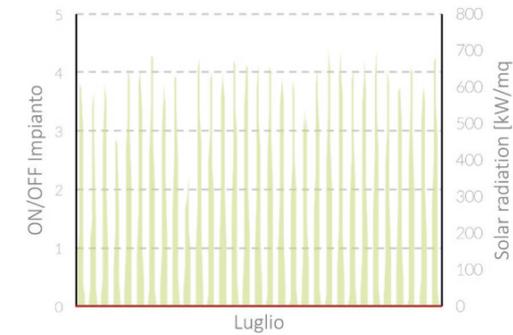


Figura 8.38. Grafico della radiazione Senza oscuramenti

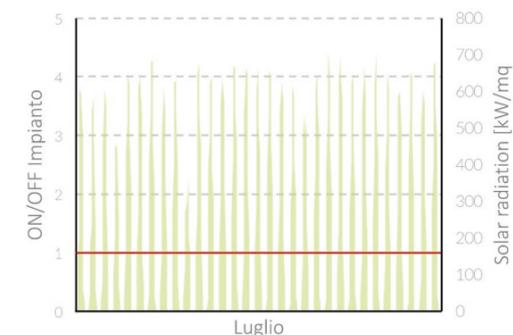


Figura 8.39. Grafico di gestione della radiazione secondo un setup di valore costante

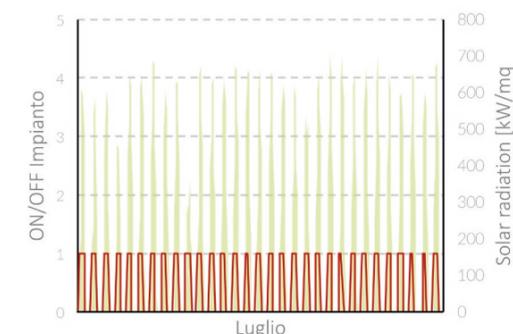


Figura 8.40. Grafico di gestione dinamica della radiazione

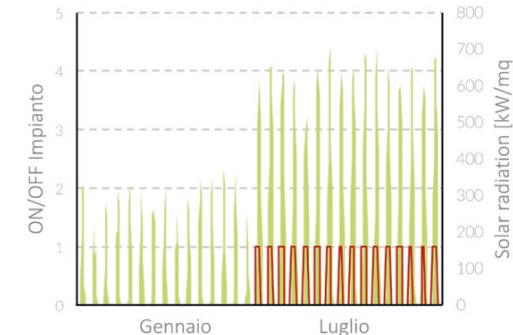


Figura 8.41. Grafico di gestione dinamica della radiazione con off invernale

Figura 8.42. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti nel mese di gennaio

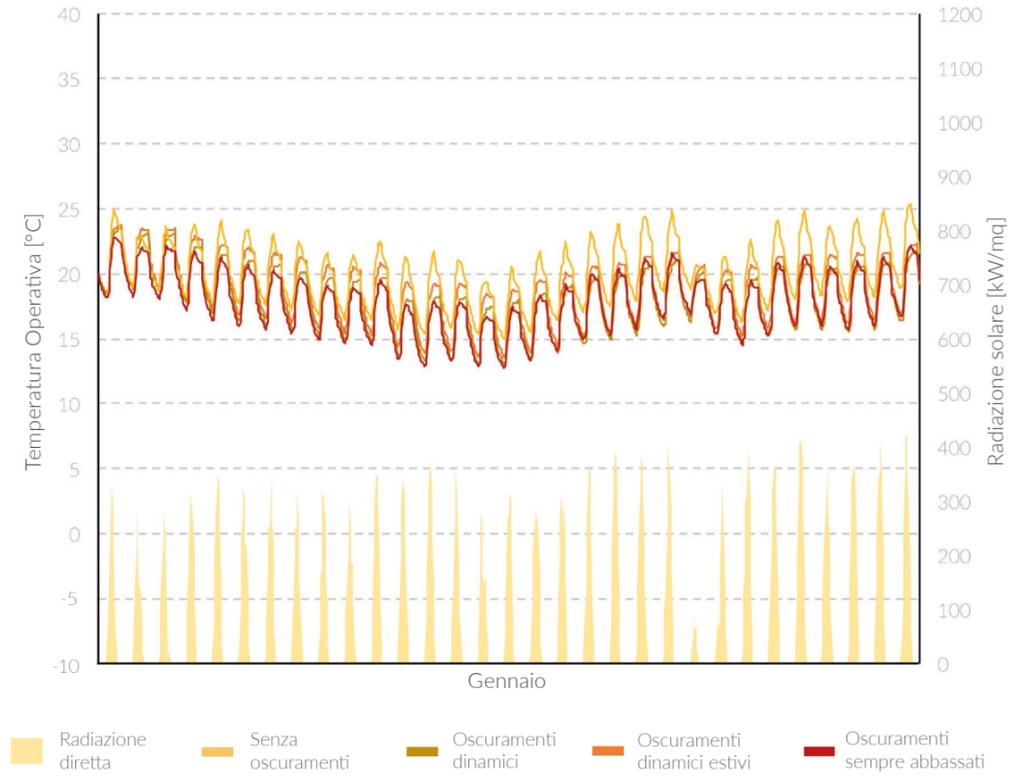


Figura 8.43. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti al 15 di gennaio

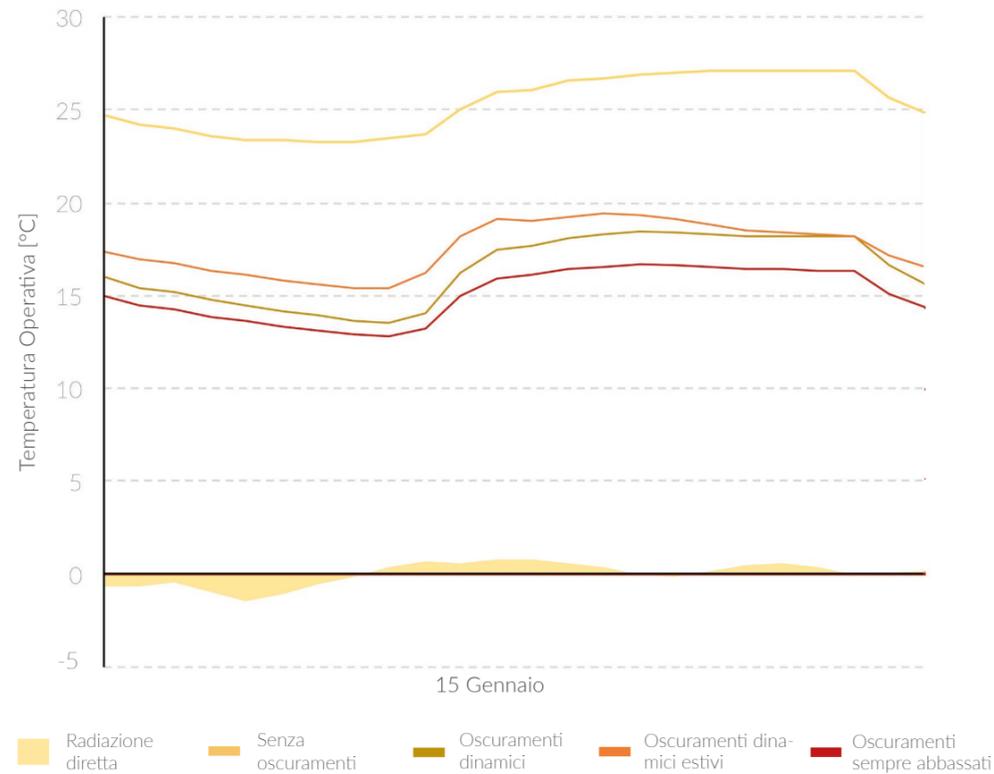


Figura 8.44. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti nel mese di luglio

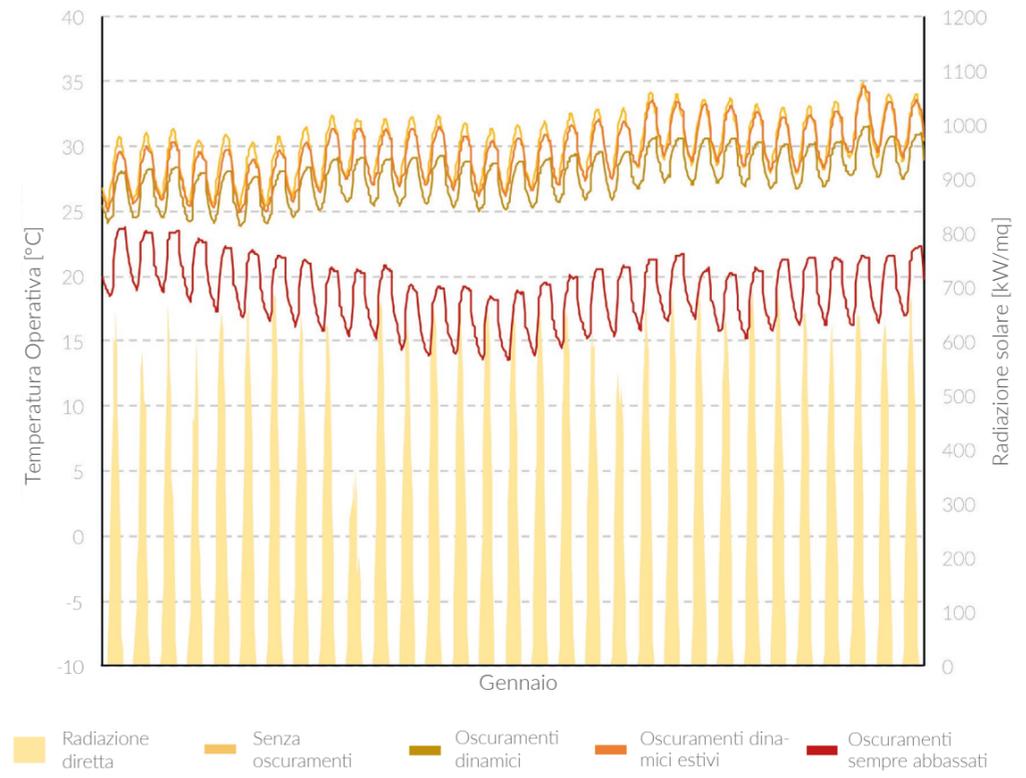
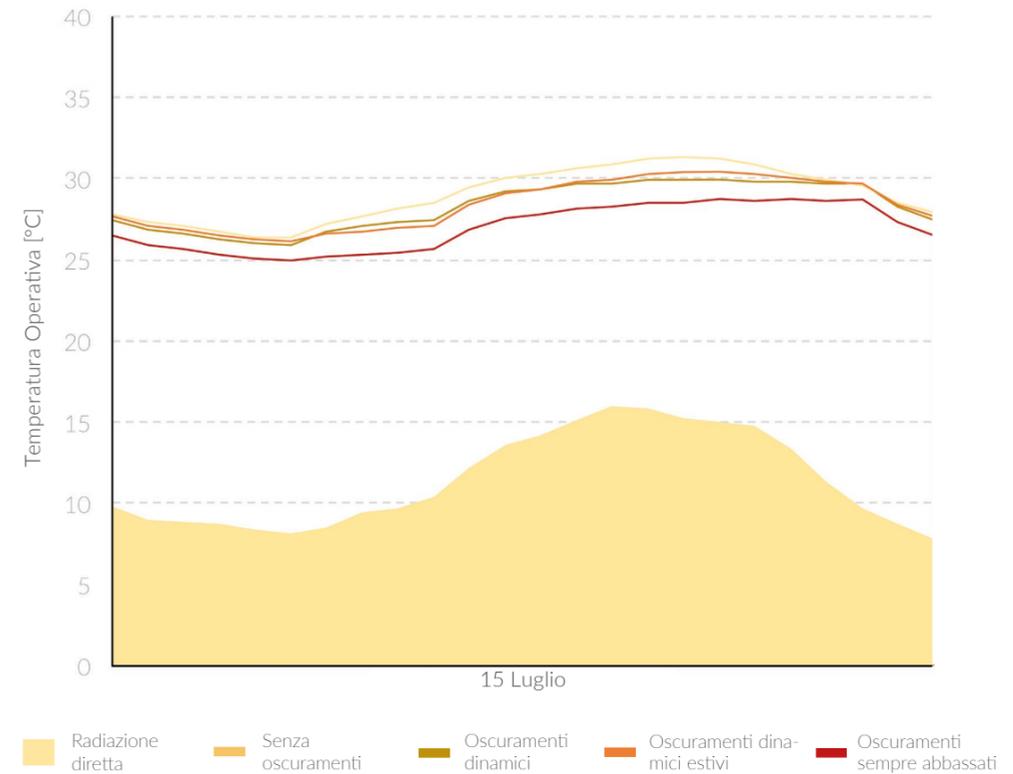


Figura 8.45. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti al 15 di luglio



8.6.1.3. THERMAL ENVIRONMENT

Il comfort termico, stato mentale di benessere con l'ambiente circostante, è fondamentale per la salute degli occupanti ed una delle principali condizioni che evita l'insorgere di malattie. La regolazione interna della temperatura è il parametro principale di controllo anche se, essendo l'idea di comfort soggettiva, è possibile unicamente definire un range ottimale nel quale una percentuale rilevante di persone percepisca tale valore come soddisfacente.

Lo stesso poi può variare a seconda degli indumenti utilizzati, del tipo di attività che si svolge e molto altro. Importante è anche l'influenza della temperatura esterna all'edificio che può far gradire o meno temperature interne nelle diverse stagioni.

Per la stima delle condizioni termiche all'interno degli edifici viene dunque utilizzata la temperatura operativa, combinazione tra la temperatura dell'aria e quella delle superfici limitrofe e la temperatura media operante.

Grazie all'impiego del metodo adattivo nei pe-

riodi invernali; con temperature inferiori a 12 °C vengono presi in esame i valori di temperatura operativa minima viceversa in periodi estivi con temperature superiori a 12 °C si vanno ad analizzare valori massimi.

Simulando l'edificio in free floating senza dunque considerare la presenza degli impianti la classificazione è così riportata:

1.  $T_{i,o} < 0.33 \times T_{rm} + 20.8^{\circ}\text{C}$
2.  $T_{i,o} < 0.33 \times T_{rm} + 21.8^{\circ}\text{C}$
3.  $T_{i,o} < 0.33 \times T_{rm} + 22.8^{\circ}\text{C}$
4.  $T_{i,o} < 0.33 \times T_{rm} + 23.8^{\circ}\text{C}$

Analizzando invece l'oscillazione delle temperature orarie con l'inserimento degli impianti il range diviene più restrittivo è così composto:

1.  $T_{i,o} < 25.5^{\circ}\text{C}$
2.  $T_{i,o} < 26^{\circ}\text{C}$
3.  $T_{i,o} < 27^{\circ}\text{C}$
4.  $T_{i,o} < 28^{\circ}\text{C}$

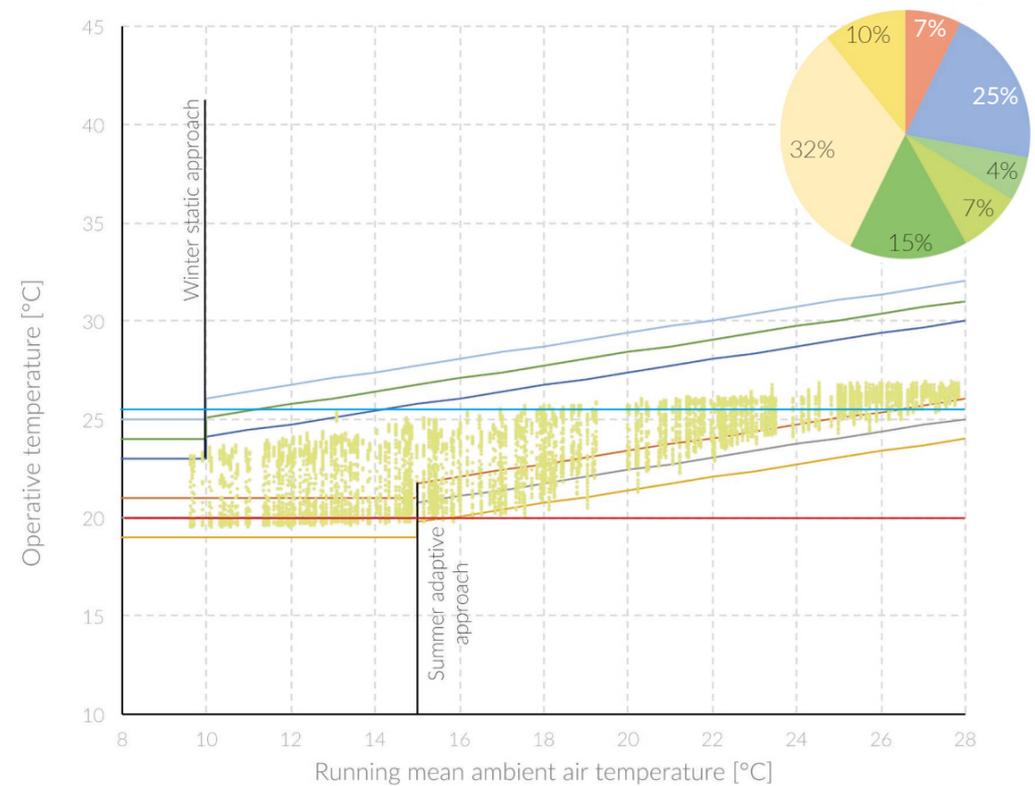


Figura 8.46. Caso secondo normativa: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.



Dopo un primo approccio volto a confermare le buone performance del pacchetto tecnologico utilizzando le simulazioni "free-floating", con TRNSYS, come descritto in precedenza, si è preferito eseguire le simulazioni delle temperature operative orarie con l'inserimento dell'impianto settando i parametri relativi che maggiormente influenzano l'energia necessaria all'edificio.

Il progetto situato nella provincia d'Agrigento si colloca nella zona climatica C.

In primo luogo dunque, tenendo in considerazione la legge n. 10 del 9 gennaio 1991 e il D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 il riscaldamento è stato impostato per massimo 10 h giornaliere a partire dal 15 di novembre fino al 31 di marzo considerando come parametri di temperatura rispettivamente 20°C in inverno e 26°C in estate.

Volendo ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio si è quindi passati ad ottimizzare gli aspetti di comfort in relazione all'energia richiesta andando dapprima a valutare nelle mezze stagioni lo spegnimento degli impianti e a sfruttare così l'effetto della ventilazione naturale di regolazio-

ne del clima. A questo proposito, analizzando i valori di temperatura esterna e definendo un range di temperature sempre compreso tra i 20 e i 25° °C esterni si è quindi valutata la possibilità di garantire valori di comfort all'interno dell'edificio che soddisfacessero il maggior numero di persone arrivando a ridurre del 2% i fabbisogni invernali ed estivi.

I valori ottenuti sin qui dalla simulazione dinamica permettevano di raggiungere la categoria di comfort di terzo livello pur avendo valori interni ottimi per la funzione dell'edificio. Per livelli superiori a 20°C di riscaldamento non si sarebbe inoltre rispettata la normativa italiana e l'incremento avrebbe pesantemente diminuito le performance energetiche. Per poter dunque ottenere un radar il più equilibrato possibile si sono valutati i parametri da assegnare con la volontà di rientrare nei valori eccellenti di Active House. Si nota come valori superiori a 21,5 °C nel mese invernale e inferiori a 25,5 °C nella stagione estiva risultano poco idonei al clima mediterraneo favarese e soprattutto nemmeno

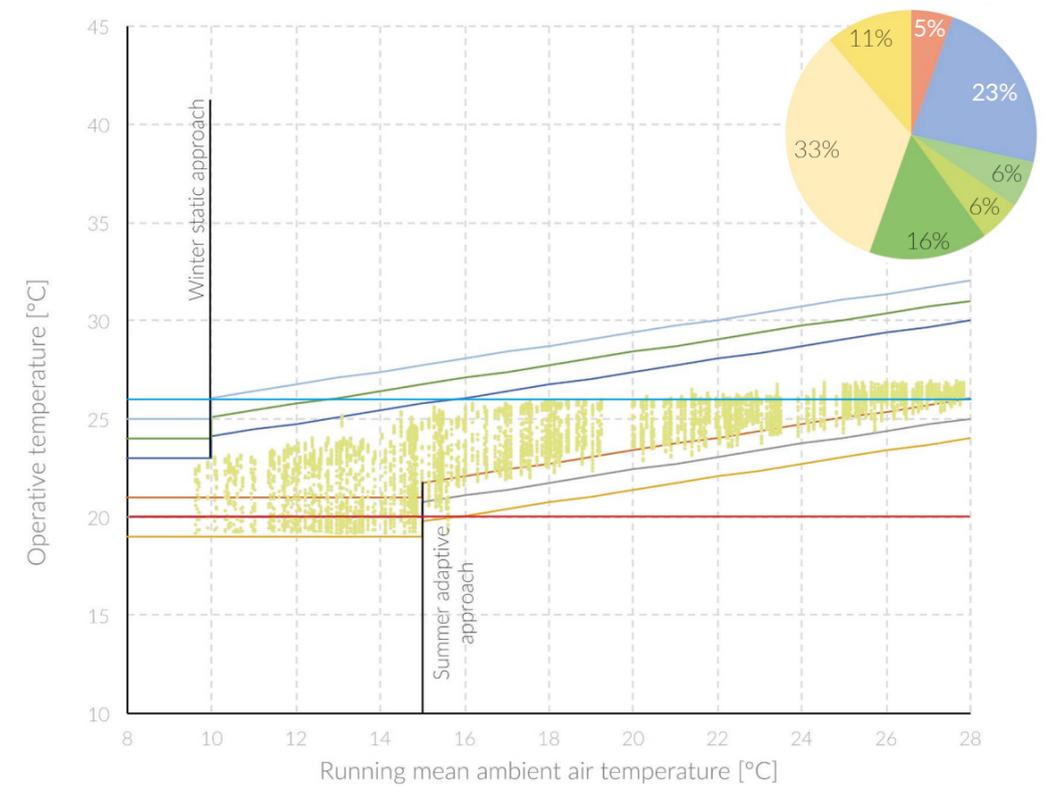


Figura 8.47. Caso con ventilazione naturale: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.



in linea con i parametri normativi. Ragionando si è pensato dunque di considerare nuovi limiti per il protocollo Active House, modificando valori basati su climi continentali e potendo dunque definire "step" differenti di classificazione avvalorati dai grafici di Fanger con limiti tra 20°C e 27°C con un buon livello di soddisfazione delle persone. Si ricorda poi la definizione stessa di comfort definito come: la condizione psicofisica di benessere e soddisfazione in relazione alla temperatura di un ambiente, valutato su parametri soggettivi. Il comfort termico è dunque un parametro influenzato da differenti aspetti tra i quali sicuramente il clima esterno. Il fruitore dell'edificio nel mese estivo in particolare se sottoposto a picchi di temperatura dell'ambiente esterno anche di 40 °C trovando un ambiente alla temperatura di 27°C/28°C sicuramente percepisce uno stato di Comfort evitando in egual modo eccessive richieste di energia per riscaldamento e raffrescamento riducendo come visibile nei bilanci riportati rispettivamente del 3% e del 7% i valori finali rispetto a quelli da normativa.

8.6.1.4. INDOOR AIR QUALITY

Altro aspetto fondamentale per il benessere fisico del l'uomo è la qualità dell'aria. Parametro indiretto nel controllo della stessa è il livello di CO<sub>2</sub> che espresso in parti per milione indica se i ricambi di aria fresca sono sufficienti o meno. I livelli stabiliti sono dunque i seguenti:

1. 500 ppm di CO<sub>2</sub>
2. 750 ppm di CO<sub>2</sub>
3. 1000 ppm di CO<sub>2</sub>
4. 1200 ppm di CO<sub>2</sub>

Considerando i valori di anidride carbonica medi nella regione dell'agrigentino attestati sulle 410 ppm all'interno degli ambienti grazie ad un ricambio orario calcolato di 1,17 Vol/h e gestito dalla ventilazione meccanica controllata si sono raggiunti livelli di concentrazione che oscillavano tra le 490 e le 500 ppm decretando di fatto una buona qualità dell'aria negli ambienti e di conseguenza un sufficiente ricambio della stessa in funzione dell'affollamento dell'edificio.

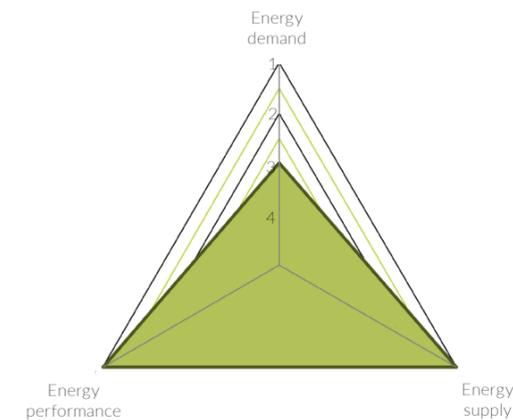
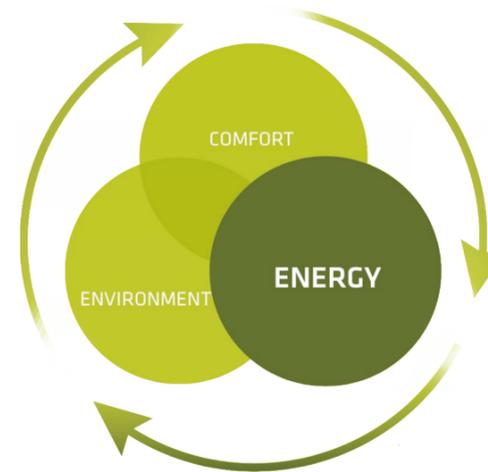


Figura 8.49. Schema di introduzione all'energia e radar relativo di progetto

8.6.2. ENERGIA

Il 40% dell'energia consumata è dovuta agli impianti domestici di riscaldamento, raffrescamento e illuminamento. Per questo motivo risulta interessante l'analisi energetica dell'edificio ed una progettazione tecnologico-impiantistica volta alla massima riduzione della richiesta di energia e all'integrazione attraverso l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile. Secondo la strategia "Trias Energetica" lo sviluppo di una buona pianificazione energetica passa attraverso la presa in analisi di: energia richiesta, energia prodotta e l'energia primaria.

diagnosi diretta e comfort ha permesso di calcolare l'energia richiesta dall'edificio. Estrapolando il bilancio energetico dello stesso dunque sono stati osservati e analizzati i guadagni interni, quelli solari, le dispersioni per ventilazione e, fondamentali per il calcolo, i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento. In linea con quanto previsto, l'edificio posto in un clima mediterraneo si caratterizza per un basso valore di fabbisogno attestato a 331 kWh e valori nettamente superiori durante la stagione estiva con un consumo di 14.187,3 kWh. Considerando a questo punto il calcolo energetico distribuito sui 156 m<sup>2</sup> dell'edificio si sono dunque trovati i valori:

HEATING	2,1 kWh/m <sup>2</sup>
COOLING	91 kWh/m <sup>2</sup>

8.6.2.1. ENERGY DEMAND

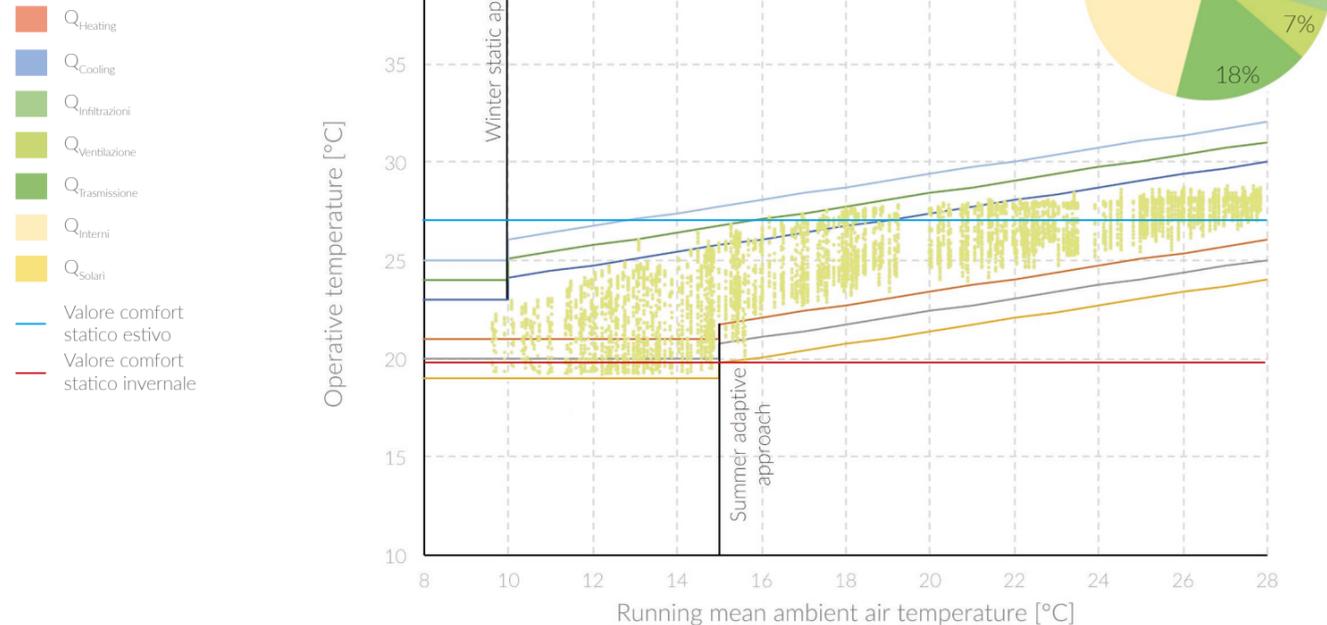
Nell'ammontare totale dell'energia richiesta, nel quale vengono calcolati i fabbisogni per riscaldamento, raffrescamento, illuminazione artificiale, ventilazione e acqua calda sanitaria vengono computati tutti i processi volti a garantire il benessere e il comfort dei fruitori. Il parametro energetico considerato è espresso in kWh/m<sup>2</sup> così classificato.

1. ≤ 40 kWh/m<sup>2</sup>
2. ≤ 60 kWh/m<sup>2</sup>
3. ≤ 80 kWh/m<sup>2</sup>
4. ≤ 120 kWh/m<sup>2</sup>

La soluzione di ottimo trovata nei passaggi precedenti considerando parametri come: luce, ra-

Riportando il grafico a torta del bilancio energetico di figura 8.48 e analizzando tali valori in termini assoluti si può notare quali voci pesino maggiormente, in particolare troviamo gli elevati guadagni solari che se pur ottimizzati attraverso la gestione degli oscuramenti incidono per valori percentuali considerevoli, ma anche le perdite termiche per ventilazione contribuiscono da un lato a mantenere i livelli di CO<sub>2</sub> idonei ma dall'altro sia in stagione estiva che in stagione in-

Figura 8.48. Caso di ottimo con variazione nel setup estivo: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.



vernale contribuiscono alla dispersione termica delle temperature di comfort.

**POMPA DI CALORE ACQUA CALDA SANITARIA**

Definito il fabbisogno energetico di riscaldamento e raffreddamento si può procedere al dimensionamento dell'impianto.

Analizzando dunque il luogo di progetto si è scelto di optare per una pompa di calore aria-acqua essendo idonea in climi non eccessivamente rigidi preferendo temperature medio-calde come nel caso in esame.

La scelta è avvalorata poi dall'analisi del sistema di distribuzione; ad oggi nel comune favarese risultavano inesistenti approvvigionamenti da fonti energeticamente sostenibili come biogas e teleriscaldamento e risultavano irrealizzabili per conformazione del lotto pompe di calore a sonda profonda o superficiale.

Confrontando i fabbisogni la fase di raffreddamento estivo risulta la più critica.

$$Q_{COOL} > Q_{HEAT}$$

Stabilito ciò si procede al predimensionamento dell'impianto secondo Normativa Tecnica UNI EN 1283 considerando il fabbisogno di raffreddamento e il contributo energetico dell'impianto

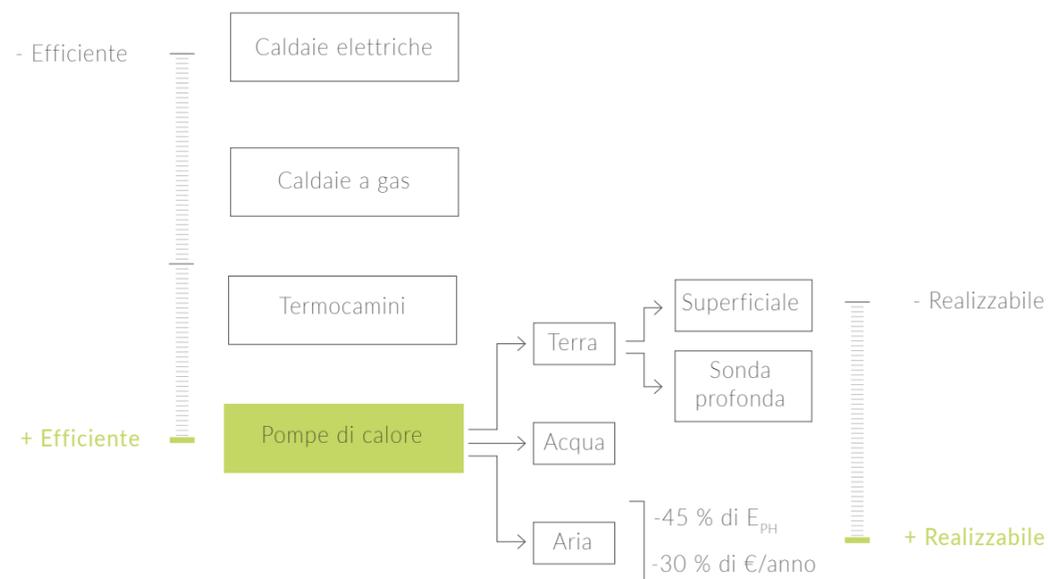


Figura 8.50. Schema di scelta dell'impianto di riscaldamento e raffreddamento

to idrosanitario riportando i seguenti valori:

$$Q_{cool} = 14.187,3 \text{ kWh/anno}$$

$$Q_{acs} = 3302,52 \text{ kWh/anno}$$

$$\text{Giorni di raffreddamento} = 122$$

$$\text{h/gg di raffreddamento} = 12$$

Per garantire l'acqua calda ad uso sanitario si prevede l'impiego di un sistema d'accumulo collegato e alimentato dalla pompa di calore che prevede l'installazione di un boiler. Sulla base della Norma Tecnica UNI 9182:2014 sono stati estrapolati i seguenti valori:

Descrizione	Valore	Unità di misura
Consumo complessivo di picco (C)	260	L
Periodo di preriscaldamento ( $t_{pr}$ )	2	h
Periodo di punta ( $t_{pr}$ )	1,5	h
Fattore di contemporaneità (F)	1	-
Temperatura acqua calda ( $T_u$ )	40	°C
Temperatura fredda ( $T_f$ )	18	°C
Temperatura acqua d'accumulo	60	°C

Si definisce dunque il valore di calore necessario così calcolato:

$$Q_t = C \times (T_u - T_f) = 5720 \text{ kcal}$$

Si calcola il calore orario (Qh) che deve essere ceduto all'acqua in base al calore totale richiesto e al tempo in cui esso può essere ceduto:

$$Q_h = Q_t / (t_{pr} + t_{pu}) = 1600 \text{ kcal}$$

$$Q_a = Q_h \times t_{pr} = 3200 \text{ kcal}$$

A questo punto si può dunque definire il volume d'accumulo con il seguente calcolo:

$$V = Q_a / (T_a + T) = 66 \text{ L}$$

Il calore necessario permette di calcolare anche il consumo secondo la formula fisica che mette in relazione il calore con la massa di fluido da riscaldare; moltiplicando poi il consumo giornaliero per l'anno solare e per un delta di temperature di 30°C si ottiene un valore già citato di 3.302, 52 kWh/anno che aggiunti al consumo di raffreddamento determinano il valore della potenza nominale della pompa di calore come segue:

$$P_n = 17489,82 / (122 \times 12) = 12 \text{ kW}$$

Il riscaldamento e il raffreddamento sono quindi garantiti dalla potenza della pompa che alimenta pannelli radianti a pavimento, impianti con fluido

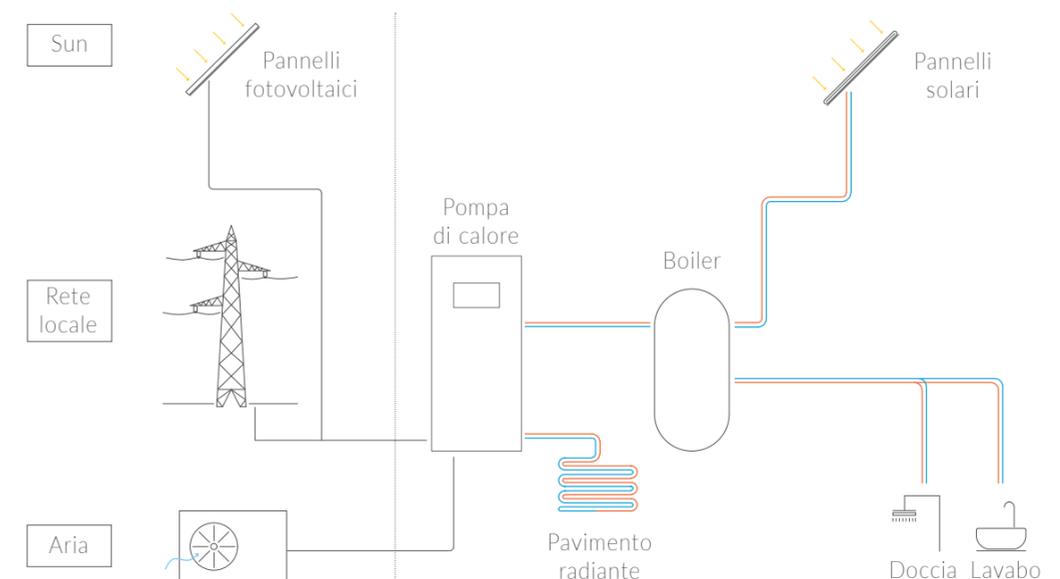


Figura 8.51. Schema generale semplificato degli impianti nell'edificio.

### VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

In edifici caratterizzati da un involucro performante e bassi valori di permeabilità all'aria come sostiene il D.M. del 05 luglio del 1975 risulta necessario installare il controllo meccanico di ventilazione.

Si è identificato, in primo luogo, secondo Normativa Tecnica UNI 10339 il valore d'affollamento del museo pari a 0,3 persone a m<sup>2</sup> e poi calcolato il numero di ricambi ora necessari con la seguente formula:

$$n = 0,15 \times (24 - t_{oc})/24 + (\varphi t_{oc} i_a A_p) / (2400 \times V)$$

con  $\varphi = 21,6 \text{ m}^3/\text{h pers.}$   
 $A_p = 115,91 \text{ m}^2$   
 $V = 341,46 \text{ m}^3$   
 $i_a = i \times 100 = 30$   
 $t_{oc} = 12 \text{ h}$

Il numero di ricambi ora risulta quindi pari a 1,18 Vol/h.

Considerando dunque che l'edificio si compone di 341,45 m<sup>3</sup> le portate totali di mandata ed estrazione dell'edificio sono dunque:

Portata di mandata = 442 m<sup>3</sup>/h  
 Portata di estrazione = 402 m<sup>3</sup>/h

Come si può notare si è optato per un incremento del 10% sulla portata d'aria di mandata garantendo in questo modo che gli ambienti interni siano in pressione, evitando rientri d'aria in prossimità di aperture.

A questo punto si è poi passato a collocare la macchina all'interno dell'edificio e pensare dunque alla distribuzione dell'aria.

Una volta stabiliti i tratti di tubazione si procede al dimensionamento secondo il metodo a perdite di carico costante; ovvero l'intera rete aeraulica è dimensionata mantenendo costante la perdita di carico distribuita per unità di lunghezza.

Il dimensionamento inizia dalla sezione immediatamente a valle del ventilatore di mandata, per il quale si assume un valore delle velocità massima

di 6 m/s così come per tutte le tubazioni che non immettono aria nella stanza, per i tubi secondari d'immissione si sono invece definiti valori di velocità di 2,5 m/s evitando un'eccessiva rumorosità e eventuali fenomeni di discomfort localizzati.

Una volta calcolate le perdite totali di pressioni è stato possibile dunque calcolare la potenza dei ventilatori di mandata ed estrazione definendo così il valore totale di consumo energetico annuo di 972 kWh.

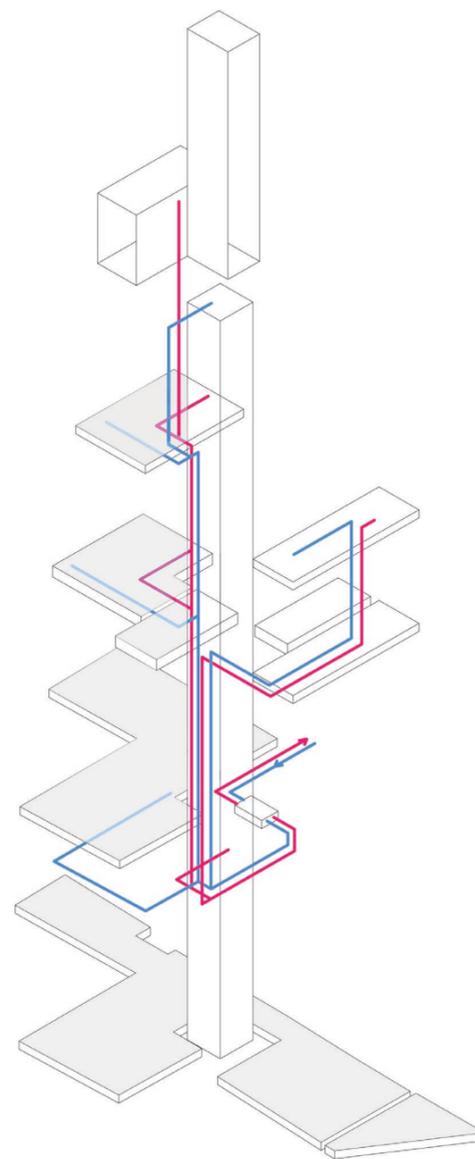


Figura 8.52. Schema assonometrico di distribuzione del sistema di ventilazione

### 8.6.2.2. ENERGY SUPPLY

A seconda delle necessità, una volta ridotte le perdite di energia e considerati i guadagni interni e solari, l'energia necessaria all'edificio è consigliato possa essere introdotta attraverso l'impiego di fonti rinnovabili, che per loro definizione sono inesauribili. La scelta d'energie da fonti che vanno dall'acqua al sole passando per il biogas definiranno valori percentuali di copertura del fabbisogno energetico complessivo definendo di conseguenza il punteggio come segue.

1. 100%
2. ≥75%
3. ≥50%
4. ≥25%

Come descritto prima, dopo aver definito gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione e acqua calda sanitaria si sono inseriti nel sistema dei pannelli fotovoltaici e solari, che potesse sopperire i primi ad una quota parte del consumo elettrico della pompa di calore e dell'illuminazione artificiale, i secondi alla produzione di acqua calda sanitaria.

Analizzando inizialmente l'impiego di un impianto fotovoltaico monocristallino secondo la collocazione geografica si sa che:

Descrizione	Valore	Unità di misura
Produzione annua a kW di potenza nel sud Italia	1500	kWh/anno
Potenza di picco a m <sup>2</sup>	145	W/m <sup>2</sup>
Superficie disponibile	27,5	m <sup>2</sup>

Predimensionando dunque il sistema si ottiene:

$$P_{n \text{ tot. impianto}} = P_n \times \text{Sup.} = 4 \text{ kW}$$

Considerando ora la produzione annua secondo irraggiamento solare sopra indicato si ottiene dunque una produzione di energie elettrica pari a 6000 kWh/anno.

Più nel dettaglio sono stati poi valutati i calcoli

di predimensionamento utilizzando il software di calcolo PVGIS; Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps in grado di definire il valore totale di energia prodotta durante l'anno in funzione dell'esatta localizzazione, dell'esposizione, dell'inclinazione dei pannelli e della tecnologia considerata.

Considerando i seguenti aspetti parametri:

Sito: 37°18'57" North, 13°39'44" Est,

Altitudine: 304 m s.l.m.,

Dati della radiazione solare: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale: 4.0 kW

Perdite di temperatura e bassa irradianza:

12.3% (utilizzando le temperature locali)

Perdite per effetti di riflessione angolare: 2.8%

Altre perdite (cavi, inverter etc.): 14.0%

Sistema combinato di perdite dei PV: 26.7%

Sulla base quanto elencato in precedenza si sono estrapolati dal software il valore totale di energia elettrica prodotta attestato su 6030 kWh anno con un scarto di soli 30 W rispetto al calcolo manuale basato sulla media di produzione a kW della località.

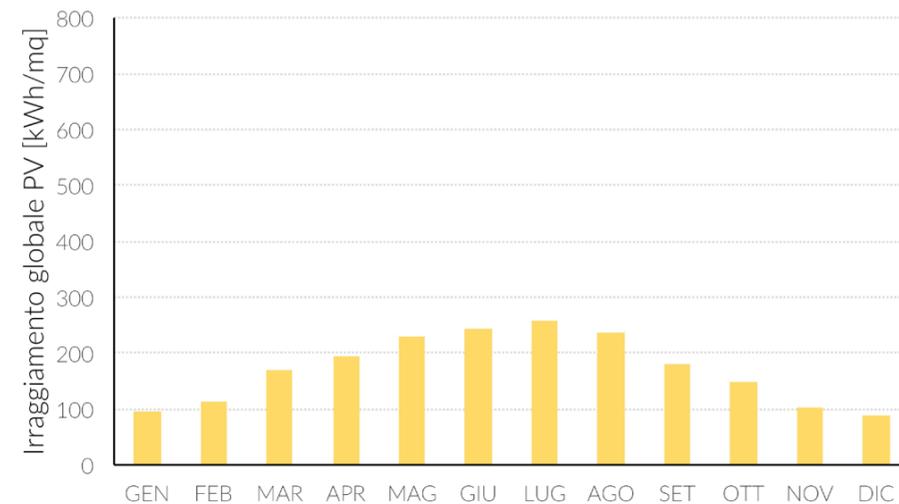
Di seguito si riporta la tabella con i dati estrapolati dal software:

Month	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
GEN	9.47	294	3.06	95.0
FEB	12.50	351	4.06	114
MAR	16.60	515	5.51	171
APR	19.20	577	6.49	195
MAG	21.60	671	7.46	231
GIU	23.20	695	8.15	245
LUG	23.50	728	8.33	258
AGO	21.30	662	7.62	236
SET	17.50	524	6.04	181
OTT	14.00	433	4.74	147
NOV	10.50	315	3.48	104
DIC	8.64	268	2.82	87.5
ANNO	16.50	502	5.66	172
TOT. ANNUO		6030		2060

Figura 8.54. Grafico dell'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico



Figura 8.53. Grafico dell'irraggiamento globale medio ricevuto per dai pannelli fotovoltaici



Come si può notare dai grafici della pagina precedente la produzione d'energia elettrica raggiunge il suo picco nei mesi estivi in particolare nel mese di luglio con valori di 728 kWh. Allo stesso modo si può notare la diretta correlazione tra l'energia prodotta e i valori di irraggiamento globali ricevuti dai pannelli che, come si può vedere dal grafico, anche in questo caso raggiunge il picco massimo nei mesi estivi, dove la radiazione è più intensa con picchi di oltre 800 W/m<sup>2</sup> presente per più ore al giorno.

Per l'installazione degli impianti termici invece, si sono considerati dei pannelli sottovuoto con le seguenti caratteristiche:

Descrizione	Valore	Unità di misura
Produzione annua di potenza nel sud Italia a m <sup>2</sup>	1863	kWh/anno
Rendimento	0,75	W/m <sup>2</sup>
Superficie disponibile	8,5	m <sup>2</sup>

Calcolando dunque la produzione annua si ha che:

$$P_{\text{tot. prodotta}} = P_{\text{prodotta/mq}} \text{ rend. Sup.}$$

Per un totale di 11.877 kWh/anno

Considerando a questo punto il D.M. 28/2011 per ristrutturazioni importanti vengono rispettati i vincoli imposti.

Nel dettaglio sono garantiti:

- 50% di produzione di acqua calda sanitaria da impianto solare termico
- Una potenza > 1,8 kW per l'impianto fotovoltaico (P = 90 m<sup>2</sup> /50)
- 50% di produzione d'energia da fonti rinnovabili in relazione al consumo per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.

Più nel dettaglio, la produzione d'acqua calda sanitaria può essere interamente soddisfatta dai pannelli solari in copertura che, collegati alla pompa di calore, contribuiscono anche al riscaldamento dell'impianto a pannelli radianti.

L'energia elettrica consumata per illuminazione artificiale, la ventilazione meccanica e il funzionamento della pompa è sopperita per il 50% dall'impianto fotovoltaico e per la restante parte dalla rete elettrica di distribuzione della zona. Se pur il consumo di energia elettrica soddisfi il 50% è interessante notare come durante il periodo invernale il fabbisogno estremamente basso permette di produrre più energia del necessario che verrà poi consumata nella stagione estiva nelle fasi di raffrescamento. Inoltre il picco di produzione dell'energia elettrica dei pannelli direttamente proporzionale ai valori di irraggiamento raggiunge la massima produzione nel periodo di maggior richiesta energetica.

Se si considerano poi sia la produzione di kWh anno dell'impianto solare e di quello fotovoltaico si hanno rispettivamente valori di 11.877 e 6030 per un totale di 17.907 kWh che se paragonato con un consumo totale di 15.200 kWh annuo determinano una produzione di energia superiore ai consumi.

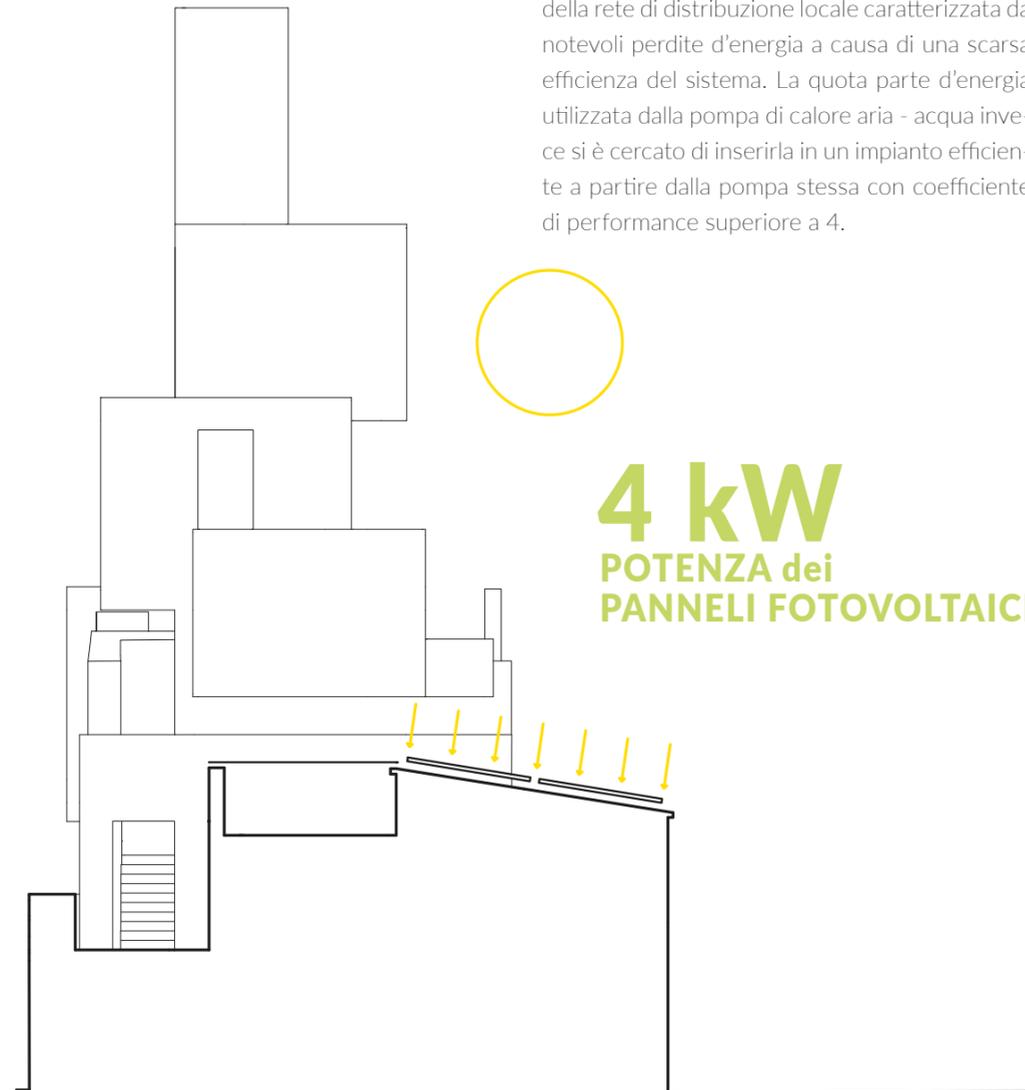
### 8.6.2.3. PRIMARY ENERGY PERFORMANCE

Altro parametro da considerare sono le perdite di energia dovute alla catena di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia che a seconda dei differenti tipi di fonte, alla distanza e al tipo di impianto utilizzato possono essere considerevoli. Tale parametro è essenziale in quanto permette di indicare l'energia prodotta senza perdite e successivamente valutare l'energia finale usata dall'utenza attraverso l'impiego di fattori di conversione normati dalle Direttive Europee sulle Performance Energetiche degli Edifici; tutto ciò con lo scopo di valorizzare i progettisti e gli ingegneri che scelgano soluzioni tecniche volte alla riduzione al minimo del consumo di energia primaria.

**50%**  
ACS PRODOTTA  
da SOLARE TERMICO

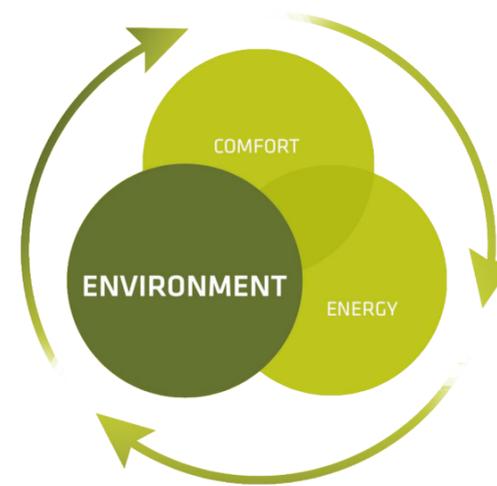
1. < 0 kWh/m<sup>2</sup> per l'edificio
2. 0-15 kWh/m<sup>2</sup> per l'edificio
3. 15-30 kWh/m<sup>2</sup> per l'edificio
4. ≥ 30 kWh/ m<sup>2</sup> per l'edificio

Analizzando invece il parametro di performance dell'energia primaria si tiene conto dell'utilizzo di fonti rinnovabili grazie agli impianti solare termico e fotovoltaico evitando così un uso eccessivo della rete di distribuzione locale caratterizzata da notevoli perdite d'energia a causa di una scarsa efficienza del sistema. La quota parte d'energia utilizzata dalla pompa di calore aria - acqua invece si è cercato di inserirla in un impianto efficiente a partire dalla pompa stessa con coefficiente di performance superiore a 4.



**+50%** ENERGIA SOPPERITA  
da FONTI RINNOVABILI

Figura 8.55. Immagine di posizione dei pannelli solari e fotovoltaici con i valori percentuali di contributo



8.6.2.4. AMBIENTE

Per la costruzione di edifici vengono sfruttate circa il 24% delle risorse del pianeta e ad oggi l'uomo si trova a fronteggiare il cambiamento climatico a causa di un eccessivo rilascio in atmosfera di sostanze inquinanti. Motivo per cui fondamentale è il calcolo dell'impatto ambientale di un edificio già nelle fase embrionali di progettazione.

LIFE CYCLE ASSESSMENT

I carichi ambientali sono suddivisi in 6 differenti categorie: il potenziale di riscaldamento globale, potenziale di eliminazione dell'ozono, potenziale di formazione fotochimica dell'ozono, potenziale di acidificazione e potenziale di eutrofizzazione. L'analisi di questi parametri viene presa in considerazione nella Valutazione del Ciclo di Vita, riportata in lingua inglese in Life Cycle Assessment (LCA) un'analisi dettagliata dei materiali utilizzati considerandone l'impronta ecologica a partire dalle fasi di produzione, distribuzione, uso, riciclaggio e dismissione finale. Di seguito si riportano le classi assegnate a seconda dei valori d'edificio.

- Energia primaria
1. < -150 kWh/m<sup>2</sup> x a
  2. < 15 kWh/m<sup>2</sup> x a
  3. < 150 kWh/m<sup>2</sup> x a
  4. < 200 kWh/m<sup>2</sup> x a

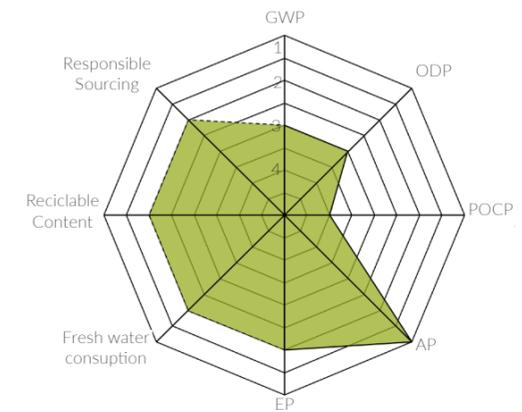


Figura 8.56. Schema di introduzione alla valutazione d'impatto ambientale e radar relativo di progetto

Global warming potential (GWP)

1. < -30 kg Co<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
2. < 10 kg Co<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
3. < 40 kg Co<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
4. < 50 kg Co<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a

Ozone depletion potential (ODP)

1. < 2.25E-07 kg R<sub>11</sub>-eq/m<sup>2</sup> x a
2. < 5.3E-07 kg R<sub>11</sub>-eq/m<sup>2</sup> x a
3. < 3.7E-06 kg R<sub>11</sub>-eq/m<sup>2</sup> x a
4. < 6.7E-06 kg R<sub>11</sub>-eq/m<sup>2</sup> x a

Photochemical ozone creation potential (POCP)

1. < 0.0025 kg C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
2. < 0.0040 kg C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
3. < 0.0070 kg C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
4. < 0.0085 kg C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a

Acidification potential (AP)

1. < 0.010 kg SO<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
2. < 0.075 kg SO<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
3. < 0.100 kg SO<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
4. < 0.125 kg SO<sub>2</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a

Eutrophication potential (EP)

1. < 0.0040 kg PO<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
2. < 0.0055 kg PO<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
3. < 0.0085 kg PO<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a
4. < 0.0105 kg PO<sub>4</sub>-eq./m<sup>2</sup> x a

CONSUMO D'ACQUA

Data la scarsità di acqua diviene fondamentale considerarne il consumo all'interno di un edificio e come esso possa essere migliorato. Vengono quindi stabiliti valori percentuali sul risparmio di acqua in relazione alla media nazionale di litri consumati.

- 1. Miglioramento ≥ 50%
- 2. Miglioramento ≥ 30%
- 3. Miglioramento ≥ 20%
- 4. Miglioramento ≥ 10%

Grazie all'impiego di un sistema di raccolta, recupero e riuso delle acque piovane dopo la sistemazione di una vasca d'accumulo in polietilene monoblocco nella zona sottostante l'ingresso della torre si è ridotto il consumo d'acqua del museo del 30% rispetto alla media nazionale rendendo sostenibile mantenere il verde dei sette cortili dai piani terreni sino alle piante in copertura ma non solo anche il riuso dell'acqua filtrata per il riempimento delle cassette dei WC.

COSTRUZIONE SOSTENIBILE

Concludendo l'analisi di impatto ambientale deve essere tenuto in considerazione il valore

percentuale di materiale riciclabile in relazione al peso della costruzione.

- 1. ≥ 50%
- 2. ≥ 30%
- 3. ≥ 10%
- 4. ≥ 5%

Secondo quanto previsto dal protocollo Active House sono stati inseriti nelle suddivisioni tecniche gli elementi dei singoli strati tecnologici con le specifiche di riferimento, sono stati poi valutati struttura, fondazioni, serramenti e impianti definendo dunque quantità di ogni elemento.

Il ciclo di vita della struttura si attesta a 50 anni e, come è possibile notare, l'impiego di una struttura in acciaio in primis, il riuso di una struttura preesistente e l'impiego di soluzioni tecnologiche a secco ha permesso di sfruttare la riciclabilità della maggior parte dei materiali e quindi andare a definire un'impronta ecologica globale più bassa rispetto ad una struttura completamente in calcestruzzo.

Analizzando i grafici a torta seguenti come si può notare, sebbene coperture e chiusure verticali fossero gli elementi più importanti nella costituzione dell'edificio caratterizzato da uno

**90% ACCIAIO RICICLATO**

**-25% di CO<sub>2</sub> EMESSA vs CLS**

**-50% FABBISOGNO D'ACQUA**

Figura 8.57. Informazioni percentuali sulla riciclabilità dell'acciaio

sviluppo in verticale, le fondazioni e gli impianti, in relazione alla percentuale di presenza, durante il ciclo di vita della costruzioni risultano gli elementi tecnologici che più pesa nel bilancio di energia primaria non rinnovabile contribuendo per quasi il 50%.

Considerando poi gli altri valori grafici a torta che riportano le sostanze inquinanti definite nella Valutazione del Ciclo di Vita si può notare come la percentuale più importante sia di fatto quella delle chiusure verticali che, in un edificio a torre prevalgono di gran lunga rispetto alla superficie occupata con un rapporto doppio.

Si può anche notare che, se si analizza la percentuale di superficie presente fondazioni e solette con getto di completamento hanno in realtà un'incidenza superiore data proprio dalla presenza di un materiale inerte non riciclabile.

Altri elementi determinanti nella valutazione ambientale sono gli elementi vetrati che occupano una superficie importante dell'edificio e che per la presenza di elementi di guarnizione in EPDM e l'uso di schiume poliuretatiche come sigillanti fanno sì che il loro carico ambientale sia importante in particolare per quanto riguarda il potenziale di eliminazione dell'ozono.

ACCIAIO

L'impiego dell'acciaio sicuramente è una scelta ecologica se rapportata al suo ciclo di vita.

L'acciaio è riciclabile per sua stessa natura: terminata la vita utile dell'opera in cui è inserito, può essere ricondotto in fonderia per assumere qualsivoglia altra funzione.

Dalla fase produttiva a quella di lavorazione, l'acciaio consente di ridurre le emissioni di inquinanti e la quantità di energia impiegata.

I forni ad arco elettrico, attualmente in larga diffusione, garantiscono rispetto ai vecchi forni: limitazione del rumore a 45dB; elevata riduzione delle polveri; riduzione del 50% del fabbisogno d'acqua; fabbisogno di energia impiegata ridotto di oltre la metà; limitazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> garantendo una percentuale di riciclo che in Italia si attesta su valori superiori al 90%.

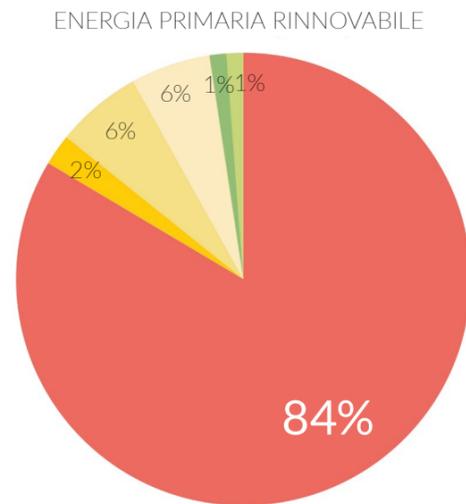


Figura 8.58. Grafico a torta sull'incidenza percentuale di energia primaria rinnovabile degli elementi tecnologici

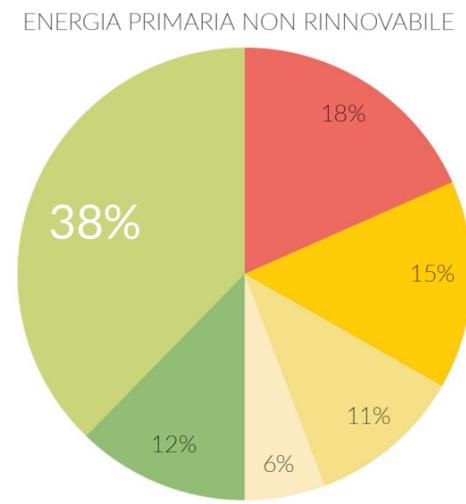


Figura 8.59. Grafico a torta sull'incidenza percentuale di energia primaria non rinnovabile degli elementi tecnologici

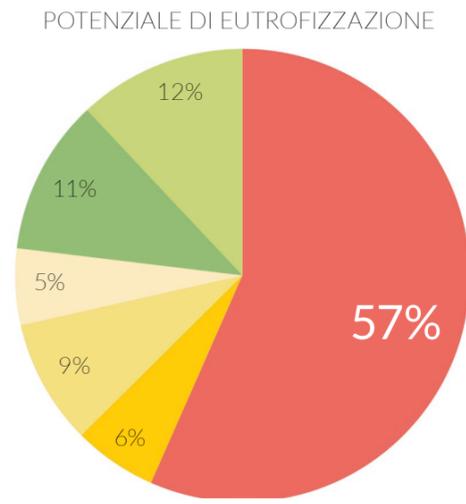
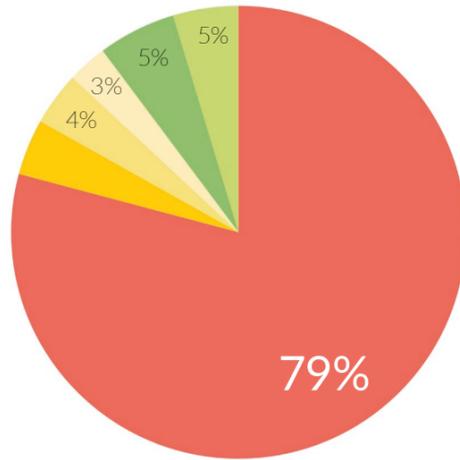
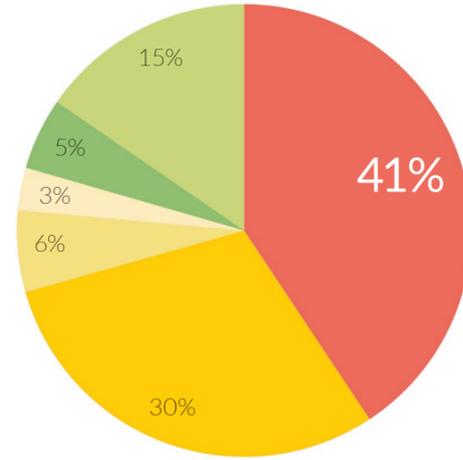


Figura 8.60. Grafico a torta sull'incidenza percentuale del potenziale eutrofizzazione degli elementi tecnologici

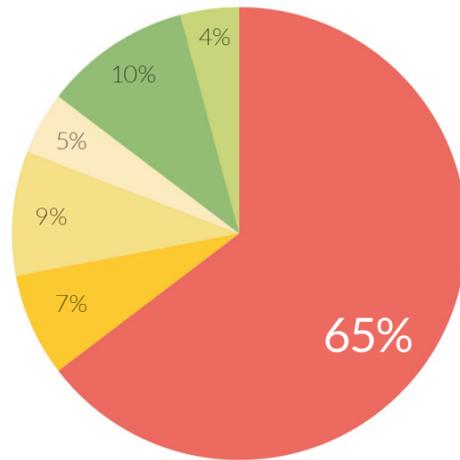
POTENZIALE DEL SURRISCALDAMENTO GLOBALE (GWP)



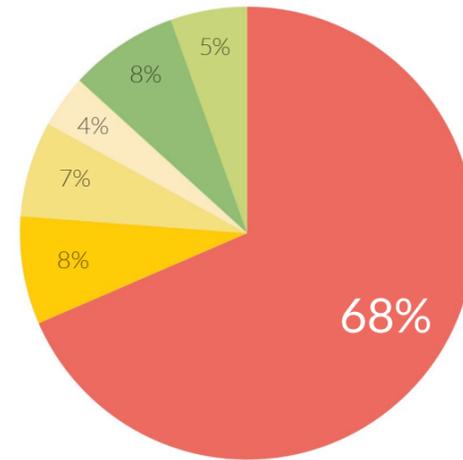
POTENZIALE DI ELIMINAZIONE DELL'OZONO (ODP)



POTENZIALE DI FORMAZIONE FOTOCHIMICA DELL'OZONO (POCP)



ACIDIFICAZIONE POTENZIALE (AP)



- Chiusure verticali opache
- Chiusure trasparenti
- Partizioni orizzontali
- Sistema impiantistico
- Fondazioni
- Chiusure orizzontali
- Partizioni orizzontali
- Chiusure trasparenti

Figura 8.61. Grafici a torta che riporta le percentuali di incidenza dei potenziali inquinanti suddivisi per elementi tecnologici

8.6.2.5. RADAR COMPLESSIVO

Concludendo viene riportato il radar complessivo Active House che in modo chiaro permette di comprendere il valore architettonico, energetico e tecnologico di un edificio e l'impatto che lo stesso ha sull'ambiente.

Confrontando l'edificio con i piccoli radar guida di seguito riportati fa notare come l'edificio abbia raggiunto ottimi livelli in molte categorie e nel complesso sia una struttura sostenibile, ma al contempo in grado di garantire comfort interno sia esso termico che luminoso.

Questo obiettivo è stato raggiunto proprio grazie all'applicazione di una strategia progettuale che prendesse spunto da molteplici discipline unite nella loro essenza caratterizzando così un incontro tra le parti, un compromesso che possa però di fatto dar vita ad un complesso ecologicamente sostenibile e migliore. Dimostrando inoltre come la normativa risulti facilmente soddisfacibile applicando gli standard Active House notevolmente più stringenti e quindi perfetti per una buona progettazione.

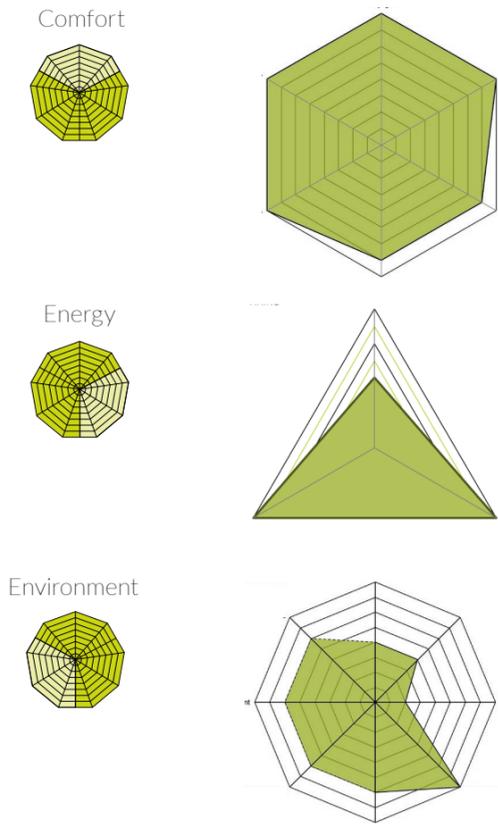


Figura 8.62. Radar parziali dei tre ambiti di indagine Active House: Comfort, Energy e Environment

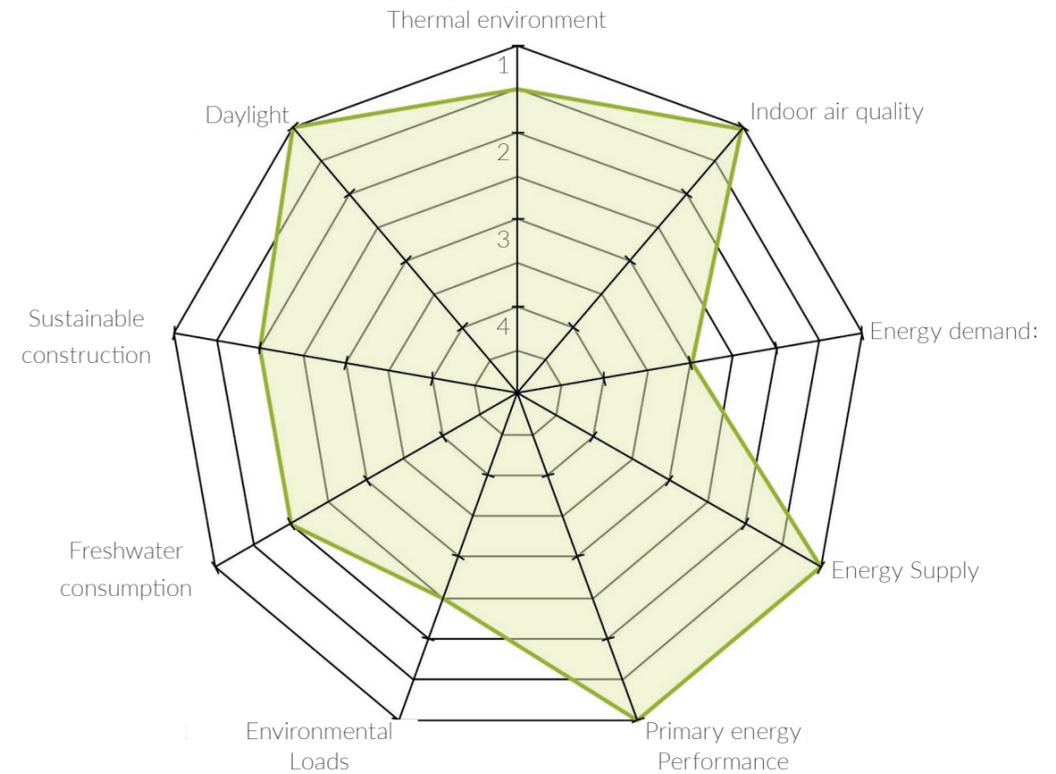


Figura 8.63. Radar complessivo Active House



## INDICE DI CAPITOLO

<b>9.1. La struttura in acciaio</b> .....	<b>199</b>
9.1.1. Cenni storici sulle carpenterie metalliche .....	199
9.1.2. Acciaio, materiale da costruzione .....	202
9.1.3. Profili laminati a caldo .....	204
9.1.4. Profili presso-piegati a freddo.....	205
<b>9.2. Scaff System</b> .....	<b>210</b>
9.2.1. Logistica .....	211
9.2.2. Officine Tamborrino .....	212
9.2.3. Architettura .....	214
<b>9.3. Riferimenti normativi</b> .....	<b>216</b>
<b>9.4. Progetto strutturale</b> .....	<b>217</b>
9.4.1. Concept strutturale .....	217
9.4.2. Metodologia e strumenti utilizzati .....	218
9.4.3. Analisi dei carichi .....	218
9.4.3.1. Carichi permanenti .....	218
9.4.3.2. Carichi variabili .....	221
9.4.4. Struttura del sopralzo in profili Scaff System .....	224
9.4.4.1. Predimensionamento delle travi di copertura.....	224
9.4.4.2. Predimensionamento del pilastro .....	226
9.4.4.3. Analisi agli elementi finiti.....	229
9.4.5. Struttura del basamento in profili laminati a caldo.....	235
9.4.6. Modello globale della struttura .....	238
9.4.6.1. Principi di modellazione .....	238
9.4.6.2. Verifica del predimensionamento.....	238
9.4.6.3. Tiranti e ottimizzazione dei profili .....	240
9.4.7. Valutazione dell'azione sismica.....	242
9.4.7.1. Determinazione dello spettro di riferimento .....	242
9.4.7.2. Calcolo della massa dell'edificio .....	243
9.4.7.3. Calcolo delle risultanti di piano .....	243
9.4.8. Verifica delle vibrazioni .....	244
9.4.9. Ipotesi di consolidamento.....	245

# PROGETTO CAPITOLO 9: STRUTTURALE PEOPLE MUSEUM

## 9.1. LA STRUTTURA IN ACCIAIO

### 9.1.1. CENNI STORICI SULLE CARPENTERIE METALLICHE

Nel campo delle costruzioni l'utilizzo del ferro, nelle sue forme di ghisa e di acciaio, si fa riferimento ad una storia lunga e complicata che trova la sua caratteristica peculiare nel forte legame tra la tecnica costruttiva e lo sviluppo industriale.

Lo sviluppo della tecnologia prosegue di pari passo a quello della produzione industriale, il migliorarsi della filiera in officina è la ragione dello sviluppo progressivo della struttura in ferro che

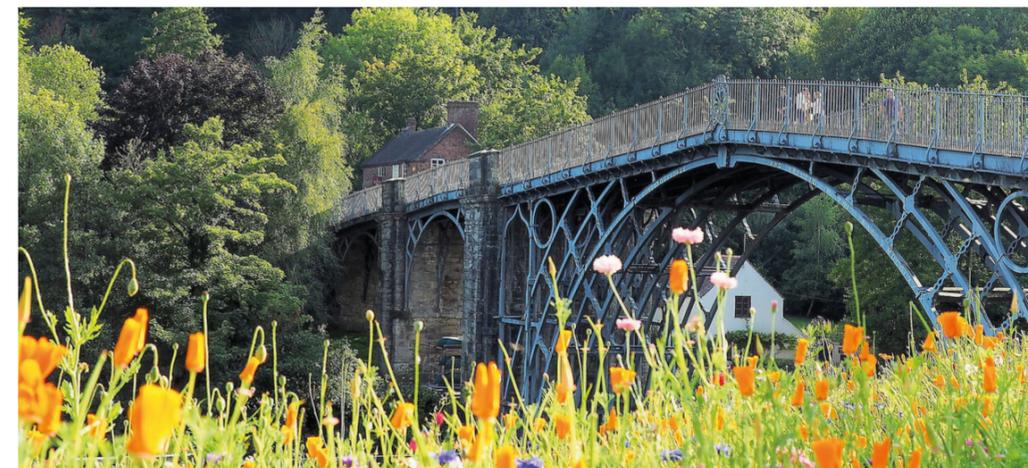


Figura 9.1. Coolbrokdale Bridge, 1779, Jhon Wilkinson



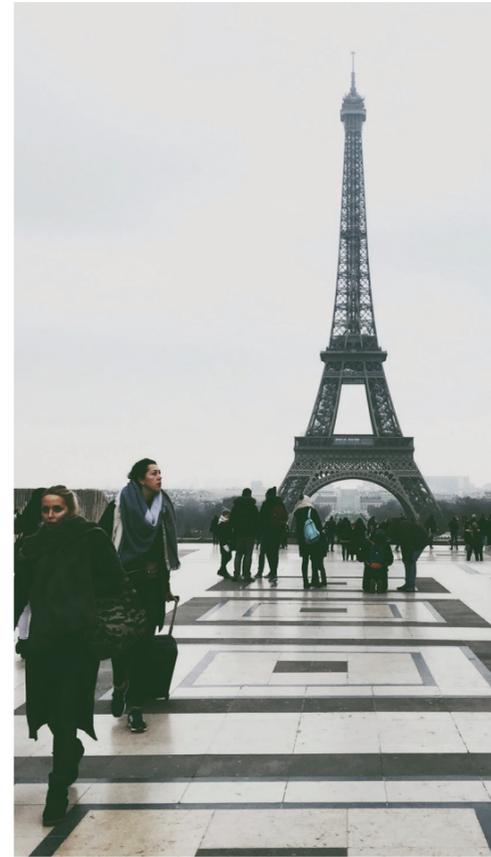
Figura 9.2. Esempi di strutture storiche in metallo. In ordine: Britannia Bridge, 1850 Robert Stephenson, Francis Thompson; Coolbrokdale Bridge, 1779, John Wilkinson; Tour Eiffel 1889; Gustave Eiffel Stephen Sauvestre

a sua volta diventa traino per le aziende metalurgiche. Un circolo virtuoso che, dalla seconda metà dell'800, ha completamente e progressivamente rivoluzionato il campo delle costruzioni. Il ferro entra nel mondo dell'edilizia solo quando la siderurgia ha sviluppato una tecnica produttiva che permetta grande quantità di materiale, che viene all'inizio utilizzato principalmente come rinforzo murario di archi e volte o nel risarcimento per ottenere ferri battuti decorativi.

Il primo vero e proprio, o meglio, uno dei primi esempi importanti di struttura in ferro però si rintraccia solo tra il 1776 e il 1779 con il ponte sul Severn a Coolbrokdale; ad opera del progettista John Wilkinson. Il ponte viene inaugurato nell'operosa regione inglese dello Shropshire, fiorente zona industriale, come collegamento tra la zona delle miniere locali con la sponda del fiume Severn più prettamente industriale. Come tutte le prime strutture in ferro, il retaggio e ri-

chiamo diretto è evidentemente la carpenteria lignea, di cui le prime strutture metalliche riprendono morfologia e logica costruttiva. Con lo sviluppo degli alti forni e l'utilizzo del carbon coke come combustibile nella produzione delle ghise, la seconda metà dell'800 è l'era dell'acciaio. Comincia la produzione industriale di travi in acciaio e nuove tecniche di lavorazione come il convertitore Bessemer che rende finalmente possibile limitare il tenore di carbonio della ghisa ed ottenere così a tutti gli effetti l'acciaio.

È questo quindi il periodo di edifici e infrastrutture che diventano simboli del loro tempo e manifesti di una industria di un mondo che va sempre più veloce. Il 1850 è l'anno del Britannia Bridge di Robert Stephenson: uno dei più importanti esempi dei primi ponti ferroviari in acciaio; l'anno dopo il 1851, in occasione della grande esposizione internazionale di Londra vede la luce il Crystal Palace, il grande capola-



voro in ferro e vetro di Joseph Paxton, e ancora nel 1889 viene costruita una torre totalmente in costruzione metallica alta 312 m che sarebbe diventata il simbolo della città e reso il nome di Eiffel, il suo progettista e appaltatore, famoso in tutto il mondo.

In America intanto, a partire dalla scuola di Chicago, si costruiscono edifici alti multi-piano con tecnologia mista che, come il First Leiter Building di Wells and Monroe; presentano uno scheletro in ghisa che si affianca a murature esterne con funzioni controventanti. Nel 1895 invece il Reliance Building di Burnham è un dei primi edifici a torre con struttura in "gabbia" di acciaio con controventi metallici e facciata vetrata.

È proprio in combinazione con il vetro che l'acciaio comincia ad esprimere le sue potenzialità in termini di capacità portante, leggerezza e trasparenza eleggendosi definitivamente come uno dei materiali principe delle costruzioni.

Figura 9.3. Vista della Tour Eiffel dalla piazza del Trocadero

Figura 9.4. Reliance Building, 1895, Daniel Hudson Burnham

### 9.1.2. ACCIAIO, MATERIALE DA COSTRUZIONE

L'acciaio da costruzione è dotato di alte prestazioni meccaniche che lo hanno eletto come uno dei materiali cardine nel mondo della costruzione.

A livello costitutivo l'acciaio è un materiale omogeneo, isotropo e con un comportamento meccanico simmetrico.

Dotato di una struttura microcristallina omogenea, infatti, l'acciaio conserva le sue caratteristiche meccaniche a prescindere dal volume rappresentativo del materiale, conferendo quindi una perfetta isotropicità della risposta meccanica, le sue prestazioni in termine di resistenza non dipendono dall'orientamento della sua struttura rispetto alle sollecitazioni. Rimanendo a livello costitutivo, la risposta meccanica del materiale acciaio è sostanzialmente simmetrica, presentando un livello di resistenza meccanica a trazione e compressione totalmente confrontabile, senza manifestare un miglior comportamento a l'uno a all'altro tipo di sollecitazione.

Fondamentale caratteristica è poi il tipico comportamento elastoplastico-incrudente. L'acciaio

infatti presenta un comportamento fortemente duttile, con un ramo di incrudimento più o meno accentuato in funzione della sua composizione specifica. Questa caratteristica permette, a strutture in acciaio correttamente concepite di presentare ampi margini di plasticizzazione conferendo a strutture di questo genere una buona predisposizione ad azioni dinamiche come quelle di carattere sismico, escludendo pericolose e imprevedibili fragilizzazioni.

Passando a livello sezionale, come già detto, le capacità meccaniche del materiale rimangono

Proprietà	Valore
Modulo elastico	210000 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a snervamento	235-275-355 Mpa
Coeff. di Poisson	0,3 -
Densità	7850 Kg/m <sup>3</sup>
Coeff. di dilatazione termica	12 * 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>

invariate se non per gli effetti di forma che ne possono variare il comportamento. Il fenomeno di instabilità euleriana infatti, in funzione della tipologia di sezione, riduce la resistenza dell'elemento soggetto a compressione rispetto alla resistenza a trazione, rendendo lo spettro di risposta sezionale asimmetrico. L'instabilità a compressione di un elemento in acciaio consiste in un calo di resistenza dovuta alla deformazione dell'elemento stesso che, superata una certa soglia, introduce delle azioni di secondo ordine che si sommano a quelle applicate all'elemento andando così a ridurne la capacità portante.

La propensione all'instabilità è quindi una caratteristica svincolata dal materiale, ma fortemente legata sia alla geometria sezionale del profilo (dimensioni, forma, spessore...) sia allo schema strutturale globale. Parametro per valutare l'instabilità è infatti anche la snellezza degli elementi e quanto è estesa la luce di libera inflessione specialmente degli elementi compressi.

All'aumentare della snellezza ( $\lambda$ ) il carico critico, ovvero il carico oltre il quale l'elemento va in crisi per instabilità, diminuisce.

Il valore di snellezza dipende dall'inerzia sezio-

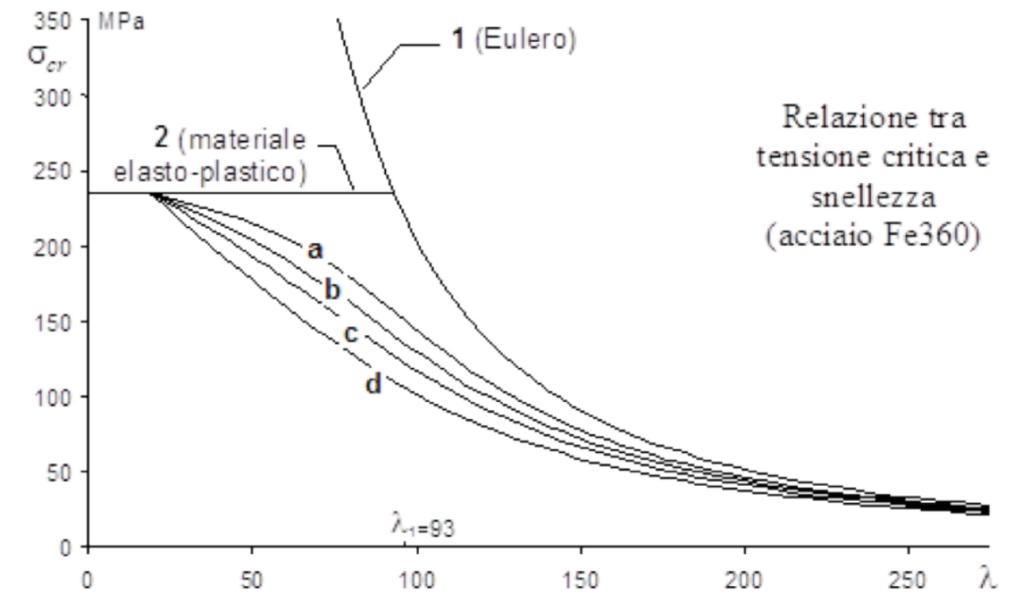
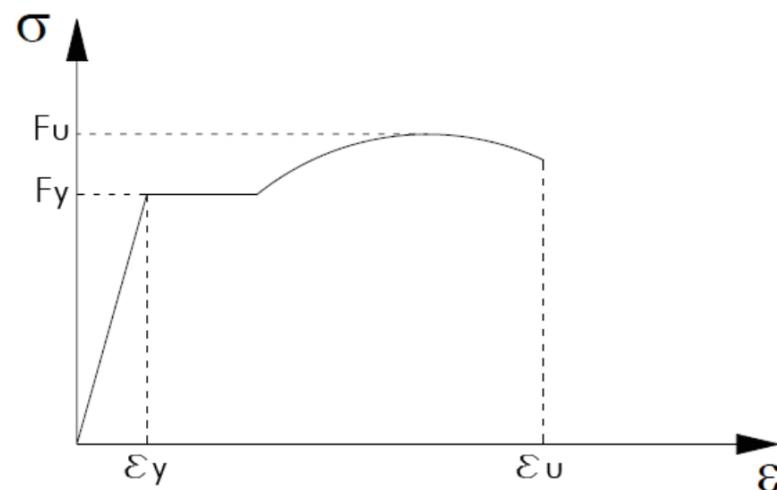


Figura 9.7. Rapporto tra il carico critico e la snellezza dell'elemento

Tabella 9.1. Proprietà del materiale acciaio

Figura 9.5. Grafico del legame costitutivo tipo del materiale acciaio



nale e dalla lunghezza di libera inflessione dell'elemento, tanto più un elemento ha una sezione ridotta rispetto alla sua lunghezza, tanto più sarà predisposto a problemi legati a fenomeni di instabilità.

Pertanto questi fenomeni di secondo ordine sono particolarmente importanti, da tenere in conto qualora si decida di utilizzare dei prodotti come profili presso-piegati a freddo. Tali sezioni hanno, per loro definizione, aree utili e spessori ridotti; le piegature dei profili infatti servono proprio per compensare, per quanto possibile, alla mancanza di rigidità della sottile lamiera di acciaio.

Le sezioni di acciaio sono quindi catalogate in classi a seconda di quanto tale sezione sia più o meno soggetta a problemi di instabilità.

Le classi sono, nello specifico, in dipendenza della capacità rotazionale ( $C_\theta$ ) della singola sezione. La capacità rotazionale valuta il rapporto tra la curvatura raggiunte allo stato di deformazione ultima e allo stato di snervamento secondo la legge:

$$C_\theta = \theta_u / \theta_y - 1$$

Le classi quindi valutano quanto ogni sezioni sia realmente in grado di arrivare alla plasticizzazio-

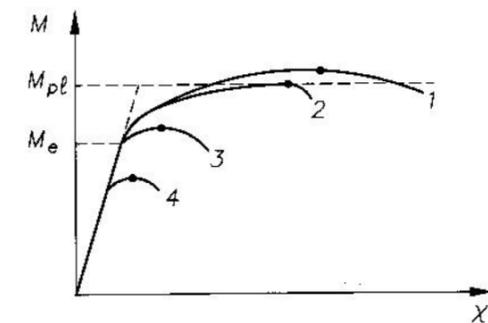


Figura 9.6. Confronto tra grafici momento-curvatura di sezioni delle 4 classi

ne del materiale prima di incorrere in cedimenti sezionali o strutturali dovuti al carico critico Euleriano.

Classe I: Sezione capace di sviluppare una cerniera plastica senza riduzione di resistenza

Classe II: Sezione capace di sviluppare una cerniera plastica, ma con una ridotta capacità rotazionale

Classe III: la fibre della sezione arrivano alla resistenza di snervamento, ma prima di poter plasticizzare il profilo va in crisi per instabilità

Classe IV: sono sezioni in cui il materiale instabilizza prima del limite elastico.

### 9.1.3. PROFILI LAMINATI A CALDO

Classica struttura di riferimento per l'edilizia in acciaio, una struttura ad elementi puntuali è generalmente costituita da telai strutturali con profili, di norma, laminati a caldo. L'acciaio si presta in questo caso a strutture molto leggere e potenzialmente trasparenti, grazie alle proprietà eccezionali del materiale, che hanno un ottimo rapporto resistenza/peso permettendo di coprire anche luci enormi con una struttura leggera e, se ben progettata, otticamente poco impattante. La varietà architettonica di questa soluzione è quindi infinita e può variare dall'edificio residenziale unifamiliare dall'aspetto convenzionale ai grattacieli più innovativi e all'avanguardia. Tante sono le variazioni possibili, da strutture laminate semplici a strutture reticolari, da sistemi di tesaatura tramite cavi metallici a tutto il mondo di soluzioni miste con acciaio o ad esempio legno lamellare. Un materiale l'acciaio laminato che offre uno spettro di opzioni che sta solo alla fanta-

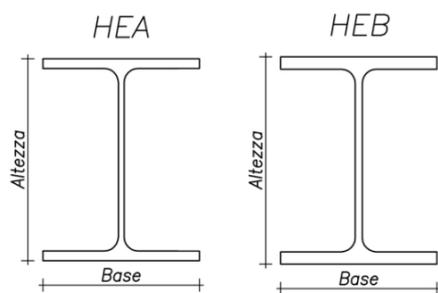


Figura 9.8. Neue Nationalgalerie, 1968, Mies van der Rohe

sia del progettista di saper interpretare, volendo, sempre in modo nuovo ed originale.

I profili laminati a caldo si presentano in una grande varietà di profili, sezioni e dimensioni. I profili più diffusi sono IPE H e L con le loro relative sottofamiglie, ma la possibilità di saldare piatti di grandezze differenti rende la gamma possibile di sezione veramente estesa e totalmente adattabile alle esigenze di ogni progetto.

In generale una sezione ad H o a I è molto efficace se caricata a flessione. Concentrando la maggior parte della massa nelle ali, lontano dal baricentro del profilo, questi tipi di sezione riescono a produrre un momento resistente molto alto in rapporto alla quantità di materiale utilizzato, presentano un rendimento geometrico molto efficace.

Per ottenere grandi luci ottimizzando il peso strutturale, l'acciaio si presta con particolare efficienza a soluzioni reticolari. In questi casi elementi singoli vengono assemblati come bielle in una struttura che riprenda i carichi solo come azioni assiali di trazione e compressione. Secondo le sue regole la progettazione di elementi reticolari permette molti vantaggi, ottimizzando il materiale che lavora, nel caso di sollecitazione più favorevole le strutture reticolari permettono di coprire grandi luci, con elementi strutturali che globalmente possono essere molto leggeri sia da un punto di vista fisico che visivo.

### 9.1.4. PROFILI PRESSO-PIEGATI A FREDDO

I profili presso piegati a freddo sono elementi strutturali in acciaio ottenuti dalla piegatura tramite apposite presse di lamiere sottili. Il principio di questa tecnica costruttiva è l'utilizzo di poco materiale che viene irrigidito tramite la sagomatura. Nervature e risvolti della lamiera infatti sono realizzanti per irrobustire la sezione senza dover necessariamente aumentare lo spessore di acciaio del profilo.

I primi esempi di tale tecnologia risalgono ai primi anni '50, quando questi tipi di profili venivano utilizzati come elementi secondari in strutture di edilizia residenziale economica. La tecnologia dei profili a freddo ha poi avuto un notevole sviluppo soprattutto in America ed in Australia.

Un indiscusso pioniere in questo campo è senza dubbio Jean Prouvé, che sviluppa le prime sperimentazioni con la piegatura delle lamiere già dagli anni '30. Fin da piccolo Jean è immerso in un mondo fatto di manualità e di un forte legame con la matericità delle cose. Il padre è uno dei fondatori dell'Ecole de Nancy, istituzione nazionale delle industrie d'arte, e il giovane Prouvé prende subito dimestichezza con i principi e gli utensili del mestiere del fabbro. Comincia quindi fin da giovane quell'approfondita indagine sul metallo e le sue proprietà che lo porterà, da adulto, ad essere un grande in-



Figura 9.9. Coil di lamiera in acciaio presso i capannoni della linea produttiva Scaff System

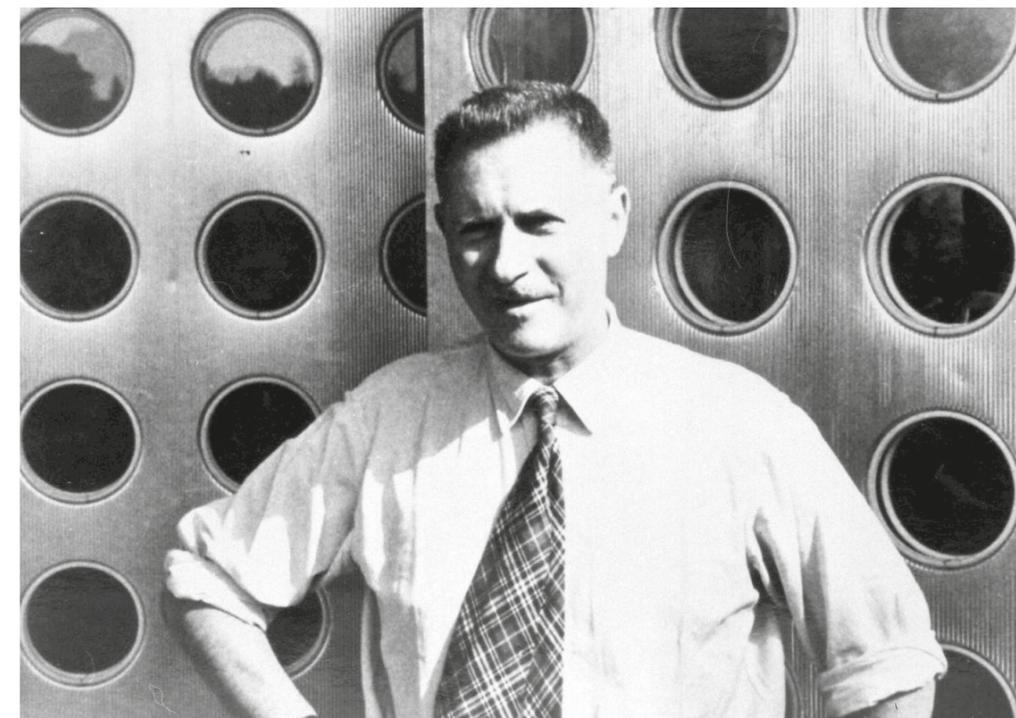


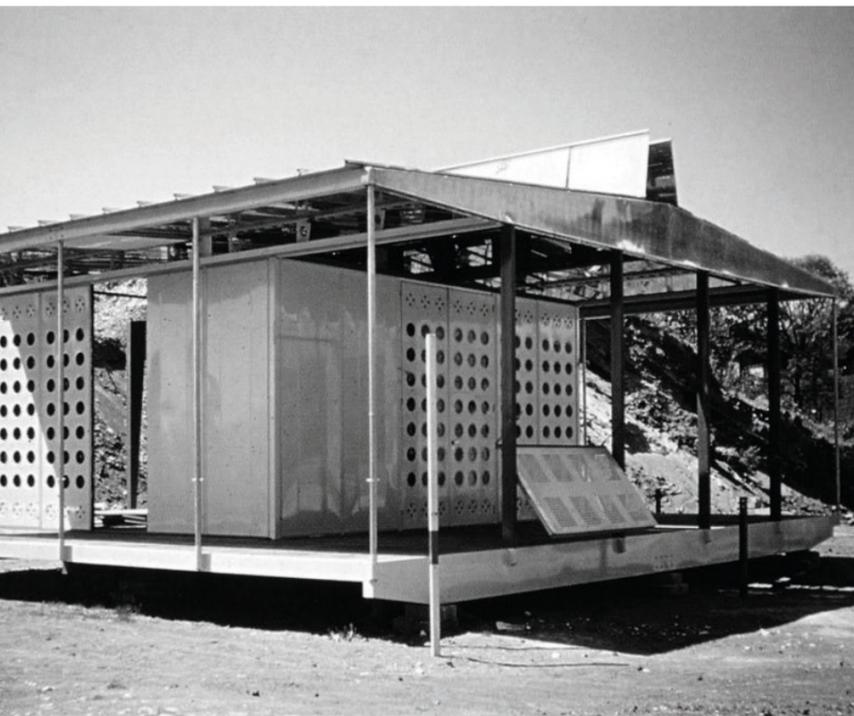
Figura 9.10. Prouvé davanti ai moduli di facciata realizzati in lamiera per la Maison Tropicale, Archivio Vitra

novatore in diversi campi, dall'architettura fino al design. Dopo un apprendistato da un fabbro di Enghien, si avvicina alle nuove tecnologie e ai primi strumenti elettrici per la saldatura per poi, nel 1930, cominciare a scoprire e studiare le tecnologie allora disponibili per la piegatura delle lamiere. Jean Prouvé intuisce fin da subito le potenzialità dell'acciaio usato sotto quella forma e soprattutto le sue possibili applicazioni al mondo dell'edilizia. Si avvicina quindi alla costruzione cominciando la sua indagine dall'unità abitativa. In tale analisi e ricerca però l'obiettivo è fin da subito ben chiaro. Il principio direttore è quello di sfruttare al massimo delle sue possibilità le caratteristiche fisco-meccaniche così da sviluppare un sistema costruttivo innovativo e ottimizzato anche dal punto di vista economico. L'interesse di Prouvé però resta anche radicato nella prassi produttiva e quindi nella filiera industriale alle spalle del materiale edilizio. In questa ottica il materiale base dell'edilizia non è altro che un prodotto seriale mentre invece la varietà dell'architettura è possibile grazie a come la fantasia progettuale assembla questi singoli prodotti.

Tutto questo ragionamento acquisisce senso e

Figura 9.11. Sedia Jean Prouvé, lamiera di acciaio presso-piegata e legno

Figura 9.12. Maison tropical, Jean Prouvé



ancora più valore, se calato all'interno del contesto storico di riferimento. È infatti il dopoguerra e la ricostruzione post bellica che fa da sfondo alle sperimentazioni e ai vari prototipi e brevetti di Prouvé. Il bisogno enorme di una rapida disponibilità di numerose abitazioni dopo le devastazioni della guerra spingono Prouvé a pensare all'industrializzazione e alla prefabbricazione dell'architettura come una possibile soluzione. Inserendosi nello studio sulle unità minime dell'abitare, le soluzioni proposte sono tutte pensate secondo il principio della massima economicità del processo costruttivo. Collaborando con un amico ingegnere sviluppa appositi macchinari per la piegatura delle lamiere con cui realizza i primi manufatti tra cui alcuni ormai celebri pezzi di design. Anche da queste prime realizzazioni si nota l'attenzione di Prouvé per la fisica e il comportamento meccanico del

materiale, le sezioni in acciaio sono progettate in modo da riprendere al meglio gli sforzi ottimizzando l'utilizzo di materiale.

Ispirandosi e reinterpretando le tecnologie di altre filiere industriali come, soprattutto, quella dell'automobile Jean Prouvé progetta moduli prefabbricati in lamiera metallica per ascensori proponendo di questa soluzione declinazioni anche per le altre componenti più standardizzate del sistema edilizio come bagni e cucine. È però con queste occasioni che in realtà comincia a sperimentare sistemi costruttivi in lamiera piegata che porteranno poi a esiti architettonici importanti come Casa Alba.

Nel 1931, arriva il brevetto N. FR721105A che

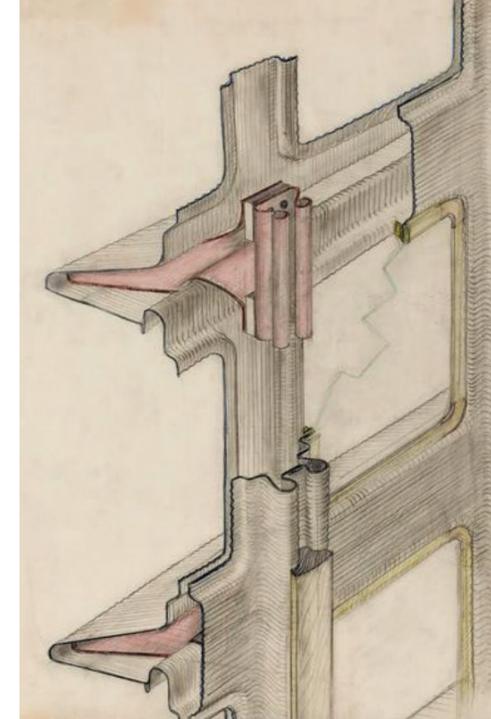
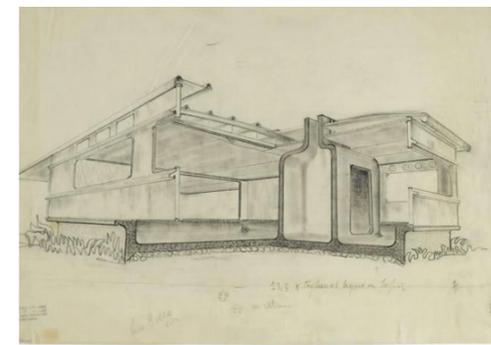


Figura 9.13. Disegni originali dell'Ateliers Jean Prouvé, Facciata in profili metallici e Maison Tropical

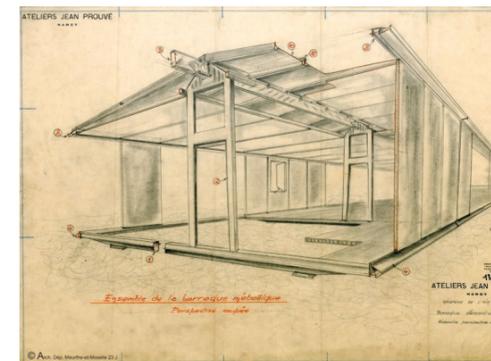
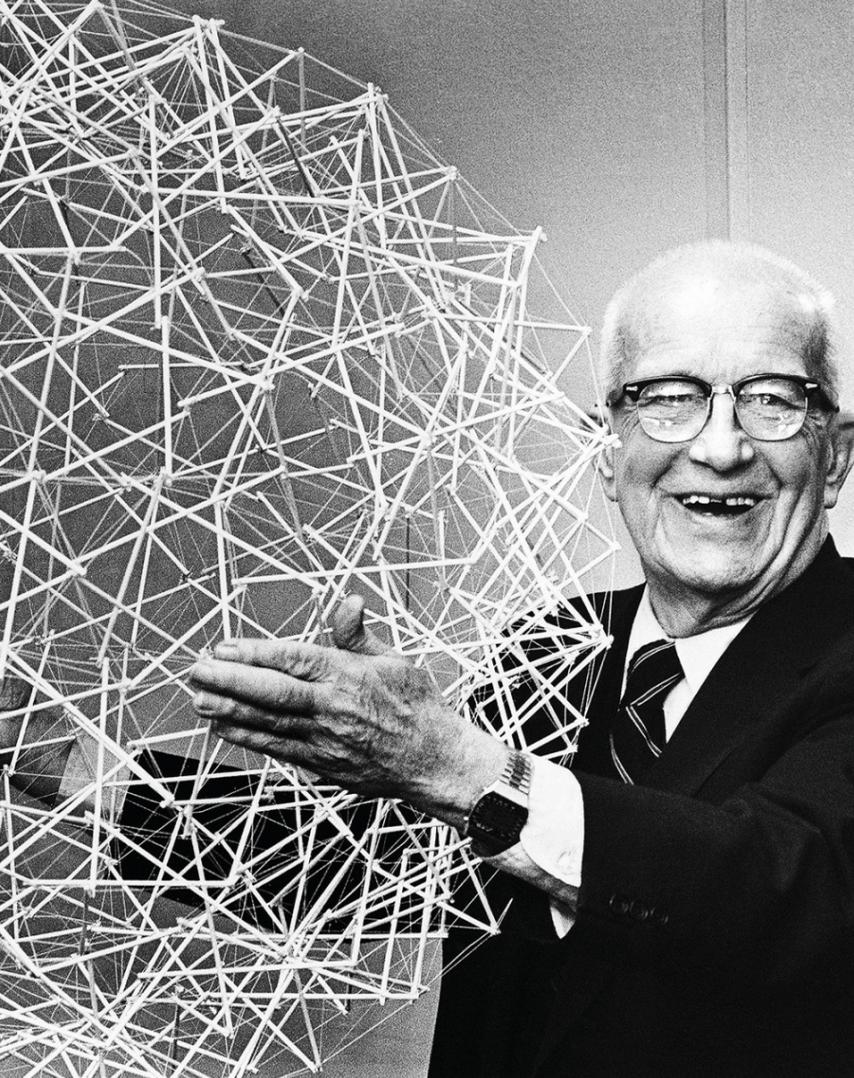


Figura 9.14. Foto storiche della Casa Alba e del suo montaggio sugli argini della Senna a Parigi

raccoglieva tutti i nodi e le soluzioni per un sistema di partizionamento interno degli spazi realizzati con montanti presso-piegati e pannelli composti di lamiere piegate e materiale isolante. Negli stessi anni sviluppa un brevetto per case smontabili che potessero rispondere alle esigenze di nuove unità abitative e collabora con Pierre Jeanneret per alcuni progetti architettonici tra cui la Maison F 8x8 BCC.

Nonostante i brevetti e gli studi di Prouvé non abbiano mai portato ad una vera e propria rivoluzione del mondo delle costruzioni per ragioni sia culturali che per scelte politiche, il pensiero e l'opera di questo personaggio in equilibrio tra artigianato, ingegneria, design e architettura rimane fondamentale per la commistione tra la continua ricerca tecnologica, il progresso del processo industriale e l'ottimizzazione economica del progetto architettonico.



Un approccio simile, con idee alla base fortemente diverse e che si poneva obiettivi concettualmente differenti è quello di Buckminster Fuller. La prefabbricazione in acciaio diventa in questo caso, per un ingegnere aeronautico come Fuller con un'importante esperienza nella marina, un principio che va oltre la costruzione off-site. L'industrializzazione dell'architettura è infatti, come per gli altri campi di cui si occupa, un processo prima di tutto di ottimizzazione per raggiungere quella che lui chiama una "onnipotenza costruttiva". L'aspirazione è quella di riuscire a costruire strutture le più ampie possibili, ovunque, facilmente e con velocità, ma soprattutto di farlo con l'utilizzo del minor quantitativo possibile di materiale. Per questo, per poter come lui stesso dice, "fare di più con meno", ogni materiale viene assecondato per la sua predisposizione meccanica all'utilizzo strutturale più idoneo, e in questo senso la geometria dell'elemento diventa fondamentale.

Da questi ragionamenti sul materiale e sulla sua ottimizzazione nascono progetti anche utopistici come la 4D Tower e la Dymaxium House, in cui ad esempio un ampio puntone centrale permette al resto della struttura di appendersi sfruttando

la grande capacità dei cavi di acciaio di resistere a trazione. Il resto della struttura sfrutta poi l'irrigidimento della lamiera dato dalla sua curvatura arrivando ad un concept strutturale in cui ogni parte è ridotta al minimo e collaborando con tutte le altre componenti permette una struttura caratterizzata dalla massima leggerezza.

Nel brevetto del Butler Bin del 1943 viene proposta una struttura per la medesima funzione residenziale, ma con uno schema strutturale differente. Il perimetro si dota infatti di una orditura di profili presso-piegati a freddo, che funzionano da veri e propri montanti di una facciata con doppio rivestimento e intercapedine isolata. La copertura, sempre in acciaio, è poi dotata di un estrattore in sommità per gestire la climatizzazione del piccolo edificio. Il successo di questo modulo lo fa utilizzare per campi militari e soluzioni di emergenza che ne sfruttavano la facilità di montaggio, la leggerezza e la modularità che permetteva, con una stessa struttura, di poter avere combinazioni e configurazioni adattate alle singole esigenze delle varie situazioni.

Nel 1944 in collaborazione con la Beech Aircraft, un'azienda che si occupava di aeronautica, Buckminster Fuller lavora su un altro brevetto per piccoli edifici di emergenza con struttura metallica fondendo i due concetti strutturali citati in precedenza. Nel progetto della Witcha House, infatti, il sistema del puntone centrale e dei tiranti si unisce con quello della sotto-struttura perimetrale in presso-piegati a freddo.

In questa sua ricerca di ottimizzazione trova infine nella cupola geodetica la soluzione finale. La sfera infatti è la forma geometrica con il rapporto superficie/volume ottimale, e se discretizzata in elementi piani è possibile realizzare ampissime strutture geodetiche con reticolari tridimensionali in acciaio.

Tema, quello delle cupole e delle reticolari geodetiche, che Fuller spingerà, anche solo a livello teorico, ai limiti della potenzialità dei materiali. Rimane in questo una grande figura di riferimento per l'innovazione dell'architettura e dell'ingegneria, ispirazione e modello per una tecnologia che diventa anche forma.

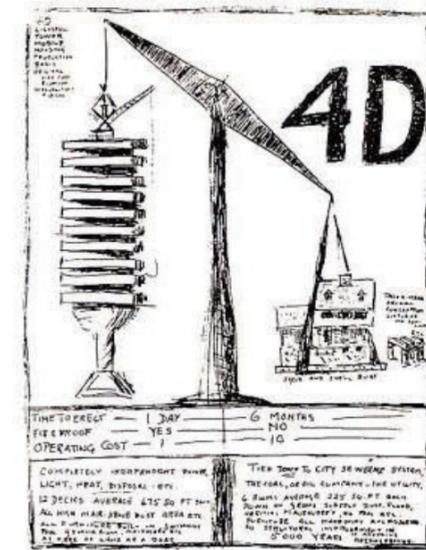


Figura 9.15. Pagina a sinistra: foto di Buckminster Fuller, disegni rappresentativi dello progetto della Dymaxium House

Figura 9.16. Locandina per il concept della 4D Tower, Buckminster Fuller



Figura 9.17. Dymaxium House, Buckminster Fuller

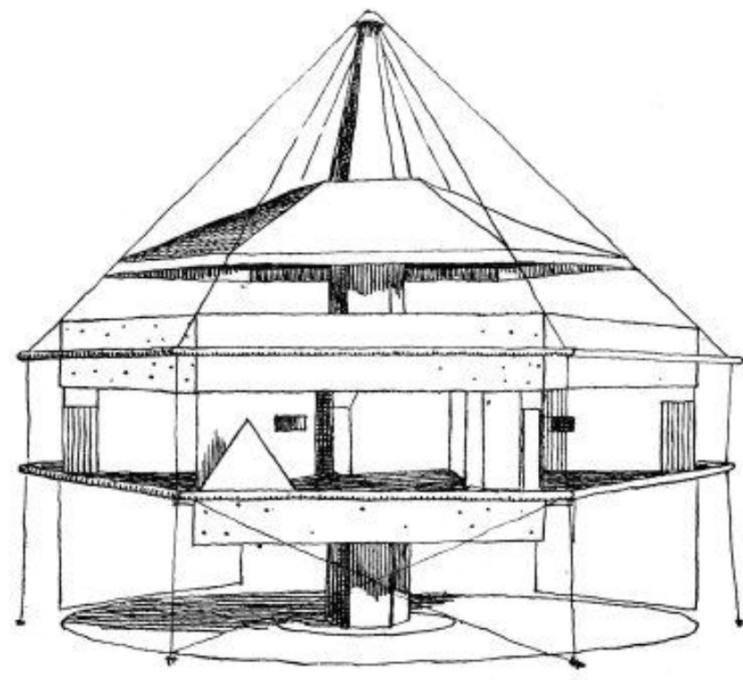
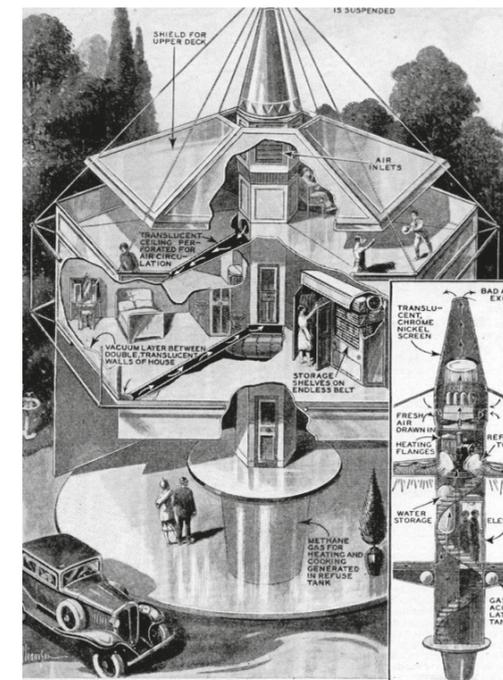


Figura 9.18. Struttura reticolare geodetica, Buckminster Fuller

## 9.2. SCAFF SYSTEM

I profili della serie SCAFF SYSTEM STRUTTURALE, realizzati in acciaio strutturale S235 e S250, vengono utilizzati prevalentemente nella produzione di soppalchi componibili e strutture portanti per architettura industriale, tettoie, coperture a sbalzo, carport in soluzione monocolonna o bicolonna, strutture di ancoraggio per impianti fotovoltaici e ovunque siano richieste soluzioni strutturali più leggere, standardizzate e performanti rispetto alla tradizionale carpenteria metallica.

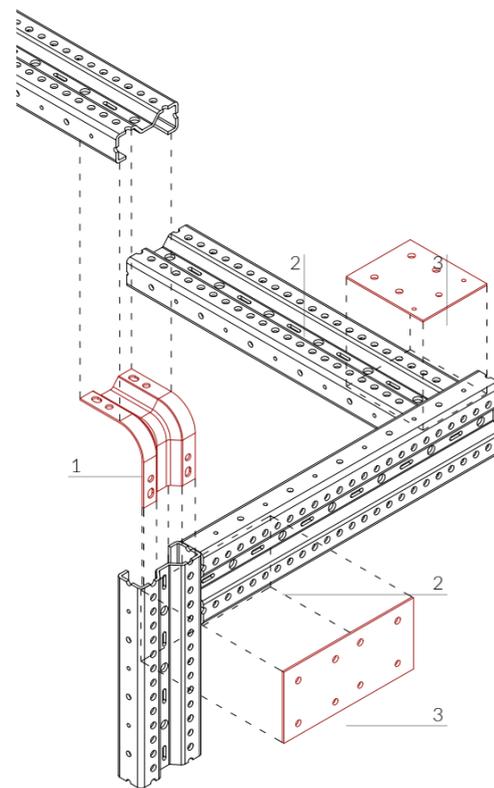
Tra i vantaggi prestazionali garantiti dai profili Scaff System:

- Leggerezza strutturale;
- Standardizzazione dei profili che si traduce in ottimizzazione dei costi di produzione;
- Possibilità di garantire elevati standard di protezione antincendio;
- Montaggio e smontaggio in cantiere più rapido ed economico;
- Maggiore adattabilità delle strutture agli impianti in genere e agli ingombri esistenti;
- Possibilità di realizzare strutture con elementi a sbalzo e a raggiera;
- Ampie possibilità di riutilizzo delle strutture, anche con modifiche e adattamenti rispetto alle destinazioni d'uso precedenti.

Scaff System diventa un partner completo per il progettista e il costruttore, offrendo in particolare i seguenti punti di forza:

- Verifica sismica;
- Estetica e componibilità;
- Eco sostenibilità.

Il sistema costruttivo Tamborrino a livello strutturale è un vero e proprio mecano dell'architettura. I profili, che sono delle sigma di varie grandezze e con due possibili spessori della lamiera in acciaio, sono componibili e assemblabili tramite specifiche piastre appositamente sagomate. A seconda dell'orientamento dei profili si utilizzano piastre piane o gli appositi angolari, in ogni caso la preforatura delle travi assicura una totale flessibilità per l'imbullonatura.



- 1 Piastra di connessione angolare
- 2 Profilo sigma Scaff System
- 3 Piastra di connessione piana

SCHEMA TRAVE BEAM SECTION				
Tipo/ Type	Sigma 125	Sigma 125	Sigma 150	Sigma 150
Spessore/ Thickness	mm 3	mm 4	mm 3	mm 4
Base/ Base	mm 50	mm 50	mm 50	mm 50
Altezza/ Height	mm 125	mm 125	mm 150	mm 150
Peso teorico/ Weight	Kg/m 5,50	Kg/m 7,32	Kg/m 6,18	Kg/m 8,23
Wx - x/ Wx - x	cm <sup>2</sup> 22,52	cm <sup>2</sup> 28,92	cm <sup>2</sup> 30,00	cm <sup>2</sup> 38,88
Jx/ Jx	cm <sup>4</sup> 140,30	cm <sup>4</sup> 180,78	cm <sup>4</sup> 225,03	cm <sup>4</sup> 291,86
Area/ Surface	cm <sup>2</sup> 6,063	cm <sup>2</sup> 7,95	cm <sup>2</sup> 6,82	cm <sup>2</sup> 8,97

SCHEMA TRAVE BEAM SECTION				
Tipo/ Type	Sigma 255	Sigma 255	Sigma 300	Sigma 300
Spessore/ Thickness	mm 3	mm 4	mm 3	mm 4
Base/ Base	mm 75	mm 75	mm 75	mm 75
Altezza/ Height	mm 255	mm 255	mm 300	mm 300
Peso teorico/ Weight	Kg/m 10,52	Kg/m 13,90	Kg/m 11,58	Kg/m 15,32
Wx - x/ Wx - x	cm <sup>2</sup> 89,03	cm <sup>2</sup> 116,65	cm <sup>2</sup> 113,21	cm <sup>2</sup> 148,61
Jx/ Jx	cm <sup>4</sup> 1135,16	cm <sup>4</sup> 1487,25	cm <sup>4</sup> 1698,16	cm <sup>4</sup> 2229,12
Area/ Surface	cm <sup>2</sup> 10,58	cm <sup>2</sup> 13,96	cm <sup>2</sup> 11,91	cm <sup>2</sup> 15,76

Figura 9.19. Nodo esemplificativo del sistema di assemblaggio Scaff System

Figura 9.20. Prospetto delle caratteristiche di alcune delle sezioni di profili Scaff System

### 9.2.1. LOGISTICA

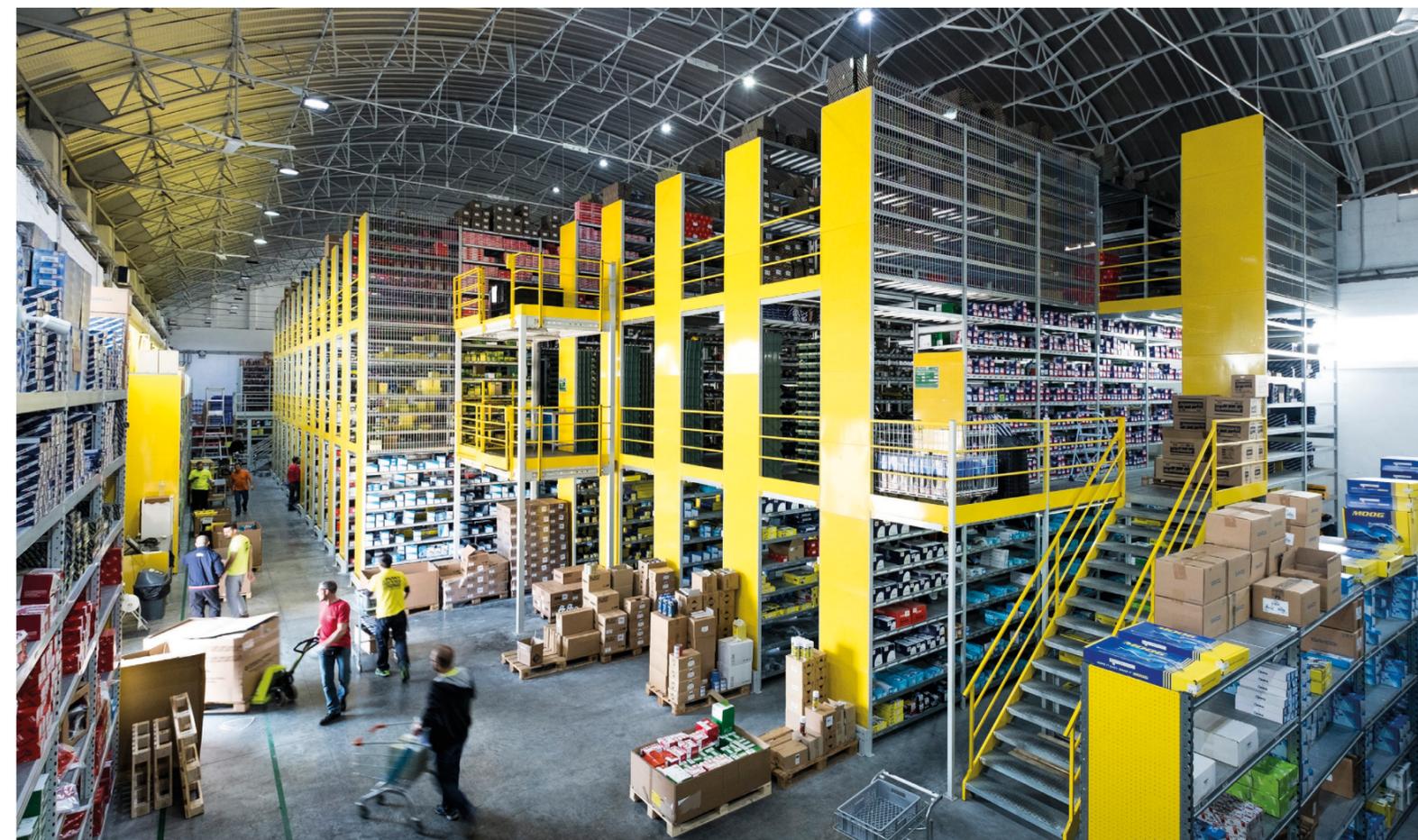
Allo stato attuale dell'azienda, l'ambito della logistica e dell'architettura industriale è sicuramente l'applicazione principale delle tecnologie Scaff System. Per vocazione è un sistema leggero e facilmente montabile, che quindi si presta alla perfezione come elemento regolatore di grandi spazi. La ditta Tamborrino si occupa di scaffali che per loro stessa natura sono degli elementi di organizzazione dello spazio, nello stesso modo il sistema Scaff è pensato per partizionare creare soppalchi e spazi all'interno di grandi capannoni per un uso dello spazio migliore e anche flessibile nel tempo.

Il sistema si compone di profili sigma di varia grandezza a secondo della luce e, soprattutto per l'applicazione industriale, dei carichi in gioco. Con una gestione del progetto CAD/CAM è

possibile una progettazione dettagliata di ogni connessione. Prevedendo l'esatta foratura di ogni elemento trave ci si assicura di ottenere in cantiere un montaggio della struttura veloce, rapido e senza imprevisti.

Chiaramente, essendo una struttura totalmente a secco, è l'opzione perfetta per interventi di aggiornamento e progetti su strutture già esistenti, come ampliamenti, sopralzi o partizionamenti di capannoni in cui quindi la velocità di posa e la pulizia di un montaggio, che non usa né malte né acqua, diventa un grande vantaggio da considerare. Infatti la possibilità di un intervento mantenendo l'operatività di una struttura anche se solo parzialmente, diventa un requisito importante per il mondo produttivo e terziario in cui eventuali ritardi di cantiere potrebbero comportare gravi danni e costi elevatissimi

Figura 9.21. Strutture di soppalchi industriali realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System



### 9.2.2. OFFICINE TAMBORRINO

Quello di Officine è un brand giovane e dinamico, ma che nasce dalla forza di un'azienda storica volendone reinterpretare punti di forza e know-how decennale in una nuova declinazione di design elegante e raffinato.

Con i materiali e le tecniche storiche dell'azienda, Officine Tamborrino ha voluto ritornare ad un campo, quello dell'arredamento, a cui la famiglia si era già dedicata; dove la cura della progettazione, la precisione del dettaglio e la perfezione della realizzazione sono regole fondamentali che non sono da sottovalutare per ottenere prodotti di qualità di alto standard.

L'applicazione innovativa e fantasiosa della lamiera in acciaio a pezzi di design è una ricerca interessante ed intelligente che Officine fa sulla relazione tra robustezza, leggerezza e pulizia tipica del materiale acciaio. Il rigore e la precisione millimetrica, dalle strutture logistiche di Scaff System viene scalata a quella del singolo pezzo di arredamento, arricchendosi di valenze estetiche ergonomiche e funzionali. Una complessificazione che richiede un cambio di approccio sostanziale e una cura altrettanto precisa su diverse scale e verso un dettaglio sempre maggiore.

Alla sola funzionalità di una scaffalatura o di una struttura industriale si aggiunge il valore del risultato estetico e l'importanza di un concept forte a monte applicato ad un oggetto reale dotato di una sua funzione e quindi anche di vincoli specifici.

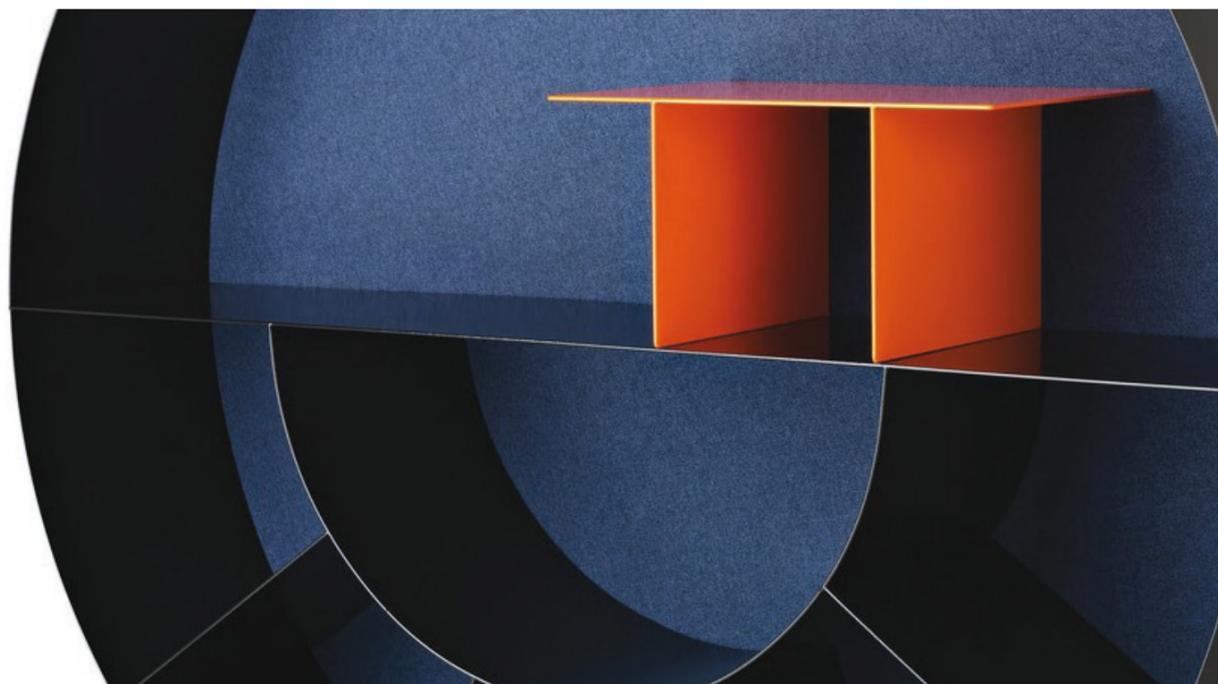
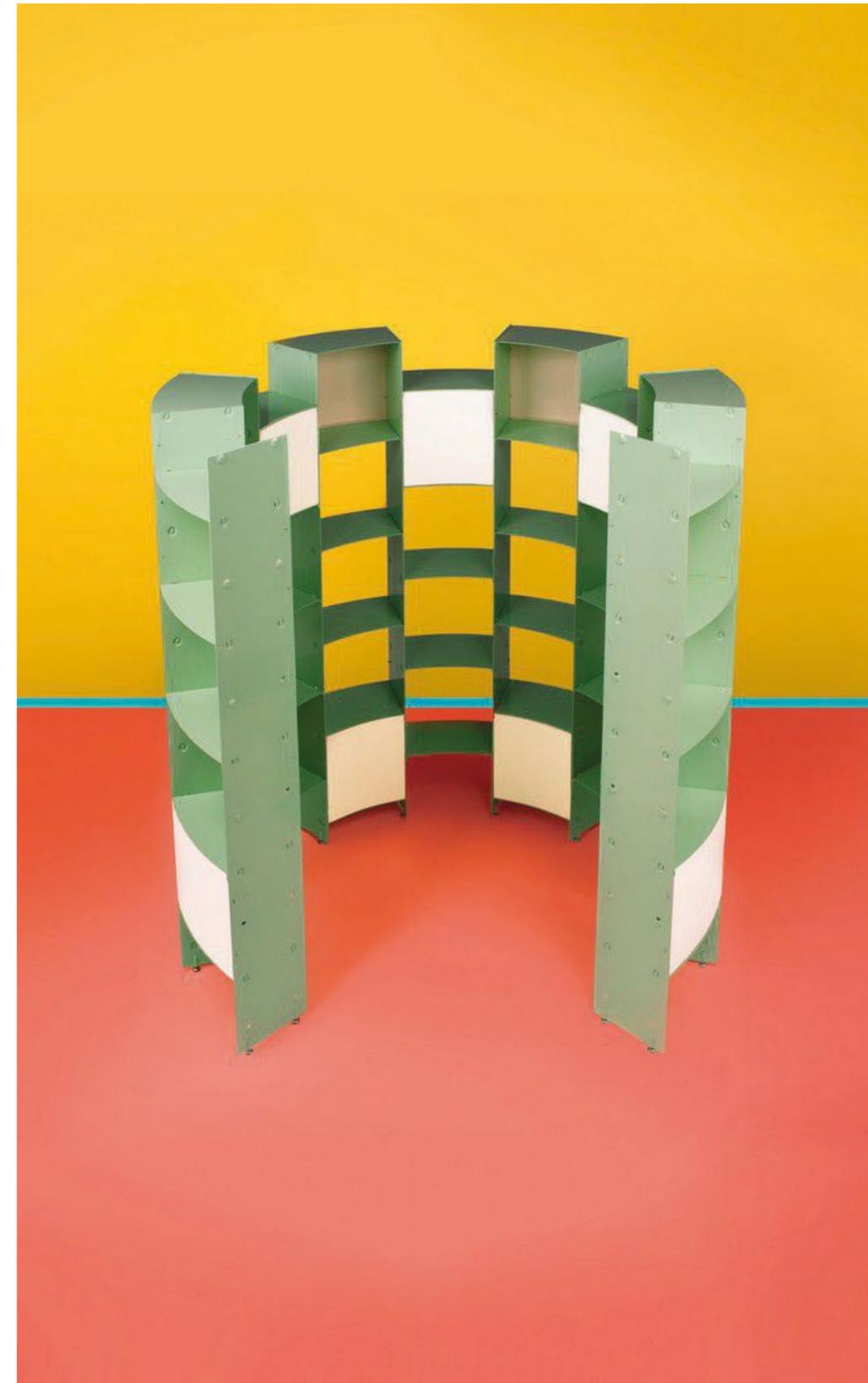


Figura 9.22. Esempi dei pezzi di design in lamiera d'acciaio di Officine Tamborrino. Da in alto e da sinistra: sedia NoSmoking, Console Chaos, libreria Dedalo - Credits: Officine Tamborrino



Figura 9.23. Strutture realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System

### 9.2.3. ARCHITETTURA

All'interno della realtà Tamborrino la sezione architettura ed edilizia deve inserirsi come un anello di congiunzione tra le strutture industriali del sistema Scaff System e la componente design di Officine.

L'architettura infatti si presta a fondere in una sintesi complessa la forza strutturale e funzionale dei profili Scaff con la precisione e cura del dettaglio tipica invece di Officine. La cura della resa estetica e della stabilità funzionale si complessifica ulteriormente nel caso dell'architettura che, come edificio, deve rispettare anche tutta una ricca serie di requisiti funzionali.

Tra l'architettura contemporanea e l'acciaio esiste un rapporto sempre più stretto. Nell'immaginario collettivo, il metallo nelle costruzioni è stato associato prevalentemente alle grandi opere infrastrutturali. Adesso finalmente la tendenza inizia a invertirsi, e un numero via via crescente di progettisti ricorre all'acciaio per dimensionare anche strutture mirate a ridefinire il contesto urbano o a rispondere ai bisogni dell'edilizia moderna in ambito residenziale ed industriale. È in questo contesto che si inserisce Scaff System,



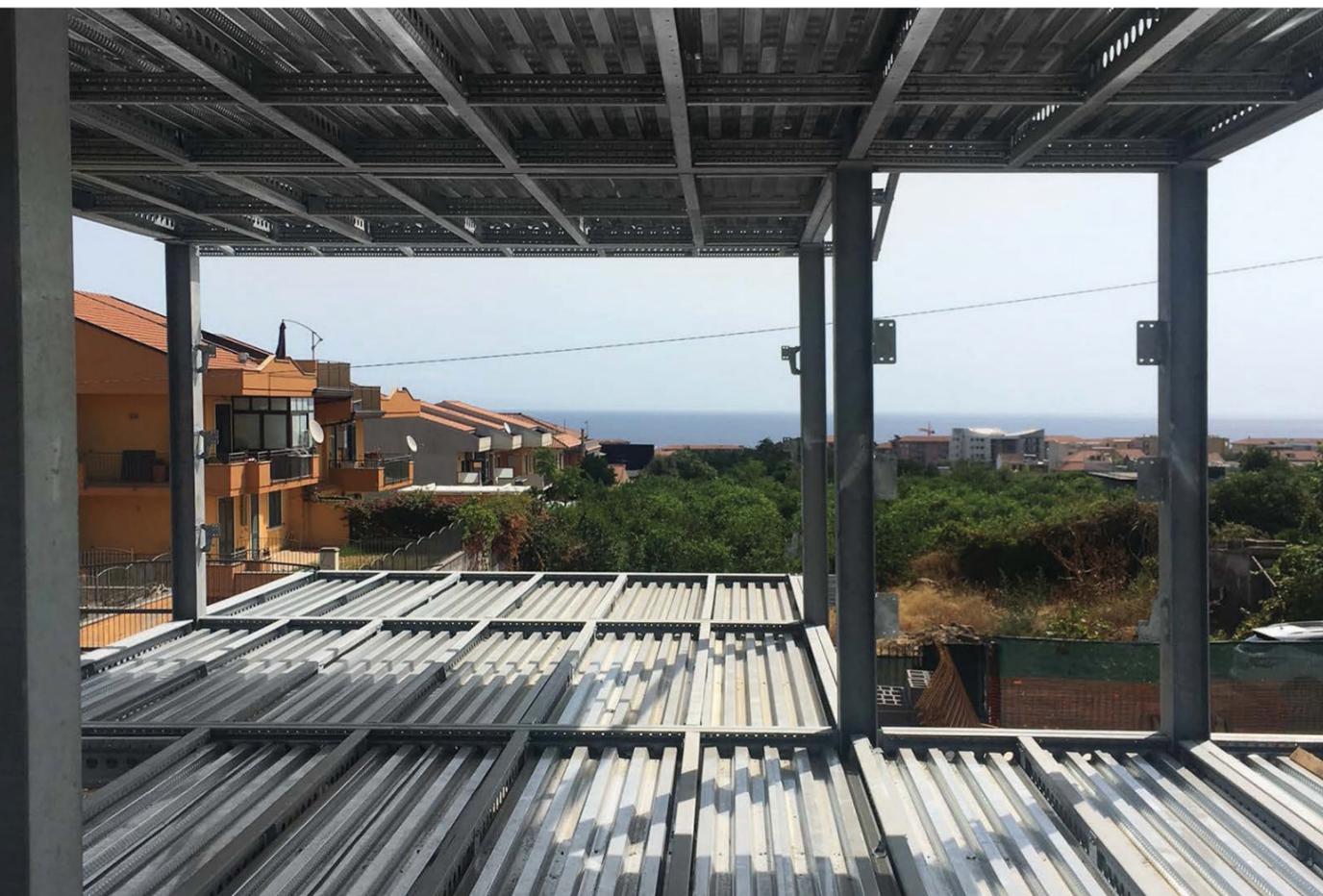
Figura 9.24. Strutture realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System

con una gamma di soluzioni modulari e flessibili che partono dall'innovativo sistema costruttivo per l'industria. Tale sistema punta su sostenibilità, sicurezza, flessibilità.

Un telaio leggero come quello che è realizzabile con i profili Scaff System, si presta a varie soluzioni costruttive che possano dar luogo a infiniti esiti formali combinati ad una eguale varietà di livelli di performance energetica o illuminotecnica.

Un sistema leggero modulare e velocemente assemblabile come quello di Scaff System si presta a molteplici e diverse applicazioni, da piccole architetture per padiglioni espositivi temporanei, a edifici residenziali di varia grandezza e persino a realizzazioni più particolari come case galleggianti o sopralzi di strutture già esistenti.

Proprio per la facilità di trasporto e montaggio è interessante capire come questo sistema possa essere declinato anche per edifici di emergenza, per alloggi temporanei da costruire e poi smontare o ad esempio per strutture di aiuto umanitario come ospedali da campo o piccole scuole o centri di emergenza.



### 9.3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Tutte le sperimentazioni e gli studi sui profili presso-piegati trovano un riferimento normativo solo nel 1946 con la pubblicazione da parte dell'AISI, American Iron Steel Institute, della prima raccolta di specifiche tecniche a proposito dell'utilizzo strutturale di profili presso-piegati a freddo.

Dalle prime indicazioni il panorama normativo si è molto espanso e nel dettaglio, per il progetto strutturale di progetto sono state utilizzate le norme qui seguenti:

- D.M. 14 Gennaio 2008, "Norme tecniche per le costruzioni"
- Allegati della D.M. 14 Gennaio 2008
- Eurocodice 1, UNI EN 1991, "Azioni sulle strutture"
- Eurocodice 3 UNI EN 1993-1 in particolare la sezione 1993-1-3 "Design of steel structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules for cold-formed members and sheeting" e la sezione 1993-1-5 "Design of Steel Structures: Plated structural elements"
- Circolari NTC 2008
- AISI S211 "North American Standard for Cold-Formed Steel Framing - Wall Stud Design".



Figura 9.25. Foto di dettaglio di un profilo del sistema Scaff System - Credits: Scaff System

### 9.4. PROGETTO STRUTTURALE

#### 9.4.1. CONCEPT STRUTTURALE

Il progetto della struttura del People Museum è caratterizzato e fortemente influenzato, come del resto l'intero edificio, dai resti dell'edificio che occupano al momento il lotto di progetto.

Tale preesistenza, infatti, è di fatto un rudere, ovvero una costruzione in stato di abbandono, messa in sicurezza, di cui parzialmente mancano i solai e che risulta completamente priva di copertura.

In linea con il concept architettonico, che riconosce il valore di questo umile resto storico, anche dal punto di vista strutturale si è cercato di intervenire per il sopralzo dell'edificio con una struttura che intaccasse il meno possibile la muratura esistente.

Pertanto i primi due piani del nuovo museo sono stati concepiti come la struttura base della torre del nuovo polo culturale, ma anche come una sottostruttura secondaria di consolidamento delle murature. Infatti il tempo e soprattutto la mancanza della copertura ha di molto ridotto il collegamento tra le varie pareti che nel tempo tendono sempre di più ad aprirsi. La mancanza di rigidità è dovuta all'assenza di un vincolo sufficientemente forte da permettere alle pareti perimetrali di lavorare a scatola.

L'idea è quella di ripristinare tale collegamento con le travi di bordo della nuova struttura che, con appositi collegamenti con le murature, funzioneranno da vera e propria cerchiatura.

Tale primo livello strutturale è stato previsto in tubolari e profili laminati a caldo in acciaio S275. I profili laminati in acciaio sono stati in questo caso preferiti ai profili Tamborrino che per la loro notevole snellezza non erano in grado di conferire una sufficiente resistenza alla struttura nei livelli inferiori-

ri e quindi più sollecitati. Soprattutto in questa porzione della struttura che calza all'interno del rudere, ha posto molte difficoltà per quanto riguarda il rispetto delle aperture e delle nicchie esistenti che hanno imposto uno schema strutturale a pilastri non allineati. Schema strutturale che avrebbe sollecitato eccessivamente profili a parete sottili come quelli del sistema Scaff System.

Pertanto invece, per la loro caratteristica leggerezza che ne implica una più semplice movimentazione i profili Tamborrino sono stati utilizzati per il sopralzo così da avere un sopraelevamento leggero, più facile e veloce da realizzare e che pesasse meno sul resto della struttura.

La struttura per resistere alle sollecitazioni dei carichi orizzontali è stata controventata da un core in calcestruzzo armato che ospita il vano ascensore e da tiranti in acciaio nella parte più alta.

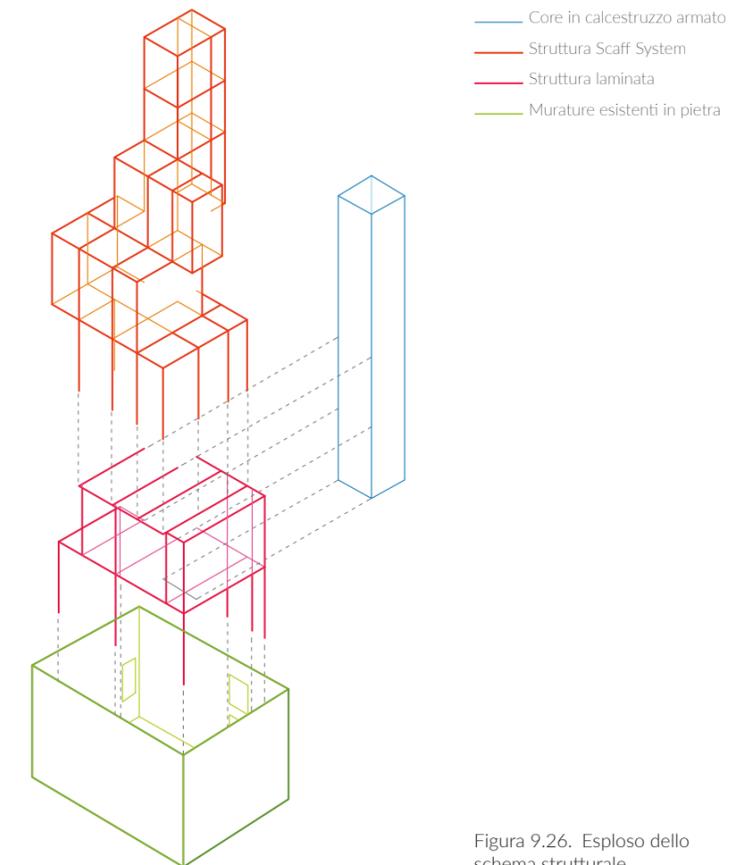


Figura 9.26. Esploso dello schema strutturale

### 9.4.2. METODOLOGIA E STRUMENTI UTILIZZATI

Nell'approccio al progetto strutturale abbiamo deciso di impostare, in maniera preliminare, un predimensionamento a mano secondo le indicazioni da NTC. Si è verificata, sotto le combinazioni richieste da normativa, la struttura della torre principale sia nella porzione laminata a caldo, che quella prevista in profili presso-piegati a freddo. Per questi profili è stata inoltre calcolata la resistenza considerando, secondo indicazione da Eurocodice, la riduzione di sezione resistente dovuta alla loro snellezza. I profili Tamborrino infatti risultano nella classe IV delle sezioni in acciaio, figurando come elementi snelli.

Una volta effettuate queste analisi preliminari, si è deciso di verificare agli elementi finiti l'effettiva perdita di resistenza dei profili andando a confrontare per travi e pilastri due opzioni costruttive. Sono state simulate infatti entrambe le tipologie di elementi con un profilo sigma singolo e con profilo singolo doppiato. Valutata tale scelta tecnologica e costruttiva si è quindi proceduto ad un approfondimento della struttura.

Visto l'altezza della struttura e la sua forte asimmetria infatti si è deciso che fosse necessario una valutazione globale della struttura per poter meglio approssimare la discesa dei carichi a quella reale, valutando in maniera corretta le asimmetrie, gli effetti delle porzioni in aggetto e dell'azione del vento. Quindi con un modello ad elementi finiti della struttura globale si sono verificati i calcoli fatti a mano e si è valutata una fase di ottimizzazione della struttura inserendo dei sistemi di tiranti per il controventamento della struttura e la ripresa dei pilastri in falso della parte inferiore della torre principale.

Per tutte queste analisi sono stati utilizzati i seguenti software e fogli di calcolo:

- Ftool
- Microsoft Excell
- Foglio di calcolo profili pressopiegati a freddo distribuito da Fondazione Promozione Acciaio
- Abaqus
- Midas Gen

### 9.4.3. ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi per il progetto strutturale è stata effettuata in conformità alle prescrizioni delle NTC 2018. La normativa caratterizza e cataloga le diverse azioni in base alla variazione nel tempo della vita utile dell'edificio della loro intensità, secondo tale criterio quindi si considereranno di seguito i seguenti tipi di azioni:

- Carichi permanenti: sono quelle sollecitazioni che non presentano delle variazioni significative nel tempo e che rimangono sostanzialmente costanti per tutta la vita utile della costruzione.

Si considereranno pertanto come carichi permanenti il peso proprio della stessa struttura ( $G_1$ ) e il carico dovuto al peso degli elementi della costruzione non portanti ( $G_2$ )

- Carichi Variabili: sono invece le azioni che dovute a fenomeni esterni alla costruzione presentano delle variazioni sensibili dei valori istantanei

#### 9.4.3.1. CARICHI PERMANENTI

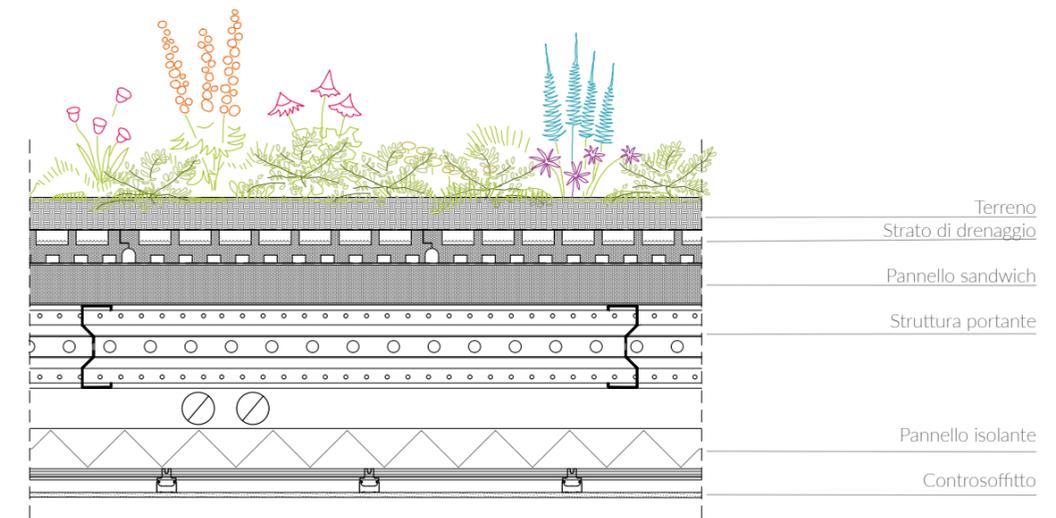
Per il peso proprio strutturale, nel calcolo a mano è stato ipotizzato in maniera cautelativa il peso proprio riferito ad un profilo Sigma 200,3 per tutti i calcoli relativi alla porzione in profili presso-piegati a freddo, mentre per la porzione in laminati a caldo è stato considerata una IPE240.

Come carichi permanenti non strutturali si è considerata, di tutte le variazioni stratigrafiche dell'edificio, una discretizzazione significativa che potesse porre il calcolo in favore di sicurezza e allo stesso tempo rendere la modellazione e l'analisi strutturale più lineare. Per questo motivo sono stati schematizzati quattro tipologie tipo di pacchetti tecnologici:

- Copertura
- Solaio interpiano leggero
- Solaio interpiano pesante
- Chiusura verticale.

Di tali elementi si riporta di seguito il calcolo del peso.

#### CHIUSURA ORIZZONTALE

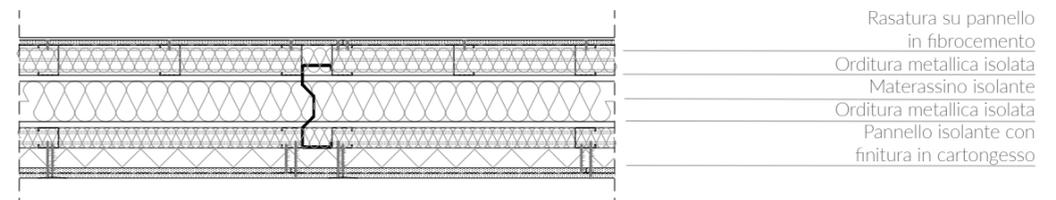


Strato	Spessore m	Peso Volumetrico Kg/m <sup>3</sup>	Fonte	Peso per Unità Sup. kg/m <sup>2</sup>
Terra	0,08	1200	Eurocodice	96
Strato di drenaggio	0,08	30	Scheda tecnica	2,4
Pannello sandwich_Isolante	0,09	30	Eurocodice	2,7
Pannello sandwich_lamiera	0,001	7500	Scheda tecnica	7,5
Lana di roccia	0,1	110	Scheda tecnica	11
Controsoffitto	-	-	Scheda tecnica	27
<b>Tot</b>				146,6

Figura 9.27. Disegno tecnico della stratigrafia

Tabella 9.3. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico

#### PARTIZIONE ORIZZONTALE LEGGERA

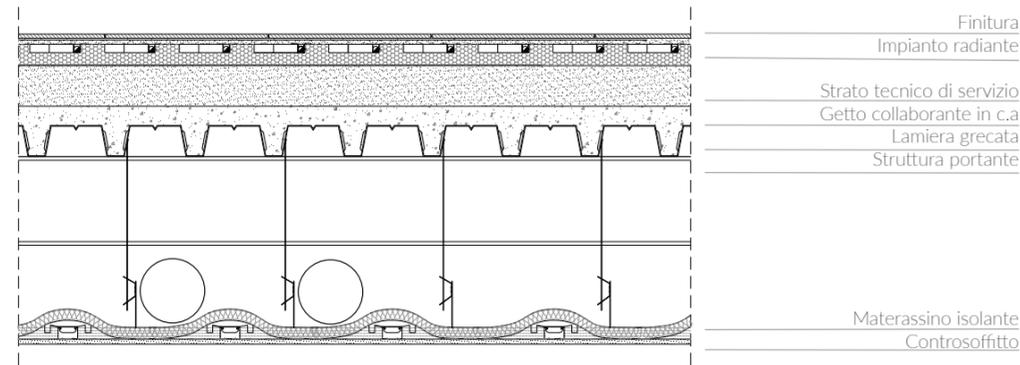


Strato	Spessore m	Peso Volumetrico Kg/m <sup>3</sup>	Fonte	Peso per Unità Sup. kg/m <sup>2</sup>
Fibrocemento	0,0125	1150	Scheda tecnica	14,375
Lana di roccia	0,06	110	Eurocodice	6,6
Lana di roccia	0,15	110	NTC 2008	16,5
Lana di legno	0,05	533	Scheda tecnica	26,65
Cartongesso	0,025	760	Scheda tecnica	19
Orditure metalliche	-	-	-	10,546 (kg/m)
<b>Tot</b>				93,671

Figura 9.28. Disegno tecnico della stratigrafia

Tabella 9.4. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico

PARTIZIONE ORIZZONTALE CON GETTO IN C.A.

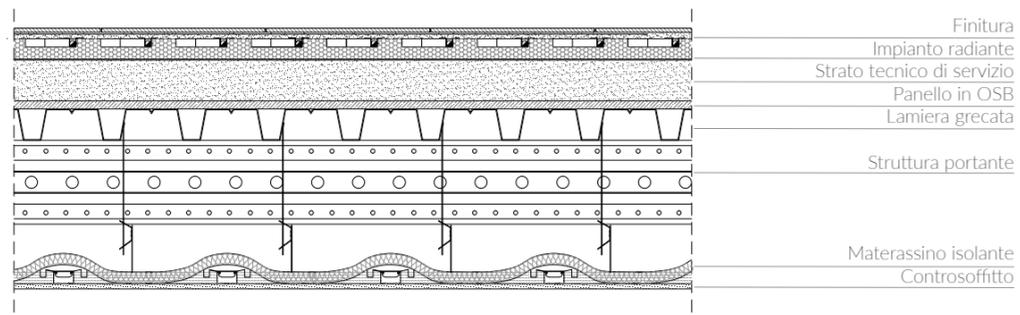


Strato	Spessore m	Peso Volumetrico Kg/m <sup>3</sup>	Fonte	Peso per Unità Sup. kg/m <sup>2</sup>
Strato di finitura	0,01	1700	Scheda tecnica	17
Radiante	-	-	NTC 2008	14,33
Massetto	0,1	400	Scheda tecnica	40
Getto collaborante	0,085	2400	NTC 2008	204
Lamiera grecata	0,001	7500	-	7,5
Materassino isolante	0,04	50	Scheda tecnica	2
Controsoffitto	-	-	Scheda tecnica	27
<b>Tot</b>				<b>345,06</b>

Figura 9.29. Disegno tecnico della stratigrafia

Tabella 9.5. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico

PARTIZIONE ORIZZONTALE LEGGERA



Strato	Spessore m	Peso Volumetrico Kg/m <sup>3</sup>	Fonte	Peso per Unità Sup. kg/m <sup>2</sup>
Strato di finitura	0,01	1700	Scheda tecnica	17
Pavilastra	0,025	1150	Scheda tecnica	14,33
Radiante	-	-	NTC 2008	14,33
Perlite	0,1	100	Scheda tecnica	10
Pannello OSB	0,02	670	OSB	13,4
Lamiera grecata	-	-	-	9,84
Materassino isolante	0,04	50	-	2
Controsoffitto	-	-	-	27
<b>Tot</b>				<b>93</b>

Figura 9.30. Disegno tecnico della stratigrafia

Tabella 9.6. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico

9.4.3.2. CARICHI VARIABILI

Come azioni variabili per il calcolo preliminare di questa struttura sono stati considerati, come da indicazioni della normativa, tutti i carichi relativi all'utilizzo e alla tipologia di edificio, l'azione dovuta all'eventuale accumulo di neve in copertura, l'azione del vento. Per le sollecitazioni di stampo sismico invece si rimanda alle considerazioni specifiche al paragrafo 7.4.7.

UTILIZZO

Considerando la natura ibrida del People Museum tra residenziale temporaneo e struttura espositiva abbiamo considerato l'edificio secondo la categoria 3, ovvero come ambiente suscettibile di affollamento, rientrando nella categoria C3 di sale espositive.

Pertanto si considereranno:

$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$  e  $Q_k = 5 \text{ kN}$

C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00

Figura 9.31. Da NTC 2018, valori di riferimento dei carichi di esercizio

NEVE

Il carico da neve applicabile alle coperture è stato valutato secondo norma come il valore  $q_s$  dove:

$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_e \times C_t$

Considerando che Favara si trova in zona III e che la sua altezza  $a_s$  sul livello del mare è pari a:

$a_s = 338 \text{ m s.l.m} > 200 \text{ m}$ , vale l'espressione che segue per il calcolo del valore caratteristico  $q_{sk}$ :

$q_{sk} = 0,51(1 + (a_s/481)^2) = 0,76 \text{ kN/m}^2$

Considerando che tutte le coperture siano delle coperture piane con una inclinazione all'incirca di 1% si ottiene che il coefficiente di inclinazione  $\mu$  vale  $\mu = 0,8$

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Figura 9.32. Da NTC 2018, Valori di riferimento del coefficiente di forma.

Se si considerano dei valori unitari per il coefficiente di esposizione  $C_e$  e il coefficiente di forma  $C_f$  si ottiene quindi:

$q_s = 0,8 \times 0,76 \times 1 \times 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Figura 9.33. Da NTC 2018, distinzione delle tipologie topografiche del sito di riferimento

**AZIONE DEL VENTO**

L'analisi degli effetti dell'azione del vento è, vista l'altezza e l'irregolarità volumetrica dell'edificio, un'azione particolarmente importante. Gli effetti sulla struttura sono stati valutati tramite un modello globale che considerasse gli effetti di tale sollecitazione in modo più realistico.

- Velocità di riferimento: per la Sicilia valgono i seguenti valori  
Pertanto essendo Favara a 338 m s.l.m,  $a_s < a_0$  e quindi si trova che la velocità di riferimento è:

$$V_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020

Da cui si ritrova la pressione cinetica di riferimento  $q_b$  come:

$$q_b = 0,5(\rho V_b^2)$$

Dove  $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

- Pressione del vento: la normativa indica la pressione del vento P secondo l'espressione:

$$P = q_b \times c_e \times c_p \times c_d$$

Dove:  $c_e$ ,  $c_p$  e  $c_d$  sono coefficiente che rispettivamente tengono conto di esposizione, forma e non contemporaneità delle massime pressioni locali. In particolare per Favara si è fatto riferimento ad una classe di rugosità del terreno B e quindi una categoria di esposizione del sito III considerando la distanza dalla costa maggiore di 30km.

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

	ZONE 1,2,3,4,5					
	costa	10 km	30 km	500m	750m	
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Figura 9.37. Da NTC 2018, riferimento dei valori per il calcolo del coefficiente di esposizione  $C_e$

Considerando quindi una terza categoria si valuta il coefficiente  $C_e$  secondo l'espressione che segue:

$$C_e(Z) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \left[7 + C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)\right] \text{ se } Z \geq Z_{min}$$

$$C_e(Z) = C_e(Z_{min}) \text{ se } Z < Z_{min}$$

Si ritengono in maniera cautelativa valori unitari per i coefficienti  $c_p$  e  $c_d$

Quindi ripartendo per ogni piano l'azione del vento secondo la distribuzione in funzione dell'altezza Si trovano i seguenti valori di cui sono riportati nel grafico seguente le risultanti di piano.

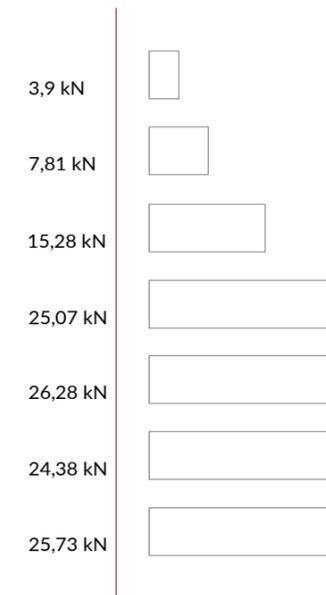


Figura 9.38. Grafico delle risultanti della azioni del vento ai vari piani della struttura



Figura 9.34. Da NTC 2018, tabella e cartina dell'Italia per la distinzione delle zone di riferimento per il calcolo dell'azione del vento

Figura 9.35. Da NTC 2018, descrizione e catalogazione delle classi di rugosità del terreno

Figura 9.36. Da NTC 2018, schema per la definizione della categoria di esposizione

### 9.4.4. STRUTTURA DEL SOPRALZO IN PROFILI SCAFF SYSTEM

Come specificato nel paragrafo 7.4.1 la porzione di sopralzo in acciaio è stata progettata con profili a sigma presso piegati a freddo dell'azienda Scaff System, per le loro doti leggerezza e manovrabilità.

I solai sono stati concepiti diversamente in base alle porzioni considerate. I solai della parte alta in Scaff System infatti sono solai completamente a secco. In questa porzione, si è infatti deciso, visto il tipo di profili utilizzati, di mantenere i pacchetti i più leggeri Possibile. Le luci ridotte imposte dallo stesso sistema costruttivo, hanno permesso un solaio molto snello composto da una lamiera grecata irrigidita su un doppio pannello in OSB. Per la pozione inferiore invece, così da fornire inerzia ai solai e abbassare il baricentro delle masse della torre, si è invece optato per un solaio più pesante, per i primi due piani i solai sono infatti realizzati con lamiera e getto collaborante in calcestruzzo armato.

#### 9.4.4.1. PREDIMENSIONAMENTO DELLE TRAVI DI COPERTURA

Per il dimensionamento delle travi di copertura sono state valutate due travi differenti per valutare la più sollecitata tenendo conto delle variazioni di luce e di area di influenza di entrambe le travi. Di seguito i carichi che sono stati considerati agenti su i due profili.

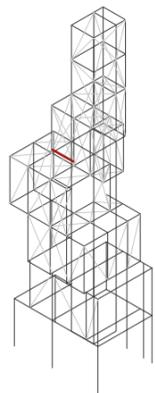


Tabella 9.7. Distinta dei carichi agenti sulla trave 1

TRAVE 1							
<b>CARICHI VARIABILI</b>		<b>PERMANENTI STRUTTURALI</b>		<b>PERMANENTI PORTATI</b>		<b>Coefficienti di combinazione</b>	
NEVE	0,538 kN/m	PESO PROPRIO		CHIUSURA ORIZZONTALE	1,289 kN/m	$\gamma_{G1}$	1,3
UTILIZZO	0,448 kN/m	$A_s$	1083,9 mm <sup>2</sup>	PARTIZIONE ORIZZONTALE	0,822	$\gamma_{G2}$	1,5
		$\rho$	7850 kg/m <sup>3</sup>	CHIUSURA VERTICALE	1,222 kN/m	$\psi_{02}$	0,7
		PP	8,13 kg/m				
					<b>P<sub>sle</sub></b>	4,849 kN/m	
					<b>P<sub>slu</sub></b>	3,602 kN/m	

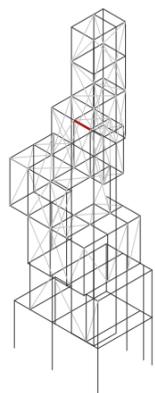
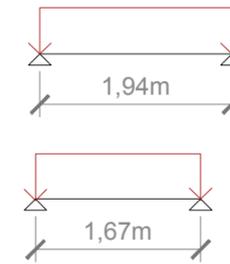


Tabella 9.8. Distinta dei carichi agenti sulla trave 2

TRAVE 2							
<b>CARICHI VARIABILI</b>		<b>PERMANENTI STRUTTURALI</b>		<b>PERMANENTI PORTATI</b>		<b>Coefficienti di combinazione</b>	
NEVE	0,575 kN/m	PESO PROPRIO		CHIUSURA ORIZZONTALE	1,377 kN/m	$\gamma_{G1}$	1,3
UTILIZZO	0,479 kN/m	$A_s$	1083,9 mm <sup>2</sup>	PARTIZIONE ORIZZONTALE	0,879 kN/m	$\gamma_{G2}$	1,5
		$\rho$	7850 kg/m <sup>3</sup>	CHIUSURA VERTICALE	1,222 kN/m	$\psi_{02}$	0,7
		PP	8,13 kg/m				
					<b>P<sub>sle</sub></b>	5,064 kN/m	
					<b>P<sub>slu</sub></b>	3,734 kN/m	

Lo schema statico considerato è quello del doppio appoggio considerando che tutte le connessioni dei profili sono tramite staffature imbullonate.



TRAVE 1	
AREA DI PERTINENZA	LUCE LIBERA INFLESSIONE
1,74 m <sup>2</sup>	1,94 m

TRAVE 2	
AREA DI PERTINENZA	LUCE LIBERA INFLESSIONE
1,60 m <sup>2</sup>	1,67 m

Tabella 9.9. Schemi di carico e tipologia di vincoli con dati geometrici delle dimensioni delle travi 1 e 2

Si è proceduto alla verifica tensionale agli stati limite ultimi e alla verifica agli stati limite di servizio della freccia.

Si è quindi proceduto al calcolo del momento resistente utilizzando il modulo di resistenza flessionale  $W_{eff}$ , dove:

$$M_{rd} = \frac{f_y \cdot W_{eff}}{\gamma_{m0}}$$

VERIFICA - TRAVE 1							
PROFILI	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$I$ (mm <sup>4</sup> )	$E$ (MPa)	$f_y$ (MPa)	$W_{eff}$ (mm <sup>3</sup> )	$M_{rd}$ (kNm)	$M_{ed}$ (kNm)
Sigma 200,3	1050	6078086,9	210000	235	59940	13,415	2,4
Sigma 150,3	682	2455376	210000	235	3000	6,71	2,4
Doppia 150,3	2100	4919752	210000	235	6000	13,43	2,4

Tabella 9.10. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave 1

In questo caso si verificano tutti i profili, ma si preferisce, per mantenere la centratura della trasmissione degli sforzi rispetto al baricentro e al centro di taglio, conservare comunque profili doppiati. Si è quindi proceduto al calcolo della freccia applicando una combinazione all'SLE. Gli spostamenti sono stati valutati tramite un calcolo a mano applicando il corollario di Mohr e verificati attraverso l'applicativo Ftool.

VERIFICA DELLA FRECCIA - TRAVE 1							
PROFILI	$P_{sle}$ (kN/m)	$L$ (m)	$E$ (MPa)	$I$ (mm <sup>4</sup> )	$f_{eff}$ (mm)	$f_{adm}$ (mm)	VERIFICA
Sigma 200,3	3,733	1,94	210000	6078086,9	0,207	0,776	Verificata
Sigma 150,3	3,733	1,94	210000	2455376	0,513	0,776	Verificata
Sigma 125,3	3,733	1,94	210000	16911450,6	0,79	0,776	Non verificata

Tabella 9.11. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave 1

9.4.4.2. PREDIMENSIONAMENTO DEL PILASTRO

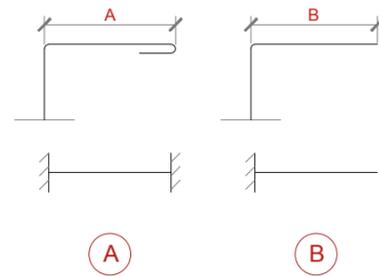
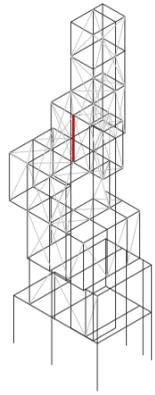
Una volta dimensionata la trave per l'impalcato di copertura si è proceduto al calcolo del pilastro. L'elemento pilastro risulta particolarmente critico vista la snellezza caratteristica dei profili Tamborri- no. In particolare essendo dei profili rientranti nella classe IV delle sezioni in acciaio, ovvero la classe delle sezioni snelle, è stato necessario il calcolo dell'area efficace secondo le indicazioni dell'Euroco- dice.

Si riporta di seguito la procedura seguita.

L'area efficace è l'area della sezione decurtata della quota parte dell'area di acciaio che, instabilizzan- do localmente, non è in grado di produrre resistenza meccanica.

Il metodo da normativa propone un calcolo per i profili presso piegati che considera singolarmente ogni piatto formante la sezione, valutando caso per caso la sua snellezza specifica.

Si considera separatamente ogni tratto delimitato dalle pieghe di irrigidimento.



Per ciascun tratto si calcola una lunghezza ideale  $b_p$  dove:

$b_p = b - t - 2g_r$  Per le membrature chiuse da due pieghe (A)

$b_p = b - (t/2) - 2g_r$  Per le membrature con un estremo libero. (B)

In entrambe le espressioni:

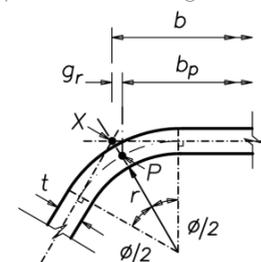
- $b$  è la lunghezza del tratto considerato sulla linea baricentrica della sezione,
- $t$  è lo spessore di ogni tratto
- $g_r$  è una lunghezza che dipende dall'irrigidimento e in particolare dall'angolo di curvatura della piega. In particolare:

$g_r = 0,293 \cdot \left(\frac{t}{2} + r\right)$

Se l'angolo di piega è un angolo retto

$g_r = \left(r + \frac{t}{2}\right) \cdot \left[\tan\left(\frac{\phi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)\right]$

Se l'angolo di piegatura è diverso da 90°



Una volta calcolato la lunghezza ideale si procede al calcolo della snellezza specifica di ogni singola membratura secondo la legge che segue:

$\bar{\lambda}_p = \frac{b_p/t}{28,4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$

Dove:

$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$

Figura 9.39. Schema esplicativo delle tipologie di membrature di una sezione a parete sottile

Figura 9.40. Schema esplicativo dal punto di vista geometrico dei valori di riferimento per il calcolo della lunghezza ideale della membratura

Mentre  $K_\sigma$  è un coefficiente in funzione della distribuzione degli sforzi che per una compressione semplice vale  $K_\sigma = 0,43$

In funzione poi della snellezza efficace di ciascuna membratura si calcola poi un coefficiente riduttore  $\rho$  che, moltiplicato per lunghezze ideali darà come risultato le lunghezze efficaci.

In particolare il calcolo del coefficiente  $\rho$  dipende dal tipo di vincoli delle membratura in questione. In particolare se la membratura ha gli estremi vincolati valgono:

Se  $\bar{\lambda}_p \leq 0,673 \quad \rho = 1$

Se

$\bar{\lambda}_p > 0,673 \quad \rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1$

Mentre se la membratura presenta una sola piegatura di irrigidimento e l'altro estremo libero valgono le seguenti formule:

Se

$\bar{\lambda}_p \leq 0,748 \quad \rho = 1$

Se

$\bar{\lambda}_p > 0,748 \quad \rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1$

Una volta determinati le lunghezze efficaci come  $b_{eff} = \rho b_p$ , si ricava l'area efficace.

PROFILO	AREA NETTA	AREA EFFICACE	PERDITA PERCENTUALE
sigma 200	1050	761,5046249	27
sigma 150	682	582,0520812	15
sigma 125	606,3	506,6587752	16

Tabella 9.12. Riassunto delle aree efficaci per tre dei profili Scaff System

Una volta ricavati i valori di area efficace per ogni tipologia di sezione si procede con il calcolo se- condo la normativa.

Si deve in particolare verificare che:

$N_{b,rd} < N_{ed}$

Dove :

$N_{b,rd} = \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}}{\gamma_{m1}}$

Con:

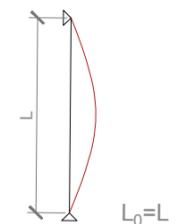
$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} \quad \lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}} \quad \phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2]$

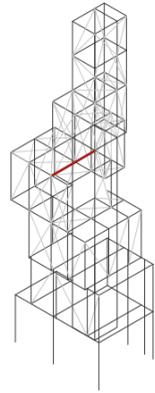
Per la determinazione della lunghezza di libera inflessione  $l_0$  si fa riferimento sempre alla normativa. Si distingue un moltiplicatore differente in base alle condizioni di vincolo.

	$N_{ed}$	$N_{b,rd}$	VERIFICA
Sigma 200,3	11,62	62,34	Verificata
Sigma 150,3	11,62	31,98	Verificata
Sigma 125,3	11,62	28,06	Verificata

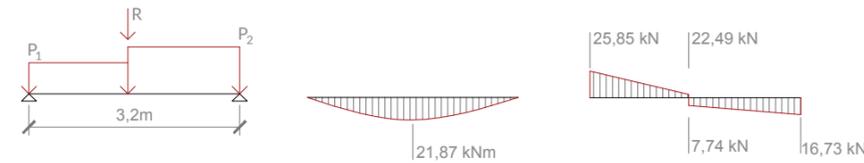
Figura 9.41. Schema di riferimento per il calcolo della luce di libera inflessione riferito alle tipologie di vincolo dell'elemento considerato

Tabella 9.13. Verifica di tre profili tipo sollecitati a compressione





Una volta dimensionato il pilastro si è proceduto al dimensionamento della trave che regge il pilastro in falso e che quindi è una delle trave con la distribuzione di carico più sfavorevole.



Anche in questo caso si è proceduto al calcolo del momento agente agli stati limite ultimo alla verifica della freccia.

CARICO P2							
<b>CARICHI VARIABILI</b>		<b>PERMANENTI STRUTTURALI</b>		<b>PERMANENTI PORTATI</b>		<b>Coefficienti di combinazione</b>	
NEVE	-	PESO PROPRIO		CHIUSURA ORIZZONTALE	2,46 kN/m	$\gamma_{G1}$	1,3
UTILIZZO	8,57 kN/m	$A_s$	1083,9 mm <sup>2</sup>	PARTIZIONE ORIZZONTALE	1,57 kN/m	$\gamma_{G2}$	1,5
		$\rho$	7850 kg/m <sup>3</sup>	CHIUSURA VERTICALE	-	$\psi_{02}$	0,7
		PP	8,13 kg/m				
						<b>P<sub>sle</sub></b>	14,99 kN/m
						<b>P<sub>slu</sub></b>	3,734 kN/m

Figura 9.42. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne della trave

Tabella 9.14. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico lineare P<sub>2</sub>

CARICO P1							
<b>CARICHI VARIABILI</b>		<b>PERMANENTI STRUTTURALI</b>		<b>PERMANENTI PORTATI</b>		<b>Coefficienti di combinazione</b>	
NEVE	0,76 kN/m	PESO PROPRIO		CHIUSURA ORIZZONTALE	1,82 kN/m	$\gamma_{G1}$	1,3
UTILIZZO	0,63 kN/m	$A_s$	1083,9 mm <sup>2</sup>	PARTIZIONE ORIZZONTALE	1,16 kN/m	$\gamma_{G2}$	1,5
		$\rho$	7850 kg/m <sup>3</sup>	CHIUSURA VERTICALE	0,82 kN/m	$\psi_{02}$	0,7
		PP	8,13 kg/m				
						<b>P<sub>sle</sub></b>	4,55 kN/m
						<b>P<sub>slu</sub></b>	3,734 kN/m

Tabella 9.15. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico lineare P<sub>1</sub>

CARICO PUNTUALE R		
<b>REAZIONE VINCOLARE PILASTRO</b>	<b>FACCIATA</b>	<b>R kN</b>
11,62 kN/m	0,7 kN/m	12,322   12,322

Tabella 9.16. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico concentrato R

Si è pertanto verificato anche questo caso sia agli stati limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Si riportano i dati di seguito.

VERIFICA TENSIONALE							
PROFILI	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )	E (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	W <sub>eff</sub> (mm <sup>3</sup> )	M <sub>rd</sub> (kNm)	M <sub>ed</sub> (kNm)
Sigma 200,3	1050	6078086,9	210000	235	59940	13,415	21,6
Doppia 150,3	1364	16911450,6	210000	235	6000	13,43	21,6
Doppia 200,3	2100	12156174	210000	235	119880	26,83	21,6

Tabella 9.17. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave

La trave è stata poi verificata rispetto ai limiti della normativa. Gli spostamenti sono stati valutati tramite un calcolo a mano applicando il corollario di Mohr e verificati attraverso l'applicativo Ftool.

VERIFICA DELLA FRECCIA							
PROFILI	Med,sle (kN/m)	L (m)	E (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	f <sub>eff</sub> (mm)	f <sub>adm</sub> (mm)	VERIFICA
Doppia 200,3	14	3,2	210000	12156174	3,78	12,8	Verificata

Tabella 9.18. Riassunto delle verifiche degli spostamenti della trave

### 9.4.4.3. ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI

Per verificare la procedura a mano secondo normativa si è poi proceduto ad una verifica ad elementi finiti con il software ABAQUS.

Si sono effettuate delle simulazioni di buckling così da ricavare l'autovalore moltiplicatore del carico applicato, che porta ai vari modi di instabilità. Per degli autovalori > 1, pertanto il carico critico che porta all'instabilità della sezione è maggiore di quello applicato e quindi la stabilità dell'elemento soggetta al carico di progetto è verificata.

- Trave tipo

Si è quindi modellato con elementi shell l'esatta geometria, compresa di foratura, i profili Scaff System. Per confermare e convalidare i risultati e le ipotesi fatte in precedenza.

Per la trave quindi si è proceduto a simulare e a mettere a confronto l'uso del profilo singolo e del profilo doppiato. A questi casi si è applicato lo stesso carico verificando che l'eigenvalue del carico critico fosse maggiore di 1 e che quindi il carico critico del primo scenario di instabilità fosse più elevato del carico effettivamente applicato sulla trave, si è valutato poi come questo valore cambiasse tra un profilo singolo e doppio.

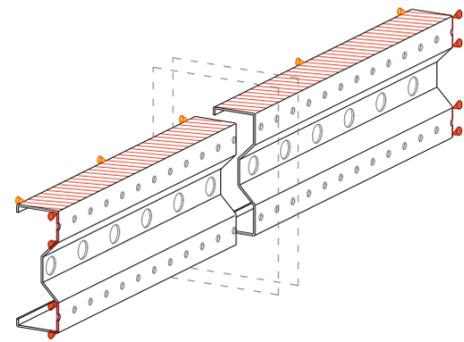
- Pilastro

Allo stesso modo si è confrontato, per il pilastro, che la sollecitazione calcolata non eccedesse il carico critico di instabilità del profilo singolo e doppiato. Nel caso del pilastro si è valutata la collaborazione al comportamento flessionale della trave delle piastrine di collegamento dei due profili.

Tali considerazioni hanno, da una parte dato conferma dei calcoli fatti preliminarmente a mano, e in secondo luogo, convalidato la scelta del nodo strutturale a profili doppi che meglio assicura la trasmissione centrata degli sforzi senza andare a trasferire eccentricità e quindi sforzi flessionali al pilastro. Tali considerazioni quindi portano alla definizione del nodo strutturale tipo.

Si riportano di seguito le schede di analisi delle simulazioni fatte per i vari casi presi in considerazione.

TRAVE PROFILO SINGOLO, Sigma 200,3



Vincolo che simula l'irrigidimento dato dal solaio fissato alla trave. Sono bloccate le traslazioni lungo gli assi x e y

Vincolo che simula la cerniera di appoggio alle estremità. Vincola le traslazioni nello spazio dei punti dell'anima della trave

Figura 9.43. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento

La trave è stata simulata come un elemento shell. A partire dalla linea baricentrica del profilo si è applicato un profilo di spessore 4 mm con le proprietà elastiche e meccaniche di un acciaio S235.

ACCIAIO S235		
LIMITE DI SNERVAMENTO	MODULO DI POISSON	MODULO DI YOUNG
235 N/mm <sup>2</sup>	0,3	210000 N/mm <sup>2</sup>



Tabella 9.19. Caratteristiche del materiale considerate nella simulazione

I vincoli sono stati simulati per rappresentare al meglio la realtà. Come si evince dallo schema l'anima della trave è stata vincolata impedendo alle estremità le traslazione nelle tre direzioni. La presenza di un solaio rigido vincolato alla trave è stato rappresentato nella simulazione da un ritegno dell'ala superiore.

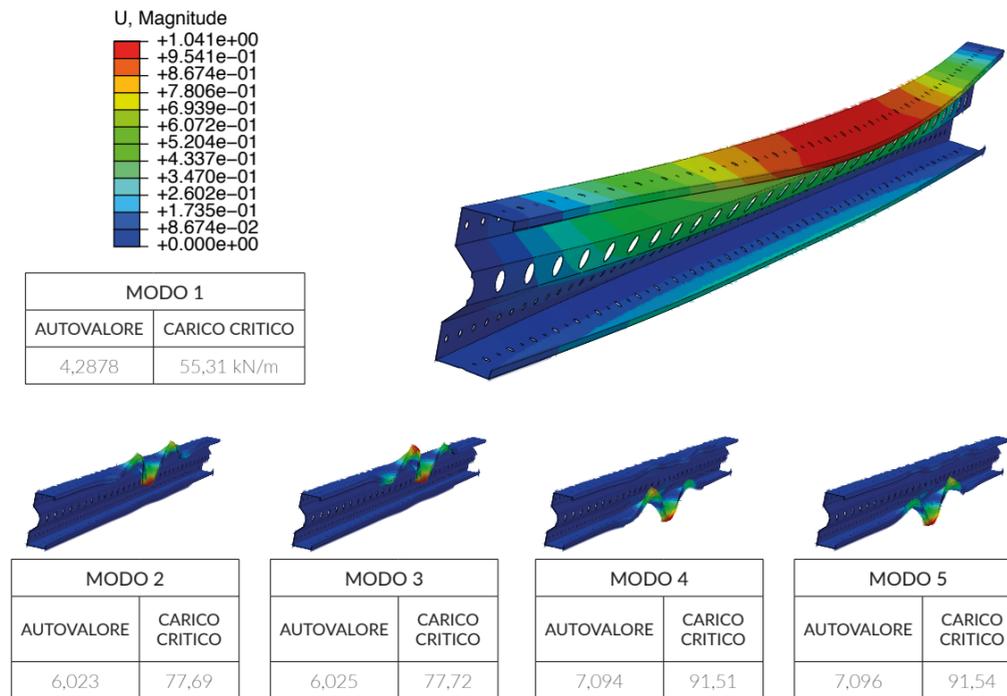
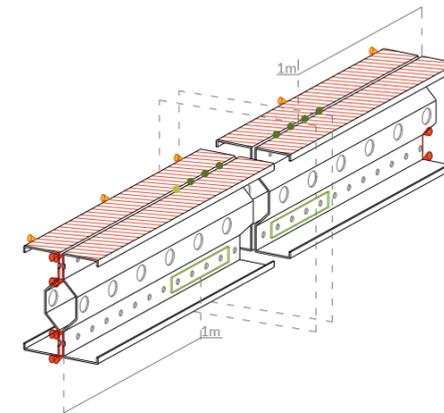


Figura 9.44. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento

TRAVE PROFILO SINGOLO, Sigma 200,3



Vincolo che simula l'irrigidimento dato dal solaio fissato alla trave. Sono bloccate le traslazioni lungo gli assi x e y

Vincolo che simula la cerniera di appoggio alle estremità. Vincola le traslazioni nello spazio dei punti dell'anima della trave

Vincolo che simula la piastra di connessione dei due profili. Vincola i punti dei due profili di date sezioni ad assumere gli stessi spostamenti

La trave doppia è stata simulata allo stesso modo e con le stesse proprietà che seguono.

ACCIAIO S235		
LIMITE DI SNERVAMENTO	MODULO DI POISSON	MODULO DI YOUNG
235 N/mm <sup>2</sup>	0,3	210000 N/mm <sup>2</sup>



Figura 9.45. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento

Tabella 9.20. Caratteristiche del materiale considerate nella simulazione

I vincoli sono stati simulati per rappresentare al meglio la realtà. Come si evince dallo schema l'anima della trave è stata vincolata impedendo alle estremità le traslazione nelle tre direzioni. La presenza di un solaio rigido vincolato alla trave è stato rappresentato nella simulazione da un ritegno dell'ala superiore. Le piastrine di accoppiamento dei due profili sono simulate con due sezioni a 1 m dalle estremità della trave in cui i nodi relativi all'anima sono stati vincolati ad assumere medesimi spostamenti.

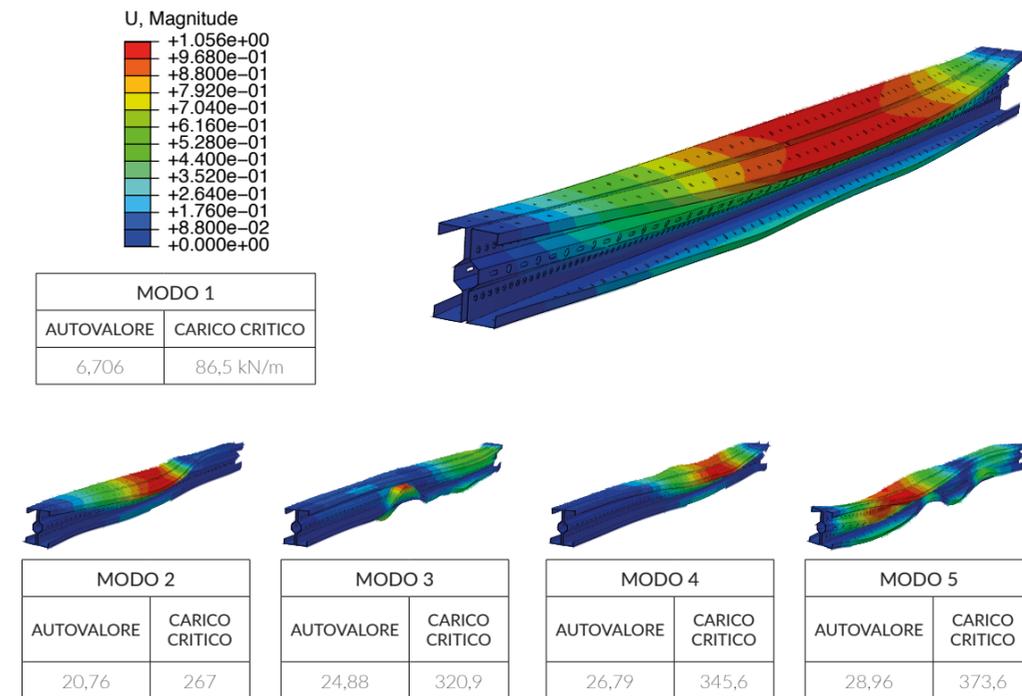


Figura 9.46. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento

PILASTRO PROFILO DOPPIO, Sigma 200,3

-  Vincolo che simula la cerniera dell'estremità alta del pilastro. Si sono vincolati i punti dell'anima in questa posizione agli spostamenti nel piano ma non lungo l'asse y dove il pilastro è lasciato libero di deformarsi.
-  Reference Point che gestisce la distribuzione omogenea della forza applicata al pilastro su tutta la sezione
-  Vincolo che simula la piastra di connessione dei due profili. Vincola i punti dei due profili a date sezioni ad assumere gli stessi spostamenti.
-  Vincolo che simula la cerniera di appoggio alle estremità di base. Vincola le traslazioni nello spazio dei punti dell'anima della trave per gli spostamenti in tutte le direzioni dello spazio.

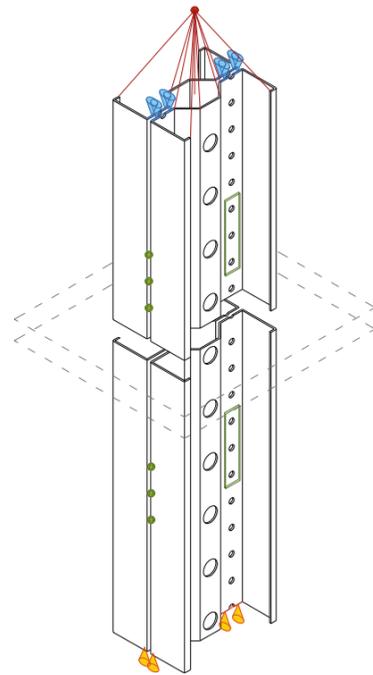


Figura 9.47. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento

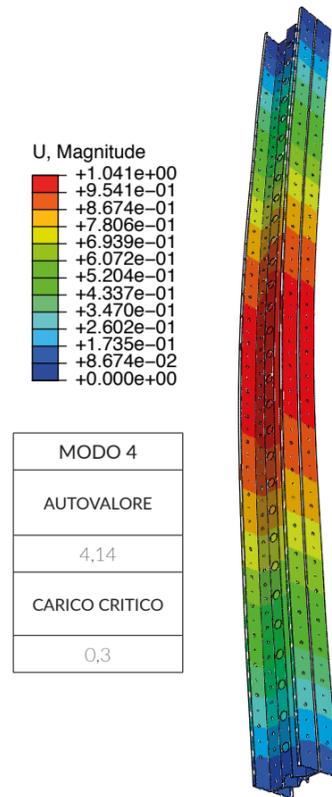
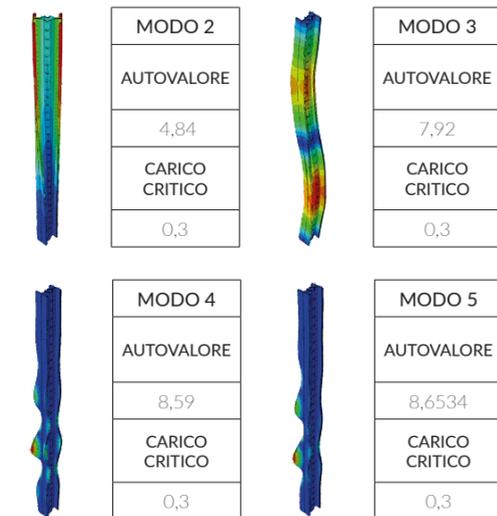


Figura 9.48. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento

Il pilastro è stato simulato come un elemento shell. A partire dalla linea baricentrica del profilo si è applicato un profilo di spessore 4 mm con le proprietà elastiche e meccaniche di un acciaio S235.

ACCIAIO S235		
LIMITE DI SNERVAMENTO	MODULO DI POISSON	MODULO DI YOUNG
235 N/mm <sup>2</sup>	0,3	210000 N/mm <sup>2</sup>

I vincoli sono stati simulati per rappresentare al meglio la realtà. Per l'applicazione di un'azione centrata è stato utilizzato un reference point centrato per poi ridistribuire in modo omogeneo l'azione su tutta la sezione. Agli appoggi le cerniere sono state simulate con dei vincoli alle traslazioni in ogni direzione per la base del pilastro e alle sole traslazioni fuori piano alla sommità, lasciando quindi la possibilità al pilastro di deformarsi longitudinalmente. Abbiamo valutato l'accoppiamento dei due profili con vincoli di spostamento i punti delle anime dei due pirofilo in date sezioni. Sono stati simulati pilastri con nessuna di queste piastre, due piastre e un caso con quattro.

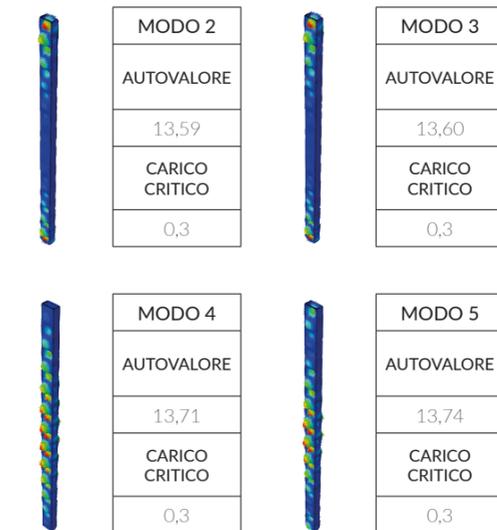


PILASTRO LAMINATO A CALDO, 160X80X3

Il pilastro è stato simulato come un elemento shell. A partire dalla linea baricentrica del profilo si è applicato un profilo di spessore 4 mm con le proprietà elastiche e meccaniche di un acciaio S275.

ACCIAIO S235		
LIMITE DI SNERVAMENTO	MODULO DI POISSON	MODULO DI YOUNG
275 N/mm <sup>2</sup>	0,3	210000 N/mm <sup>2</sup>

I vincoli sono stati simulati per rappresentare al meglio la realtà. Per l'applicazione di un'azione centrata è stato utilizzato un reference point centrato per poi ridistribuire in modo omogeneo l'azione su tutta la sezione. Agli appoggi le cerniere sono state simulate con dei vincoli alle traslazioni in ogni direzione per la base del pilastro e alle sole traslazioni fuori piano alla sommità, lasciando quindi la possibilità al pilastro di deformarsi longitudinalmente. In questo caso, dove si valuta una dei pilastri alla base dell'edificio la mole di carico è risultata troppo elevata per permettere l'utilizzo di un profilo Scaff System senza dover optare per uno dei profili a sezione più grande che avrebbe causato un eccessivo ingombro in pianta della struttura



-  Vincolo che simula la cerniera dell'estremità alta del pilastro. Si sono vincolati i punti dell'anima in questa posizione agli spostamenti nel piano ma non lungo l'asse y dove il pilastro è lasciato libero di deformarsi.
-  Reference Point che gestisce la distribuzione omogenea della forza applicata al pilastro su tutta la sezione
-  Vincolo che simula la cerniera di appoggio alle estremità di base. Vincola le traslazioni nello spazio dei punti dell'anima della trave per gli spostamenti in tutte le direzioni dello spazio.

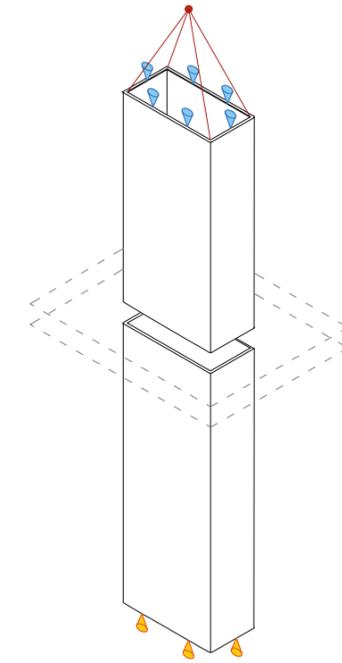


Figura 9.49. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento

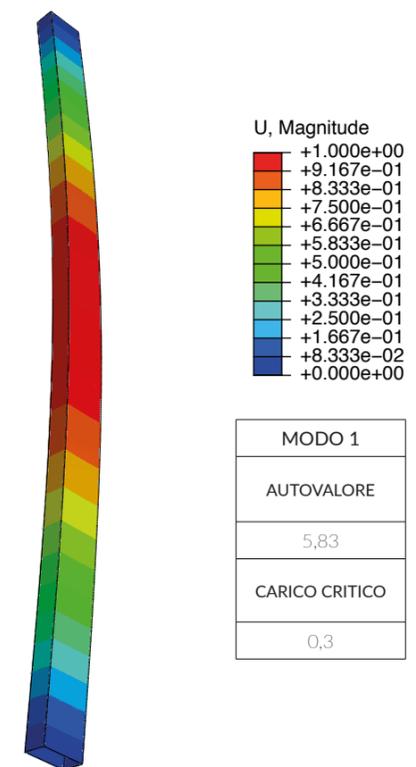
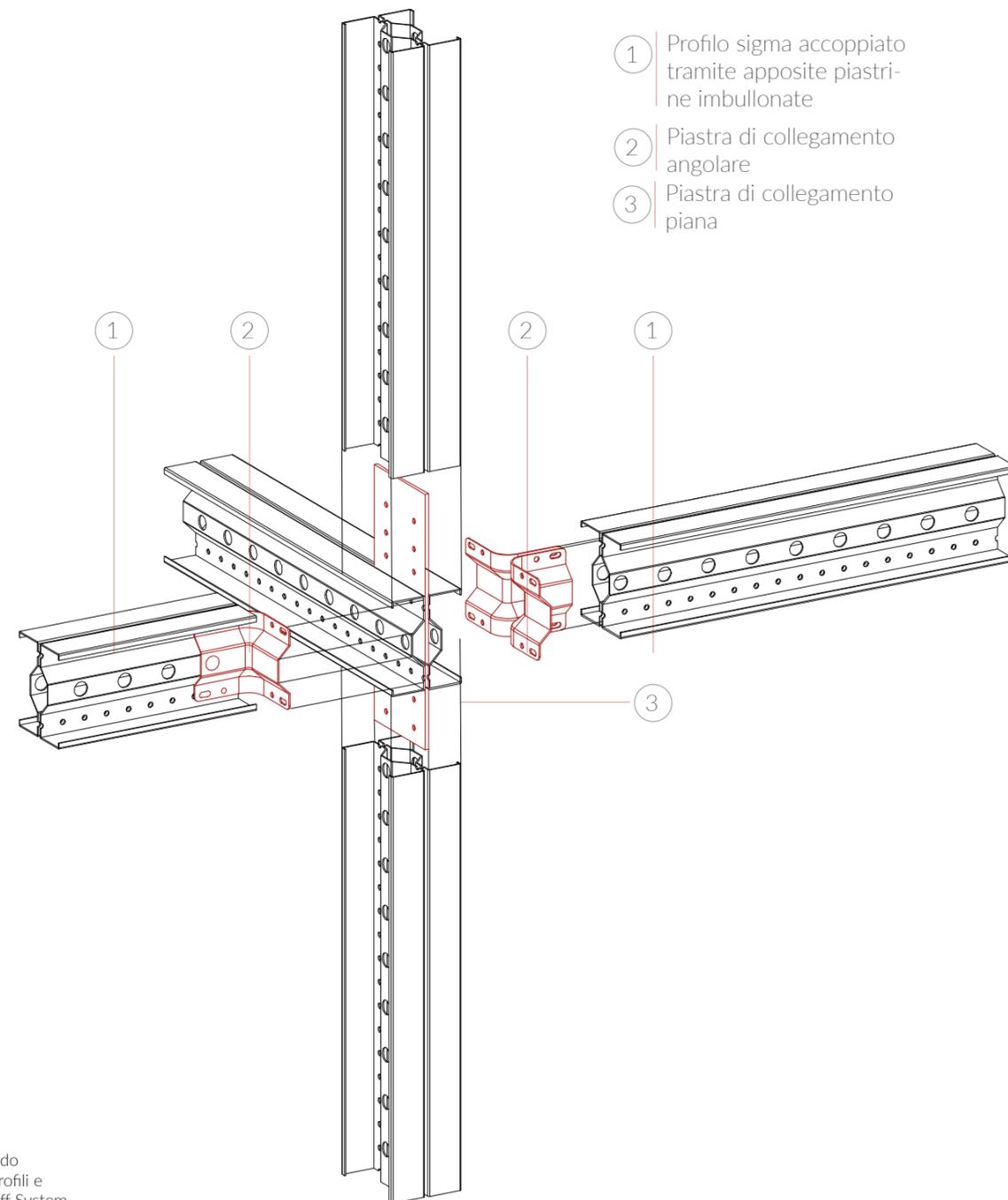


Figura 9.50. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento

NODO STRUTTURALE TIPO



- ① Profilo sigma accoppiato tramite apposite piastrine imbullonate
- ② Piastra di collegamento angolare
- ③ Piastra di collegamento piana

Figura 9.51. Schema assonometrico del nodo strutturale tipo con profili e staffe del sistema Scaff System

9.4.5. STRUTTURA DEL BASAMENTO IN PROFILI LAMINATI A CALDO

Una volta pre-dimensionata in maniera indipendente la struttura del sopralzo in Scaff System ci si è dedicati al pre-dimensionamento della porzione laminata a caldo del basamento della struttura che quindi nei primi due piani dell'edificio rimane all'interno del rudere.

Per considerare il cambio di struttura e approssimare la trasmissione degli sforzi da una porzione all'altra si sono ipotizzati dei fissaggi puntuali diretti tra le basi dei pilastri Scaff System e le travi laminati a caldo. Pertanto, una volta calcolato il peso totale del sopralzo compreso di peso proprio di ogni elemento, carico strutturale portato e dei carichi variabili agenti, secondo l'area di influenza di ogni punto di appoggio si è diviso e ripartito il peso totale di tutta la struttura di sopraelevazione.

In questo modo si è quindi proseguito con il dimensionamento considerando per prima la trave più sollecitata e poi pre-dimensionando, a scendere verso le fondazioni tutti gli elementi interessati.

TRAVE 1

La trave indicata sotto come trave 1 presenta il seguente schema di carico, anche in questo caso si è considerato uno schema cinematico di appoggio appoggio.

Tuttavia è stato prevista inoltre una porzione di trave in aggetto in modo da sormontare la muratura del rudere alla sua sommità e allineare la struttura di sopraelevazione a quella del rudere esistente, in questo modo è stato poi possibile avere un allineamento anche dal punto di vista architettonico ed estetico tra il nuovo edificio e il rudere storico.



Per tanto sulla base di queste sollecitazioni sono stati calcolati le azioni interne da confrontare con i parametri di resistenza della trave.

Si sono verificati quindi i momenti resistenti rispetto ai momenti agenti, la resistenza a taglio della porzione d'anima alle estremità di ogni trave e il requisito all'SLE della freccia massima. Così per ogni trave interessata nella porzione in considerazione.

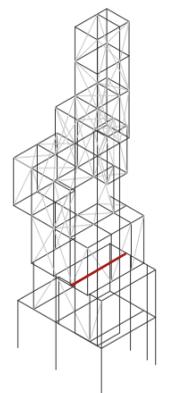
VERIFICA TENSIONALE				VERIFICA SPOSTAMENTI			
PROFILI	$M_{rd}$ (kNm)	$M_{ed}$ (kNm)	VERIFICA	PROFILI	$f_{eff}$	$f_{adm}$	VERIFICA
IPE220	67,44	74,64	Verificata	IPE220	17,2	17,4	Non verificata
IPE240	67,44	81,71	Verificata	IPE240	17,2	16	Verificata

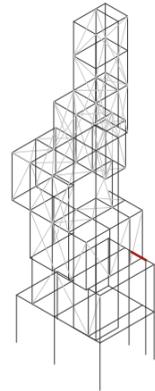
Figura 9.52. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne della trave 1

Tabella 9.21. Riassunto dei calcoli di verifica per la trave 1

Allo stesso modo anche i pilastri sono stati verificati secondo il loro carico critico massimo che tiene in considerazione la loro snellezza specifica.

Di seguito si riportano le tabelle dei risultati per ogni elemento. Si sono considerati per le verifiche dei profili IPE per le travi e dei tubolari a sezione rettangolare per i pilastri.





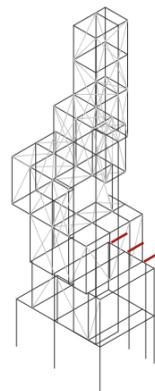
TRAVE 2

Riprende in mezzeria l'appoggio della trave 1 per riportare l'asse strutturale della struttura del sopralzo ai lati delle aperture preesistenti del rudere. Anche in questo caso lo schema cinematico è appoggio appoggio e la trave risulta soggetta al carico concentrato della reazione vincolare della trave 1.



VERIFICA TENSIONALE			
PROFILI	M <sub>rd</sub> (kNm)	M <sub>ed</sub> (kNm)	VERIFICA
IPE220	28,992	74,643	Verificata
IPE240	28,992	81,714	Verificata

VERIFICA SPOSTAMENTI			
PROFILI	f <sub>eff</sub>	f <sub>adm</sub>	VERIFICA
IPE220	4,4	4,8	Non verificata
IPE240	4,4	3,2	Verificata



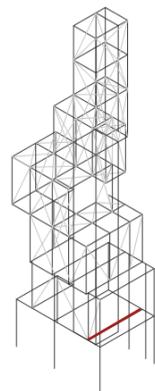
TRAVE 3

È la mensola in aggetto che sorregge la piccola terrazza verso gli spazi XL della Farm. In questo caso si considerano come schema una trave su due appoggi con un estremo libero. Un estremo è vincolato attraverso imbullonatura alla struttura in acciaio mentre il secondo appoggio è un'asola che trasmette le sole forze verticali.



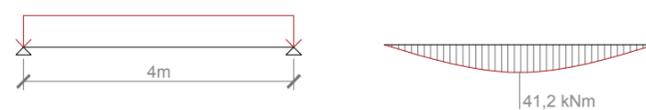
VERIFICA TENSIONALE			
PROFILI	M <sub>rd</sub> (kNm)	M <sub>ed</sub> (kNm)	VERIFICA
IPE80	3,75	6,076	Non verificata
IPE120	3,75	15,898	Verificata

VERIFICA SPOSTAMENTI			
PROFILI	f <sub>eff</sub>	f <sub>adm</sub>	VERIFICA
IPE80	5,6	8,7	Non verificata
IPE120	5,2	4,4	Verificata



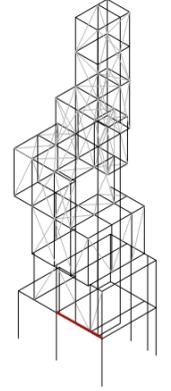
TRAVE 4

È la trave standard del solaio del primo con appoggio appoggio e carico distribuito uniforme. Al primo livello è l'elemento con l'area di influenza più ampia.



VERIFICA TENSIONALE			
PROFILI	M <sub>rd</sub> (kNm)	M <sub>ed</sub> (kNm)	VERIFICA
IPE240	43,52	81,714	Verificata
IPE220	43,52	57,881	Verificata
IPE180	43,52	43,476	Non verificata

VERIFICA SPOSTAMENTI			
PROFILI	f <sub>eff</sub>	f <sub>adm</sub>	VERIFICA
IPE240	16	8	Verificata
IPE220	16	12,7	Verificata
IPE180	16	18,7	Non verificata



TRAVE 5

È la trave più sollecitata con una luce ampia e il pilastro in falso.



VERIFICA TENSIONALE			
PROFILI	M <sub>rd</sub> (kNm)	M <sub>ed</sub> (kNm)	VERIFICA
IPE240	79,88	81,714	Verificata
IPE220	79,88	74,64	Verificata
IPE200	79,88	57,881	Non verificata

VERIFICA SPOSTAMENTI			
PROFILI	f <sub>eff</sub>	f <sub>adm</sub>	VERIFICA
IPE240	14	12,5	Verificata
IPE220	14	13,75	Verificata
IPE200	14	18	Non verificata

Figura 9.53. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne di ogni trave

Tabella 9.22. Riassunto dei calcoli di verifica per ogni trave

PILASTRI

Tutti i pilastri tubolari sono stati verificati secondo normativa e si è poi effettuata una simulazione agli elementi finiti con il software ABAQUS.

Considerando il fenomeno di instabilità si sono verificati i seguenti pilastri.

PILASTRO 1

LUNGHEZZE DI RIFERIMENTO	
L	3,1 m
L <sub>0</sub>	3,1 m

Carico P sle	52,42 kN
Carico P slu	54,03 kN
TUBOLARE 160X80X4	Verificato

PILASTRO 2

LUNGHEZZE DI RIFERIMENTO	
L	3,1 m
L <sub>0</sub>	3,1 m

Carico P sle	145,81 kN
Carico P slu	78,14 kN
TUBOLARE 160X80X4	Verificato

PILASTRO 3

LUNGHEZZE DI RIFERIMENTO	
L	3,1 m
L <sub>0</sub>	3,1 m

Carico P sle	148,57 kN
Carico P slu	87,34 kN
TUBOLARE 160X80X4	Verificato

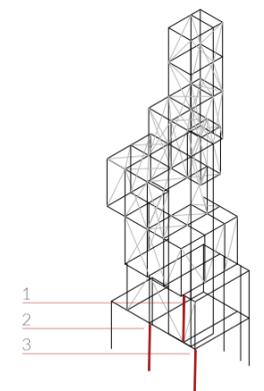


Tabella 9.23. Riassunto dei calcoli di verifica per i pilastri 1 2 e 3

### 9.4.6. MODELLO GLOBALE DELLA STRUTTURA

Per meglio andare a valutare il comportamento della struttura sotto le azioni considerate e soprattutto considerare l'effetto del vento e quindi i sistemi di controventamento, si è deciso di realizzare con il software MidasGen un modello globale della struttura.

Si è partiti con la modellazione con i profili ricavati dal predimensionamento a mano, così da poter verificare i calcoli effettuati.

Il modello ha permesso:

- Una valutazione più corretta dell'effetto del vento su una struttura tridimensionale, alta, snella e fortemente irregolare
- Una più corretta approssimazione della distribuzione dei carichi a fronte delle varie asimmetrie e degli oggetti che presenta la struttura in alzato.

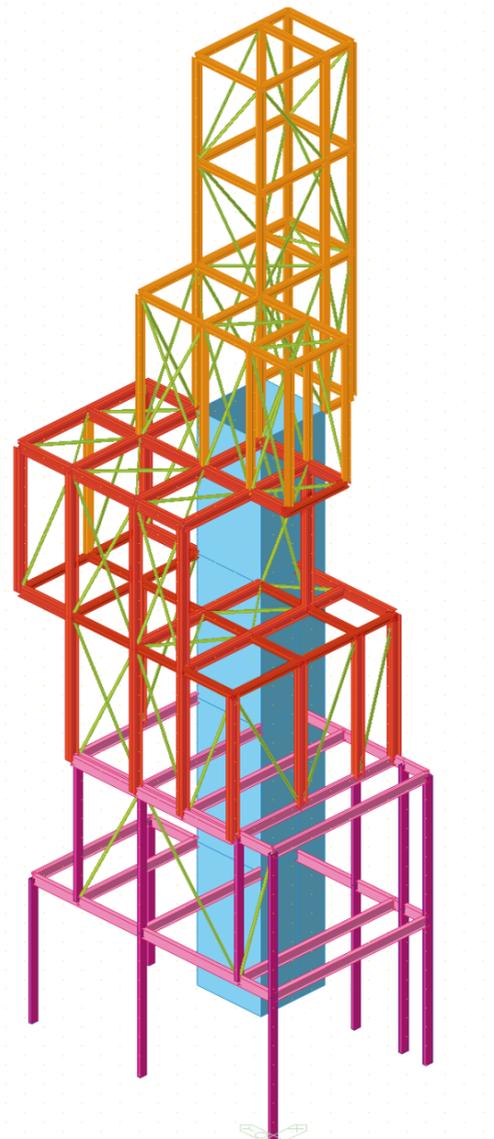
#### 9.4.6.1. PRINCIPI DI MODELLAZIONE

Si sono modellati gli elementi strutturali con MidasGen utilizzando principalmente due Element-Type, si è optato per elementi Beam per travi e pilastri ed elementi Truss-Tension-Only per i tiranti e controventi. Il core in calcestruzzo dell'ascensore invece è un elemento wall planare. I vincoli a terra sono stati simulati con dei vincoli traslazionali lasciando le rotazioni in modo conforme alle ipotesi di assemblaggio della struttura. Sempre nel rispetto del sistema costruttivo Scaff System, per simulare le cerniere semplici dei nodi strutturali, si sono inseriti degli svincoli rotazionali (Beam End Release) alle estremità di appoggio delle travi.

I carichi sono stati applicati come carichi superficiali applicati ciascuno sulla superficie di piano di riferimento secondo uno schema di carico monodirezionale considerando l'utilizzo della lamiera grecata. I carichi delle facciate invece sono stati convertiti in carichi lineari applicati sulle travi di bordo.

#### 9.4.6.2. VERIFICA DEL PREDIMENSIONAMENTO

Sono stati quindi convalidati e verificati i profili dimensionati, esportando i valori di azioni interne di ciascun elemento sotto combinazioni allo stato limite ultimo. Allo stesso modo agli stati limite di esercizio si è proceduto alla verifica dello stato deformativo della struttura rispetto alle li-



- Core in calcestruzzo armato
- Profili Scaff System Doppia Sigma 150
- Profili Scaff System Doppia Sigma 200
- Profili laminati IPE 200
- Profili laminati Tubolare sezione rettangolare 160X80X4

Figura 9.54. Schema del modello a elementi finiti

mitazioni imposte da normativa. Si è valutata sia la deformazione trave per trave, che gli spostamenti piano per piano e in sommità.

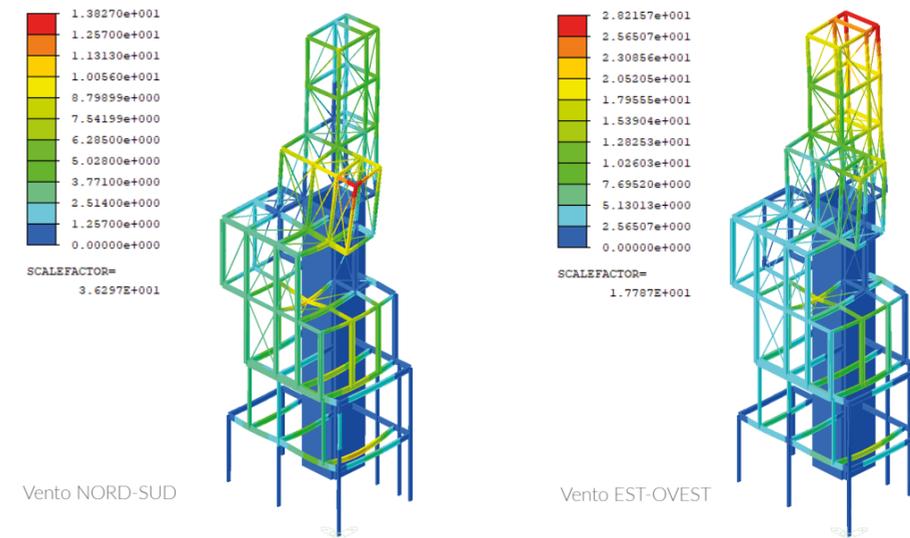


Figura 9.55. Diagrammi degli spostamenti agli stati limiti di esercizio - Sono riportati i valori riferiti a diverse direzioni di sollecitazione dell'azione del vento

Si riportano pertanto di seguito alcuni dei valori di verifica relativi agli elementi già trattati ai paragrafi precedenti.

#### TRAVI SIGMA

TRAVE	METODO DI CALCOLO	PROFILI	VERIFICA TENSIONALE			VERIFICA SPOSTAMENTI		
			$M_{rd}$ (kNm)	$M_{ed}$ (kNm)	VERIFICA	$f_{eff}$ (mm)	$f_{adm}$ (mm)	VERIFICA
1	F.E.M.	Doppia 150,3	13,43	2,75	Verificata	0,496	0,776	Verificata
	MANUAL			2,4	Verificata	0,513		Verificata
2	F.E.M.	Doppia 200,3	26,83	17,46	Verificata	7,62	12,8	Verificata
	MANUAL			21,6	Verificata	3,78		Verificata

#### PROFILI LAMINATI A CALDO

TRAVE	METODO DI CALCOLO	PROFILI	VERIFICA TENSIONALE			VERIFICA SPOSTAMENTI		
			$M_{rd}$ (kNm)	$M_{ed}$ (kNm)	VERIFICA	$f_{eff}$ (mm)	$f_{adm}$ (mm)	VERIFICA
1	F.E.M.	IPE 240	69,83	34,7	Verificata	6,55	17,2	Verificata
	MANUAL			56	Verificata	16,0		Verificata
2	F.E.M.	IPE 240	69,83	9,7	Verificata	2,78	4,4	Verificata
	MANUAL			21,6	Verificata	3,2		Verificata
4	F.E.M.	IPE 200	57,88	41,57	Verificata	10,86	12,8	Verificata
	MANUAL			43,51	Verificata	12,7		Verificata
5	F.E.M.	IPE 220	74,64	27,03	Verificata	3,81	12,8	Verificata
	MANUAL			79,88	Non verificata	13,75		Verificata

Nella tabella di verifica oltre ai valori di azioni interne calcolate tramite simulazione F.E.M. Sono ri-

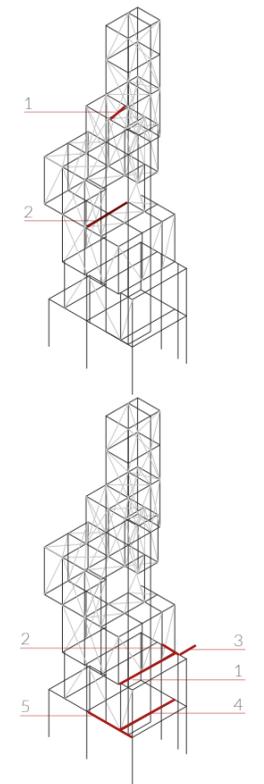


Tabella 9.24. Riassunto dei calcoli di verifica. Confronto tra i calcoli F.E.M. e i valori ricavati dal calcolo a mano

portati, per confronto, gli stessi valori derivati dal calcolo a mano fatto sulla base di aree di influenza che non tengono conto del volume tridimensionale della struttura.

Si nota che i valori per gli elementi, che per la loro posizione è stato di carico, non sono soggetti alla variabile della tridimensionalità, sono del tutto raffrontabili (come per la trave 4), verificando così la correttezza del modello. Per gli altri elementi invece i valori variano sensibilmente e in modo proporzionale alla posizione dell'elemento rispetto al percorso dei carichi. Infatti l'approssimazione del calcolo manuale è sempre più grossolana man a mano che si considerano elementi che sono alla base e che quindi accumulano le ipotesi e gli errori del calcolo degli altri elementi

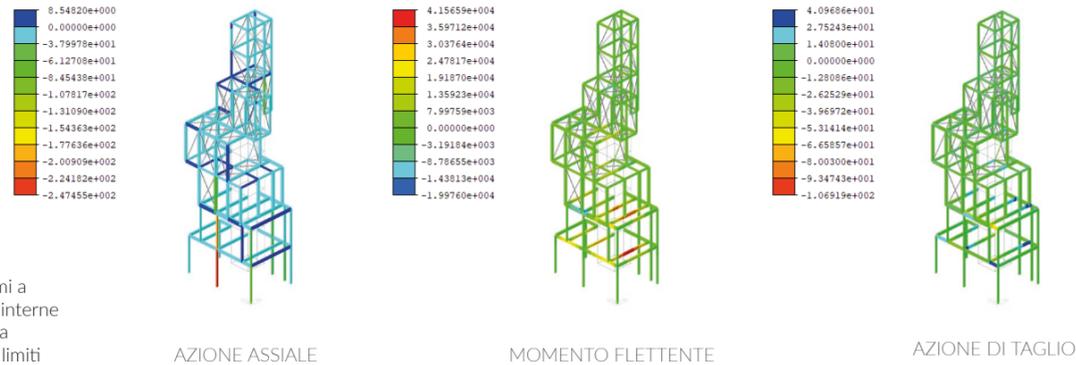


Figura 9.56. Diagrammi a falsi colori delle azioni interne alla struttura soggetta a combinazioni agli stati limiti ultimi

Il controllo è stato tuttavia effettuato su tutti i profili della struttura tramite l'esportazione delle relative ResultsTable importate in apposito foglio di calcolo Excell.

### 9.4.6.3. TIRANTI E OTTIMIZZAZIONE DEI PROFILI

Solo considerando la distribuzione degli sforzi effettiva è stato possibile ritardare il dimensionamento preliminare delle sezioni riuscendo nella porzione della struttura laminata a caldo a ridurre le sezioni dei vari elementi.

Anche in questo caso si è effettuata una verifica a mano esportando i valori delle azioni interne e confrontando ogni singolo elemento con il momento resistente.

Con combinazione agli stati limite di esercizio si sono poi verificate le frecce rispetto ai limiti imposti da normativa.

Una volta ridotte le sezioni si è deciso di valutare l'inserimento di tiranti che riprendessero la deformazione delle travi con pilastri in falso. Si è quindi simulata una configurazione di struttura con tali tiranti. Questi elementi tiranti sono stati considerati come da prassi esecutiva Scaff System come dei profili a sezione a U 6X3 di elevata snellezza ( $\lambda > 300$ ) e spessore 3 mm.

Con questi elementi si è ulteriormente ridotta la sezione minima necessaria dei profili che sotto questa nuova configurazione e di carico e di vincolo sono state riverificate sia in termini di azioni e sforzo che ovviamente in termini deformativi.

Di seguito si riporta uno schema dei tiranti e una rappresentazione del sistema di carico tipo in cui il tirante è rappresentato con un ritegno di una certa rigidezza in corrispondenza del punto di applicazione della reazione vincolare del pilastro.

Figura 9.57. Schema di posizionamento dei tiranti, e grafico di rappresentazione della trave tirantata.

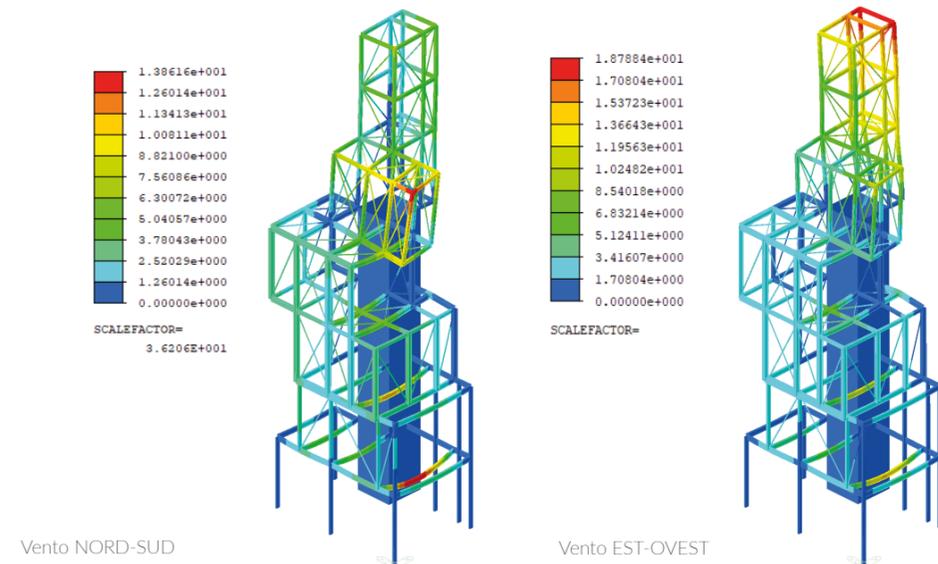
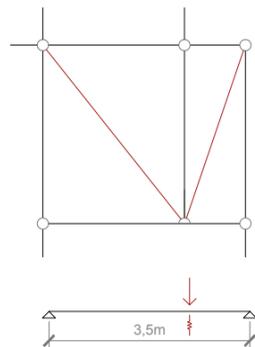


Figura 9.58. Diagrammi degli spostamenti agli stati limiti di esercizio - Sono riportati i valori riferiti a diverse direzione di sollecitazione dell'azione del vento

TRAVE	METODO DI CALCOLO	PROFILI	VERIFICA TENSIONALE				VERIFICA SPOSTAMENTI		
			$M_{rd}$ (kNm)	$M_{ed}$ (kNm)		Verifica	$f_{eff}$ (mm)	$f_{adm}$ (mm)	Verifica
				Ottimizzata	Non ottimizzata				
1	F.E.M.	IPE 200	57,88	8,21	34,7	Verificata	1,99	17,2	Verificata
2	F.E.M.	IPE 200	57,88	13,01	9,7	Verificata	0,17	4,4	Verificata
4	F.E.M.	IPE 200	57,88	41,57	41,57	Verificata	10,58	12,8	Verificata
5	F.E.M.	IPE 200	57,88	15,15	27,03	Verificata	1,63	12,8	Verificata

Soprattutto per le travi in falso (come la trave 1 e 5) si può notare dal confronto della tabella riportata, quanto la riduzione delle azioni interne e delle frecce sia effettivamente sensibile e come quindi permetta un'ottimizzazione delle travi significativa riducendo le sezioni a delle IPE 200.

I tiranti poi a loro volta sono stati verificati secondo la normale procedura di verifica dei controventi verificando quindi che lo sforzo interno di trazione non eccedesse il limite di snervamento dell'acciaio.

Allo stesso modo si è valutato anche l'incremento della sollecitazione dei pilastri.

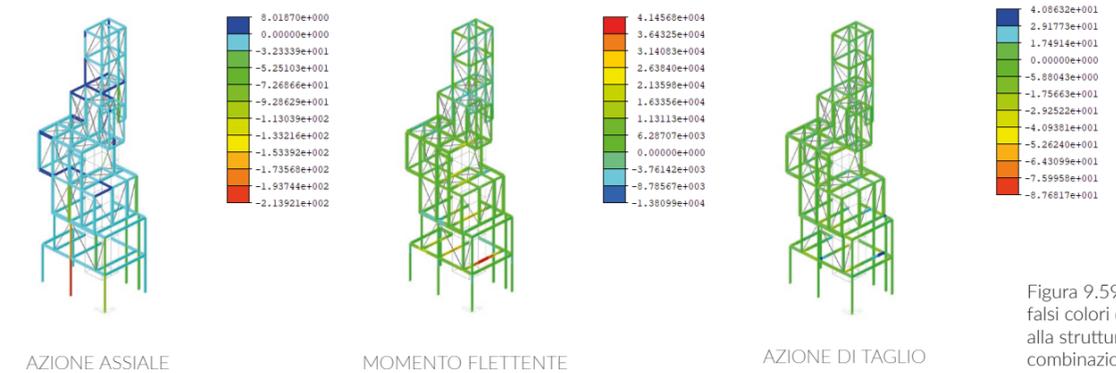


Figura 9.59. Diagrammi a falsi colori delle azioni interne alla struttura soggetta a combinazioni agli stati limiti ultimi

### 9.4.7. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Come valutazione dell'azione sismica si è deciso di farne un confronto con l'azione del vento e verificare quindi la preponderanza del vento sul sisma.

Per tanto facendo riferimento allo spettro dell'azione sismica di riferimento del sito di progetto si è calcolata la forza risultante applicata dal sisma alla massa del nuovo museo di Farm.

Ripartita ai vari piani la forza del sisma secondo normativa in maniera proporzionale alla massa di ciascun livello, si è confrontato le risultanti di piano con le rispettive forze dovute al vento.

#### 9.4.7.1. DETERMINAZIONE DELLO SPETTRO DI RIFERIMENTO

Secondo la normativa, (NTC 2018), si è proceduto alla determinazione dello spettro di risposta della struttura.

Sono quindi state considerate le seguenti ipotesi secondo le indicazioni prescritte da normativa.

Come categoria di sottosuolo confrontando le direttive da NTC e i dati estrapolati dal PGT del comune di Favara si è optato per una categoria C.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 9.60. Da N.T.C. 2018, tabella che definisce le caratteristiche della superficie topografica per la determinazione delle categoria di sottosuolo

Mentre per la categoria topografica ci si è ritenuti conformi alla categoria T

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

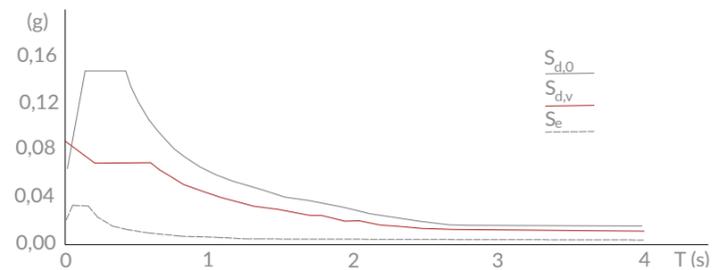


Figura 9.62. Spettro di risposta sismica

Ottenuto lo spettro dell'azione sismica si considera l'accelerazione al plateau come valore di riferimento. Moltiplicando tale accelerazione imposta dal sisma per la massa del nostro edificio si approssimerà la forza applicata alla costruzione .

$$F = m a$$

#### 9.4.7.2. CALCOLO DELLA MASSA DELL'EDIFICIO

Per il calcolo della massa dell'edificio si sono tenuti conto tutti i pesi propri strutturali portanti e portati, i carichi di piano convertiti in masse gravitazionali. Come volumi di riferimento per ogni piano è stata valutata un'altezza di riferimento pari alla differenza tra il baricentri dell'ambiente sottostante al piano e quello soprastante. Per l'ultimo solaio di copertura è stato considerato invece il peso anche di tutta la parte alta.

Sono stati quindi poi calcolati sommando tutti questi contributi dei valori  $W_i$  in kg per ogni livello.

#### 9.4.7.3. CALCOLO DELLE RISULTANTI DI PIANO

La forza totale data dalla massa totale e dall'accelerazione di riferimento vale come il risultato dell'espressione seguente:

$$F = m a = 45,349 \text{ kN}$$

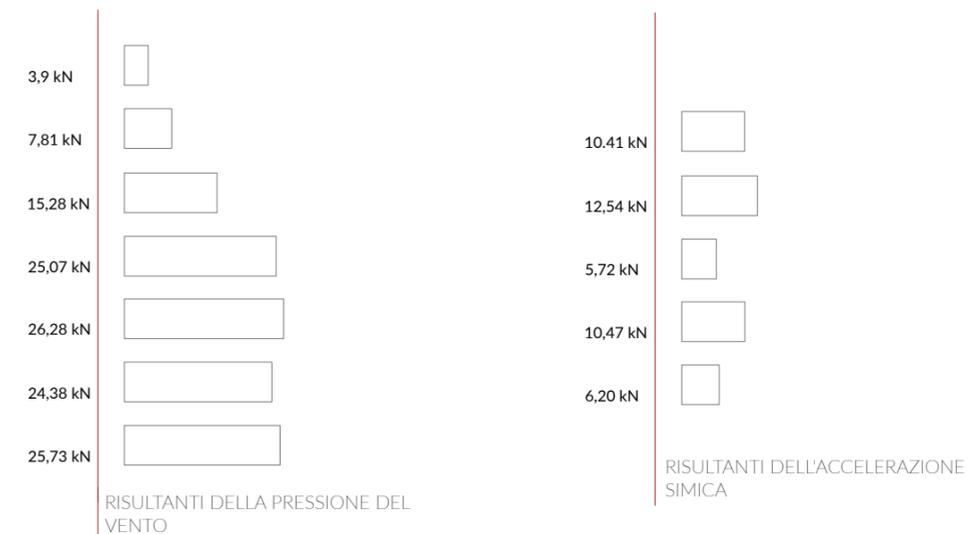
Tale valore deve essere ora ripartito in modo proporzionale al proprio peso e altezza su ogni piano dell'edificio secondo la discretizzazione fatta per il calcolo delle masse.

Le risultanti  $F_i$  si ricavano quindi con l'espressione seguente:

$$F_i = \frac{Z_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot W_i}$$

Si trovano in questo modo le risultanti riportate nella tabella di seguito

A questo punto è stato verificato, come si evince dai due grafici riportati come effettivamente l'azione del vento fosse a tutti gli effetti l'azione preponderante per il caso di studio in analisi.



### 9.4.8. VERIFICA DELLE VIBRAZIONI

Come verifica allo stato di servizio si è infine voluto verificare il limite vibrazionale imposto dalla normativa per i solai.

Si è quindi effettuata una simulazione dei modi di vibrare della struttura per verificare che la frequenza del primo modo di vibrare riferito al solo solaio fosse minore del riferimento normativo di 5 Hz.

MODE	FREQUENCY	PERIOD
1	7,2411	0,1381
2	10,8912	0,0918
3	12,1067	0,0826
4	13,0553	0,0766
5	16,135	0,062
6	26,1587	0,0382
7	30,1466	0,0332
8	33,317	0,03
9	34,5425	0,0289
10	38,042	0,0263

Nonostante il primo modo di vibrare, anche se riferito ad effetto torsionale della parte alta, fosse già con una frequenza più elevata del limite, si sono indagati i primi 10 modi di vibrare e si è riscontrato nel 7° Modo quello relativo al solaio con una frequenza quindi largamente superiore alla soglia normativa.

In questa verifica, che rimane solo in una fase del tutto generale, qualitativa e di massima, non sono state considerate la direzionalità e i vincoli imposti dai solai alla struttura. Tali vincoli chiaramente hanno un effetto sulla verifica allo stato limite di vibrazione limitando gli spostamenti delle travi del solaio.

Sarebbe pertanto utile per arrivare a delle conclusioni più accurate su questo tema approfondire ulteriormente l'analisi, valutando tutti i fattori che, come detto, per questo stadio preliminare sono stati trascurati dalle ipotesi di calcolo considerate.

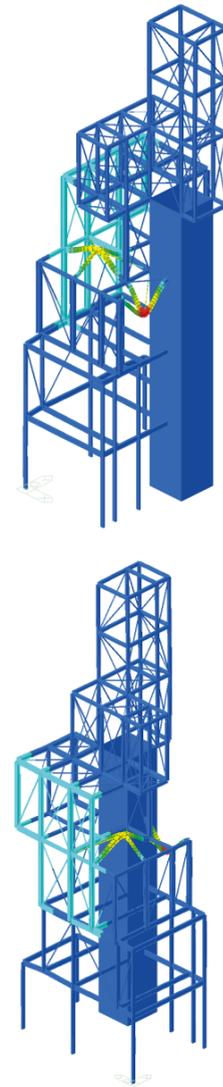


Figura 9.63. Diagrammi a falsi colori delle deformazioni del 7° modo di vibrare.

### 9.4.9. IPOTESI DI CONSOLIDAMENTO

Per quanto riguarda il consolidamento della muratura del rudere si sono fatte due ipotesi di intervento, considerando due metodi differenti. Si è tenuto in considerazione, a tal proposito, sia che l'intervento lascia la muratura completamente scarica da ogni carico, che non sia il suo stesso peso proprio, e sia che, la maggior parte delle murature perimetrali è stata già consolidata da interventi precedenti.

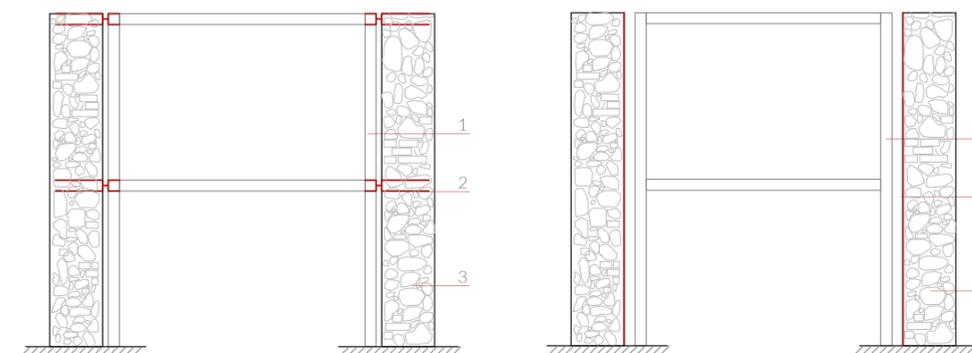
Si può pertanto optare, da un lato, per un consolidamento delle murature del rudere in maniera solidale alla nuova struttura, dall'altro, per un consolidamento indipendente dalla struttura in acciaio. La prima ipotesi, schematizzata nello schema A riportato sotto, prevede di utilizzare le travi di bordo della struttura di base laminata a caldo, come cerchiatura delle murature del rudere. Si prevedono, in questo caso, ad un interasse da dimensionare in funzione dello stato della muratura, delle connessioni puntuali tra le travi in acciaio e la muratura. In caso si optasse per questa soluzione sarebbe necessaria una verifica della struttura in acciaio che considerasse l'apporto di rigidità della muratura, che, se connessa al resto della struttura, lavorerebbe in maniera totalmente solidale.

La seconda soluzione invece, è un consolidamento indipendente delle murature che si effettua prima dell'installazione della struttura metallica, ne viene riportato lo schema B di seguito. Tale opzione tra le nuove varie tecnologie potrebbe essere realizzata con una intonacatura strutturale a base di calce armata da rete di fibre di vetro con connettori e elementi angolari di rinforzo in materiale composito. Tale intervento prevede quindi che le due strutture rimangano indipendenti e se si optasse per questa soluzione quindi sarebbe necessario un certo distacco della struttura metallica dalle murature per evitare effetti di martellamento della nuova struttura sulla muratura esistente.

In mancanza di analisi più approfondite, di saggi e di dati concreti sull'effettivo stato di degrado della struttura dal punto di vista meccanico, nonché di dati precisi sulle caratteristiche meccaniche dei materiali da costruzione utilizzati, le opere di consolidamento sono dovute rimanere allo stato di ipotesi. Per entrambe le opzioni di intervento la struttura rimane in ogni caso ben predisposta e globalmente valida a patto delle modifiche e delle verifiche esposte sopra in funzione della scelta effettuata.

#### SCHEMA DI INTERVENTO A

#### SCHEMA DI INTERVENTO B



1. Struttura in acciaio
2. Connettori puntuali

3. Muratura esistente
4. Intonaco armato

Figura 9.64. Schemi dell'intervento di consolidamento



## INDICE DI CAPITOLO

<b>10.1. Iniziativa housing sociale</b> .....	<b>249</b>
<b>10.2. Condivisione dello spazio</b> .....	<b>251</b>
10.2.1. Motivazioni e vantaggi .....	252
<b>10.3. Un ritorno alla vita di un tempo</b> .....	<b>252</b>
10.3.1. L'Italia .....	253
10.3.2. Il Giappone .....	254
10.3.3. Tipologie e punti chiave .....	256
<b>10.4. Love - Shared house</b> .....	<b>258</b>
10.4.1. Il progetto architettonico .....	258
10.4.2. Il progetto della facciata .....	268
10.4.2.1. Concept e riferimenti di progetto .....	268
10.4.2.2. Aspetti tecnologici.....	268
10.4.2.3. Studio del pattern.....	269
<b>10.5. Esperienze sul tema</b> .....	<b>270</b>
10.5.1. 999 Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo.....	270
10.5.2. 999 Shared house.....	272
10.5.3. Occupy .....	274
10.5.3.1. Il design concept.....	274
10.5.3.2. L'attività di workshop.....	275
10.5.4. 999 Co-dividual pavilion .....	276

### 10.1. INIZIATIVA HOUSING SOCIALE

“Benvenuti a casa! La Fondazione CON IL SUD promuove un’iniziativa sperimentale per contrastare la povertà abitativa nelle regioni meridionali. L’Iniziativa Housing Sociale è rivolta alle organizzazioni del Terzo settore di Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sardegna e Sicilia con l’obiettivo di sostenere progetti “esemplari” che puntino a diminuire il disagio abitativo sul territorio: interventi fino a 600 mila euro di contributo e della durata di 36-48 mesi capaci di sviluppare soluzioni abitative temporanee, attivando meccanismi in grado di consentire ai beneficiari di mantenere nel tempo una propria autonomia.

Scade il 13 luglio 2018 e mette complessivamente a disposizione 4 milioni di euro.

Gli interventi dovranno essere in grado di attivare anche percorsi di accompagnamento e di sostegno all’autonomia socio-economica delle persone accolte, garantendo, alla fine del percorso di presa in carico, l’individuazione di un alloggio stabile per i destinatari, anche attraverso la promozione di meccanismi di intermediazione immobiliare sociale.



Figura 10.1. Scene di vita quotidiana all'interno dei "Sette Cortili", Favara

Figura 10.3. Facciata Est del lotto di progetto all'interno "Sette Cortili", Favara

Figura 10.2. Facciata Ovest del lotto di progetto su via Enrico Toti, Favara



Inoltre, i progetti dovranno privilegiare almeno una delle seguenti azioni:

Sperimentare processi di scambio e supporto reciproco attraverso meccanismi di solidarietà sociale tra i destinatari coinvolti e con la comunità locale (supporto nella gestione dei figli, portierato sociale, condominio solidale, ecc.); prevedere esperienze di coabitazione e co-housing; riqualificare quartieri o zone a rischio degrado o contribuire a contrastare lo spopolamento dei piccoli comuni; prevedere interventi in grado di valorizzare il patrimonio immobiliare inutilizzato.<sup>1</sup>

Farm ha quindi deciso di partecipare a questo bando, proponendo la ristrutturazione di un edificio di proprietà all'estremo ovest dei Sette Cortili. Il tema è calzante sia con la mission dei coniugi Bartoli, per i quali i legami tra le persone sono alla base di ogni intervento che voglia migliorare e aiutare la città, sia con il tema della co-dividualità e dello spirito di condivisione che permea i cortili di Farm. In questo contesto sembra naturale che un edificio abbandonato e in disuso possa diventare il perfetto esempio di una nuova casa, dedicata alla condivisione delle esperienze, all'aiuto reciproco e alle persone che, come Favara stessa meritano e cercano una seconda occasione. Il progetto si inserirebbe in un tessuto, quello di Farm, permeato completamente da connessioni sociali; dove le nonne, originarie del luogo, parlano, ancora oggi, delle loro vite, dei loro nipoti dispersi nel mondo con i turisti in visita alla galleria o con i giovani che giocano nei vicoli. È un prezioso pezzo della storia di una comunità che potrà solo arricchirsi di nuove esperienze e di nuove persone che sull'onda positiva di Farm che può davvero suggerire una direzione alternativa a chi magari non vede soluzioni.

Un progetto di:  
Farm Cultural Park: Andrea Bartoli Florinda Sajeva  
Politecnico di Milano: Prof. Marco Imperadori, Marco Baccaro, Luca Del Favero, Andrea Tagliabue

1. Tratto dal bando "Iniziativa Housing Sociale" [www.fondazioneconilsud.it](http://www.fondazioneconilsud.it)

## 10.2. CONDIVISIONE DELLO SPAZIO

Una tendenza controcorrente quella di condividere; in una società sempre più individualista, ma che comincia a rendersi conto di come sia fondamentale il contatto tra individui, lo scambio reciproco di idee e la condivisione di esperienze. Questo è il presupposto che sta alla base del concetto dello share-housing che vuole proporre un modo di vivere alternativo, nel tentativo di ritrovare un legame più vero tra le persone nella quotidianità della vita domestica. Si tratta di condividere lo spazio di casa e quindi parte della sfera personale con altre persone, salvaguardando, in misura variabile, una certa quota parte di privacy per alcuni spazi.

Un modo di vivere l'abitare insieme, dove sia possibile rimanere da soli così come trovare conforto o compagnia degli altri.

Figura 10.4. Pranzo gogliardico alla Valle dei Templi - Agrigento - Credits: favara.biz



### 10.3. MOTIVAZIONI E VANTAGGI

Come già accennato una prima motivazione è di stampo sociale, ovvero dalla necessità di ritrovare il contatto umano, in una contemporaneità sempre più apatica, che spinge alcune persone a decidere di vivere insieme e condividere la loro quotidianità domestica. Il vantaggio evidente ovviamente è anche, quello economico: condividendo lo spazio se ne condividono i costi relativi così come le responsabilità. Soprattutto nei centri metropolitani più importanti e costosi la divisione delle spese tra più persone può portare un notevole risparmio. Allo stesso modo lo shared-Housing permette, proprio per la condivisione delle spese e dei costi di gestione, di poter avere potenzialmente degli spazi disponibili più ampi rispetto a quelli che un individuo solo potrebbe permettersi. Come i costi, anche le responsabilità legate ad una proprietà sono ripartite su più attori, dando quindi un maggiore senso di sicurezza a chi decide di condividere la propria abitazione. È inoltre un uso dello spazio urbano più sostenibile che propone uno sfruttamento del suolo, a parità di edificato, più denso, ottimizzandone quindi lo spazio. Soprattutto nella realtà di una città sempre più urbanizzata si può facilmente intuire come la condivisione degli spazi abitativi possa, da un lato, migliorare le condizioni di vita dei residenti, e da un lato, più a larga scala, migliorare la città con un utilizzo dell'edificato più denso che possa promuovere la socialità e un mix sociale più ricco.

Figura 10.5. Ritratto di una tipica scena alle porte di un bar storico - San Cataldo

Figura 10.6. Foto d'epoca di bambini che giocano e vivono la strada



### 10.4. UN RITORNO ALLA VITA DI UN TEMPO

Il concetto alla base dello shared-Housing non è nulla di nuovo o particolarmente innovativo, si tratta infatti di ritornare semplicemente a quello che un tempo era lo standard della vita per la maggior parte della popolazione. Infatti la maggior parte delle persone fino a 30-40 anni fa conduceva una vita molto più radicata nel territorio e nella comunità locale, la vita di cortile era in un certo senso una vita in condivisione dove i bambini giocavano all'aperto, le serate erano in compagnia e le porte di casa sempre disponibili ad essere aperte. Il concetto alla base dello shared-housing quindi non è altro quindi che una reinterpretazione di questo modo di vivere che si va perdendo, costruito più sulla forza dell'unione e del condividere che sul singolo individuo solo e isolato.



#### 10.4.1. L'ITALIA

In tutta Italia nei borghi storici come nei piccoli villaggi di campagna la vita delle persone era una vita di comunità, nei cortili e nelle strade della città i vicini non lo erano solo per la posizione, ma facevano parte di una sorta di grande famiglia in cui si trovavano affetti, supporto e compagnia. Dalla tradizione di contrade e rioni, che spesso in molte cittadine ancora permangono, si può leggere un attaccamento alla città e alla comunità di quartiere che sempre più di frequente invece sembra perdersi.

Nei racconti d'infanzia degli anziani trasparirà come la quotidianità fosse molto più condivisa di come lo sia ora, nell'epoca dei social-network e della rete. Anche se ad una scala più ridotta, in un cortile le relazioni tra le persone erano tangibili e reali, la condivisione degli spazi una potenzialità. Intorno a quei luoghi di vita collettiva ogni famiglia aveva la sua sfera privata potendo però contare sulla presenza degli altri. Dalle chiacchierate delle signore riunite davanti agli ingressi, alla partita a carte al bar fino ai bambini che correvano insieme per le strade, la sfera personale superava sempre le quattro



Figura 10.7. Bambini che leggono in strada

Figura 10.8. Festa in piazza a Messina

Figura 10.9. Foto d'epoca di una signora nelle vie di Caltanissetta



Figura 10.10. Scorcio di un strada con dei bambini e un signore che passeggia - Credits: Favara.biz

mura di casa andando a sfumare quella rigidità che invece impone ora il senso moderno della totale privacy. Lo shared-housing in un certo senso è, sotto questa chiave, una reinterpretazione della vita di cortile scalata alla grandezza di un edificio. Un modo di vivere che possa riportare alla comunità e alla condivisione, un volano per la socializzazione.



### 10.4.2. IL GIAPPONE

In tema di shared-housing gli architetti giapponesi hanno molto sperimentato e nelle produzioni residenziale si possono vedere molte interpretazioni del tema in chiave moderna.

Anche in Giappone nella storia dei centri urbani è possibile rintracciare una marcata matrice comunitaria nella vita della classe medio bassa della popolazione. Le città infatti risultavano divise in quartieri relativamente indipendenti chiamati "machi", amministrati secondo una gerarchia di stampo feudale. Già quindi a queste scale si sviluppava spesso una identità forte in cui la popolazione sentiva di appartenere generando tradizioni di quartiere che in alcuni rari casi perdurano fino ai giorni nostri.

Scendendo poi di scala la parte più bassa della popolazione risiedeva in lotti generalmente rettangolari definiti dalle strade principali, in blocchi di case a schiera su uno o più livelli.

Figura 10.11. Viste del tradizionale roji di Pontocho - Kyoto



### IL ROJI

Tra queste case, dei piccoli vicoli portavano verso le vie maggiori permettendo gli accessi ai retrobottega e agli alloggi. Questo luogo, il roji, era il centro vitale della comunità. Un luogo, per sua natura, non del tutto pubblico perché di pertinenza di un gruppo ristretto di utenza, ma allo stesso tempo, condiviso tra tutte le persone che ne usufruivano. Un vicolo dove la sfera privata convergeva verso la comunità permettendo incontri, scambi di merci e in generale lo sviluppo di una identità propria.

Di questa realtà, dopo i bombardamenti subiti dal Giappone durante la seconda guerra mondiale e il terremoto del 1923, non è rimasto molto. Molti degli esemplari di quartieri tradizionali sono poi stati demoliti e ricostruiti in maniera intensiva per massimizzare la redditività del territorio, trascurando il valore sociale ed architettonico dei quartieri tradizionali.

Solo pochi quartieri a Tokyo, come in altre grandi città, sono riusciti a resistere e molti di questi



proprio grazie all'opposizione degli abitanti che, forti di un senso di appartenenza hanno detto no alla trasformazione urbana. Questi quartieri, come ad esempio i quartieri di Yanaka o Kichijōji, si sono rivelati, a dispetto dei processi di globalizzazione, dei veri e propri poli attrattori all'interno della città. Con la loro dimensione più umana, di naturale vitalità e il carattere fortemente identitario che sono riusciti a mantenere, a dispetto dell'evoluzione del resto della città, sono ancora capaci di essere un punto di riferimento e di attrarre vita e socialità. Il roji e le sue reinterpretazioni contemporanee sono un'alternativa che incoraggia alla vita comunitaria, alla comunicazione e alla comunità. Il quartiere del Kichijōji con la sua varietà sociale e di commerci è diventato dal 2004 una delle zone più desiderate del Giappone, dimostrando come un modello di città più sociale e comunitario sia effettivamente vincente. Secondo l'architetto Kishō Kurokawa il roji è la chiave per il futuro.

### REINTERPRETAZIONE DEL ROJI

Alla scala del singolo edificio, partendo dal concetto di roji, Ryue Nishizawa propone con la sua Moriyama House una nuova forma dell'abitare in cui lo spazio privato si ridefinisce in funzione di quello condiviso. In questo progetto, in cui l'abitazione viene destrutturata in dieci cellule separate, il concetto dello sharing si estende non solo a chi risiede nell'edificio, ma all'intero quartiere. Lo spazio tra ogni nucleo, come un vero proprio roji di nuova generazione, è parte integrante della città, luogo dove il pubblico e la vita privata dei residenti si possono confondere, spazio di incontri e scambi in uno spirito di accoglienza e apertura verso gli altri. Un edificio che, diventando paesaggio urbano, vuole coinvolgere gli abitanti; diversità e scorci inaspettati che invitano alla scoperta e suscitano interesse. Al posto di un solido unico edificio che proietti una grande ombra sul quartiere Nishizawa preferisce un edificio più trasparente e permeabile che reinterpretando la tradizione diventa innovativo.

Figura 10.12. Kidai shōran, antica stampa Giapponese che raffigura il sistema urbano di piccole e vitali viette tutte innestate su una grande arteria centrale

Figura 10.13. Vista degli spazi aperti della Moriyama house di Ryue Nishizawa - Tokyo - Credits: ryuenishizawa.com

Figura 10.14. Schema planimetrico di Moriyama House





Figura 10.15. La flessibilità dello spazio della Final Wooden House di Sou Fujimoto - Mumamoto - Credits: sou-fujimoto.net

Figura 10.16. Vista dell'incitato spazio interno di House NA di Sou Fujimoto - Tokyo - Credits: sou-fujimoto.net

### 10.4.3. TIPOLOGIE E PUNTI CHIAVE

Alcune tipologie edilizie si prestano alla declinazione condivisa più di altre per la loro conformazione e articolazione spaziale, ma tutte le tipologie vertono sugli stessi punti fondamentali.

#### CONNESSIONE

Spazi aperti con una distribuzione ariosa e interessante sono fondamentali per ispirare alla condivisione di quegli spazi. I corridoi, le scale devono essere punti di possibile interazione, non solo luoghi di passaggio, ci si deve poter soffermare, sedere e scambiare eventualmente due parole. Rendere lo spazio, anche nei punti di snodo del distributivo, interessante, sia magari per uno studiato scorcio verso l'esterno, sia per una particolare postazione lettura o ancora per una seduta dedicata al singolo o a all'incontro. Reinterpretare lo spazio solitamente non usato se non che per il passaggio come un social-hub, un luogo che, essendo usato da tutti per transitare da un ambiente ad un altro, dà anche la possibilità di godere dell'incontro degli inquilini permettendo possibilità di socializzazione e contatto umano. La connessione, se anche solamente visiva, può permettere una percezione dello spazio più ampia. Doppie altezze interne, scorci delle zone comuni invitano naturalmente al contatto e a uno sfruttamento dello spazio più conviviale aumenta il senso di vicinanza e comunità delle persone che ci vivono.



#### NOZIONE DELLO SPAZIO

Lo spazio andrebbe caratterizzato con un alto grado di variabilità dell'interno. Avere uno spazio interessante e variegato che offre infinite possibilità di fruizione diverse, invita chi lo vive ad esplorare, a reinterpretare quel luogo secondo la propria personalità, umore o secondo la neces-

sità del momento. In questa chiave una scala o una passerella possono diventare qualsiasi cosa, da un anfiteatro per stare insieme, ad una seduta dove controllare email, ad un semplice passaggio per uscire di casa la mattina. Molteplici possibilità di interazione tra individuo e spazio vogliono dire molteplici possibilità di interazione tra le stesse persone, e quindi sotto questa luce la flessibilità dello spazio diventa un concetto interessante su cui lavorare. Un edificio flessibile è più facile che riesca ad assecondare esigenze diverse, e la dinamicità legata ad uno spazio che cambia sembra ideale per ospitare una comunità che in quanto gruppo è più variabile, movimentata, attiva, rispetto un singolo individuo.

#### PRATICITÀ

Viene naturale che in una casa in cui persone diverse con time-tables differenti, orari sfalsati e abitudini diverse, la praticità dello spazio sia essenziale. Soprattutto nello studio dei luoghi comuni è fondamentale che tutto sia comodo all'utilizzo, facile da pulire e da mantenere in ordine.

È quindi importante, e in questa ottica, la scelta dei materiali che dovranno essere resistenti e durevoli poiché soggetti a molteplici sollecitazioni e con un basso bisogno manutentivo così che nel tempo e nell'utilizzo non richiedano troppa manutenzione.

#### OPTIONAL POROSITY

Quello di una porosità dello spazio che sia in funzione delle scelte dell'utente è un punto assolutamente fondamentale nella concezione di una shared house. Legando concetti di flessibilità e percezione dello spazio, è importante capire che in una casa dove si consideri importante la condivisione, sia necessario lasciare al singolo individuo la possibilità di decidere, in modo autonomo, quando voglia stare in compagnia, piuttosto che solo.

Optional porosity quindi non vuol dire altro che dare ad ogni inquilino la possibilità di scelta sulla modalità di utilizzo degli spazi. È fondamentale che ci sia sempre la possibilità di privacy se ricercata, e che dei nuclei più privati siano ben chiari e leggibili. È importante infatti che ciascuno abbia i propri spazi e che questi siano articolati da un lato per favorire l'interazione con le zone in comune, ma che dall'altro possano allo stesso modo garantire una totale privacy. Uno spazio interno dotato di una trasparenza e permeabilità variabile in funzione delle singole aree funzionali e della loro predisposizione alla condivisione e alle scelte libere di ogni singolo utente.



Figura 10.17. La molteplicità degli affacci della shared House dello studio Naruse Inokuma Architects - Nagoya - Credits: narukuma.com

## 10.5. LOVE - SHARED HOUSE

(Lavoro - Ozio - Vita - Esperienza) = LOVE

Alla luce di questi studi e considerazioni si è risposto alla necessità di Farm per un progetto per il civico 20 del cortile Bentivegna con la Love Shared House.

"Farm LOVE Shared House" è una grande casa che, come Farm fa tutti i giorni con visitatori e artisti, può accogliere persone, famiglie ma soprattutto le loro storie.

Un posto dove ritrovare stabilità, supporto e serenità attraverso il contatto e la condivisione tra individui.

### 10.5.1. IL PROGETTO ARCHITETTONICO

La casa si articola sui tre piani di una preesistenza totalmente abbandonata, dove gli spazi dedicati al singolo sono interconnessi in un reale Social Network con luoghi dove sia possibile l'incontro per lo sviluppo di una piccola comunità, di una grande famiglia allargata.

La speranza è che la comunità allargata all'interno della shared house possa ulteriormente espandersi favorendo il prolifico tessuto umano di Farm eccezionalmente ricco di spunti e ispirazioni positive per sempre nuove e costruttive esperienze. LOVE è il progetto di una casa che, pertanto, apre le porte delle singole stanze a zone comuni dedicate alla socializzazione e le porte della stessa casa al resto della comunità dei sette cortili.

Si vuole quindi fondere una serie di luoghi dedicati al lavoro, all'ozio nel tempo libero, alla routine della vita quotidiana e alla condivisione delle proprie esperienze in un unico tessuto ricco di opportunità di incontri, di connessioni, ma anche possibilità di privacy. Una casa che possa promuovere un utilizzo dello spazio più attivo offrendo possibilità di utilizzo in funzione della fantasia e delle necessità di chi lo vive.

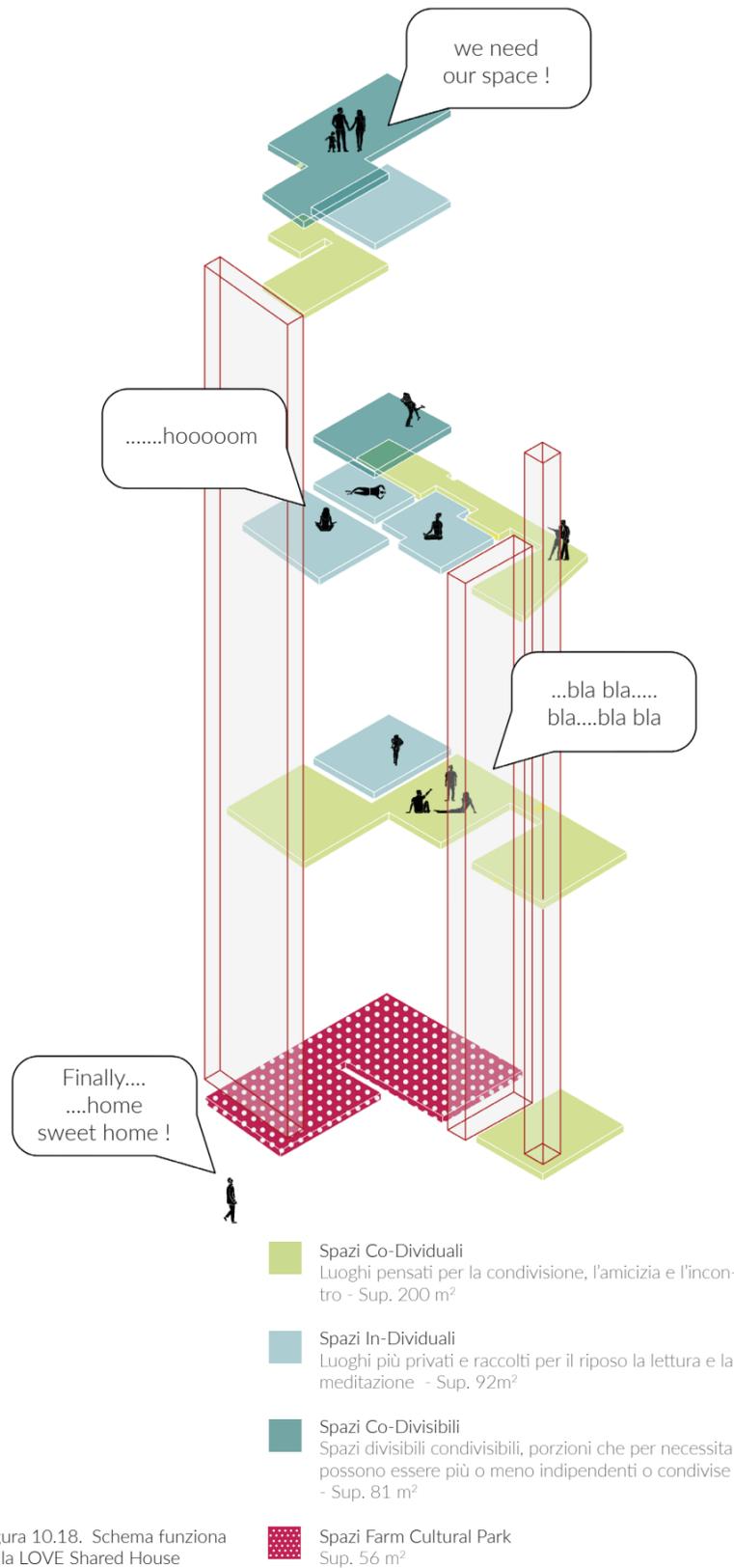
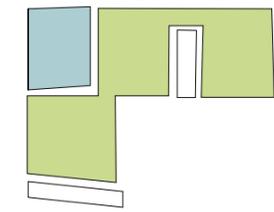


Figura 10.18. Schema funziona della LOVE Shared House



Figura 10.19. Render esterno della LOVE Shared House

- LEGENDA PIANO TERRA:
1. Social Living
  2. Co-Dividual Table
  3. Camera letto tripla
  4. Bagno
  5. Social kitchen



**Spazi Co-Dividuali**  
Luoghi pensati per la condivisione, l'amicizia e l'incontro - Sup. 90 m<sup>2</sup>

**Spazi In-Dividuali**  
Luoghi più privati e raccolti per il riposo la lettura e la meditazione - Sup. 21 m<sup>2</sup>

**Spazi Co-Divisibili**  
Spazi divisibili condivisibili, porzioni che per necessità possono essere più o meno indipendenti o condivise

**Spazi Farm Cultural Park**



Figura 10.20. Pianta LOVE Shared House piano terra

Al pian terreno una porzione dell'edificio è stata già ristrutturata e adibita ad una cucina professionale dedicata alle necessità di Farm. Proprio a fianco dell'ingresso della Share House è poi già presente uno spazio co-working che benissimo si integra all'interno del sistema di condivisione dello spazio del nuovo intervento. In questa ottica però, è la piccola piazzetta della corte che, a questo livello, diventa davvero il fulcro della vita sociale e soprattutto il luogo dell'incontro tra la grande famiglia della LOVE SharedHouse e la grandissima famiglia di Farm dai visitatori, ai collaboratori, alle anziane nonne e zie dei cortili

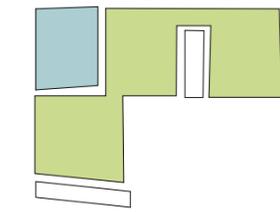
. Il progetto di rifacimento della pavimentazione infatti è pensato proprio per riqualificare anche lo spazio esterno; insieme a delle iniezioni di verde vengono previsti dei luoghi di seduta e ritrovo che possano invitare i visitatori a sostare ed apprezzare le opere e gli abitanti a uscire dalle proprie case e godere l'aria internazionale di Farm.

Il primo piano è il vero fulcro della vita sociale della casa. Vi si accede attraverso due ingressi separati che rendono la fruizione dello spazio e il collegamento con i cortili ancora più vario e dinamico. Su questo livello si trova la grande

Figura 10.21. Sezione prospettica della Social kitchen e degli spazi letto individuali



- LEGENDA PIANO PRIMO:
1. Social Living
  2. Co-Dividual Table
  3. Camera letto tripla
  4. Bagno
  5. Social kitchen



**Spazi Co-Dividuali**  
Luoghi pensati per la condivisione, l'amicizia e l'incontro - Sup. 90 m<sup>2</sup>

**Spazi In-Dividuali**  
Luoghi più privati e raccolti per il riposo la lettura e la meditazione - Sup. 21 m<sup>2</sup>

**Spazi Co-Divisibili**  
Spazi divisibili condivisibili, porzioni che per necessità possono essere più o meno indipendenti o condivise

**Spazi Farm Cultural Park**



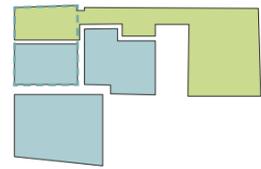
Figura 10.22. Pianta LOVE Shared House piano primo

cucina che ospita equipaggiamento sufficiente perché gli inquilini possano cucinare allo stesso tempo e una zona riposo che possa essere usata da altri per far compagnia e chiacchierare con chi cucina o magari anche solo per mangiare un boccone al volo. L'idea è anche qui di arricchire il design dell'interno per dare nuove opportunità d'utilizzo dello spazio che però siano assolutamente personali, definite solamente dalle singole circostanze, dall'attitudine della singola persona e dalla necessità del momento; uno spazio che quindi rimane totalmente flessibile, fluido tra le varie funzioni, senza definizioni se non quelle

date volta per volta, giorno dopo giorno, dagli stessi coinquilini. Così la sala da pranzo con un unico grande tavolo è sia sala da pranzo che sala gioco, zona co-working o qualunque altra cosa per cui chiunque la volesse usare. Allo stesso modo anche la sala comune con il suo balcone può essere tutto ciò che possono immaginare i coinquilini, gli arredi componibili possono perciò essere riorganizzati secondo ogni evenienza che sia una tranquilla serata cinema o un festa scatenata.

LEGENDA PIANO SECONDO

- 1. Bagno
- 2. Camera letto tripla
- 3. Social laundry
- 4. Co-Dividual spot



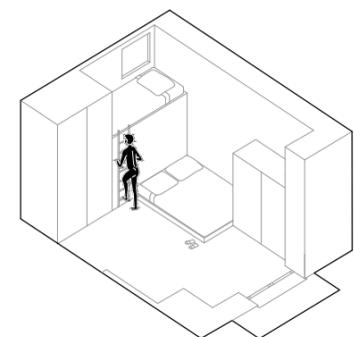
- Spazi Co-Dividuali  
Luoghi pensati per la condivisione, l'amicizia e l'incontro Sup. 46 m<sup>2</sup>
- Spazi In-Dividuali  
Luoghi più privati e raccolti per il riposo la lettura e la meditazione - Sup. 50 m<sup>2</sup>
- Spazi Co-Divisibili  
Spazi divisibili condivisibili, porzioni che per necessita possono essere più o meno indipendenti o condivise Sup. 20 m<sup>2</sup>
- Spazi Farm Cultural Park



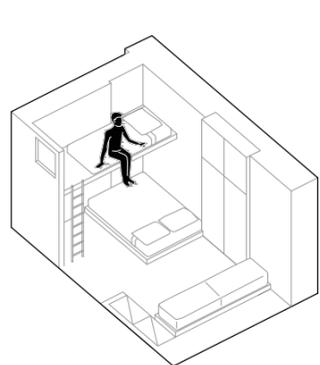
Figura 10.23. Pianta LOVE Shared House piano secondo  
Figura 10.24. Moduli tipo delle camere da letto della LOVE Shared House

Al piano primo come anche al secondo piano è prevista anche una unità di camera che volendo possa essere resa più separata e indipendente dal resto della casa, è infatti fondamentale per il benessere e l'equilibrio degli abitanti che, se necessario, ci siano degli spazi che possano essere

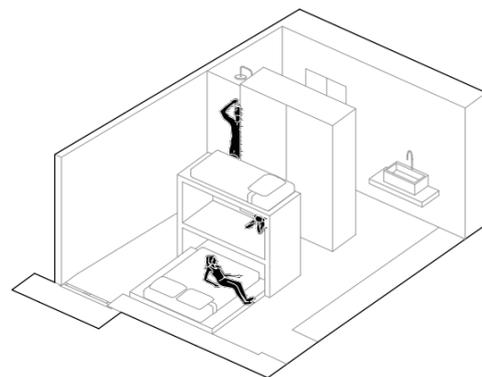
separati. Se si pensa infatti, ad una giovane famiglia che abbia bisogno di una maggior indipendenza per accudire un piccolo nuovo arrivato è possibile unire lo spazio studio ad alla camera tripla a questo piano formando un nucleo ampio e indipendente o addirittura si può escludere



Modulo 2A - Camera Tripla



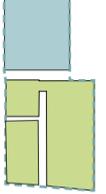
Modulo 2B - Camera Tripla



Modulo 2C - Suite

LEGENDA PIANO TERZO

- 1. Social Living
- 2. Social kitchen
- 3. Social terrace
- 4. Bagno
- 5. Suite room



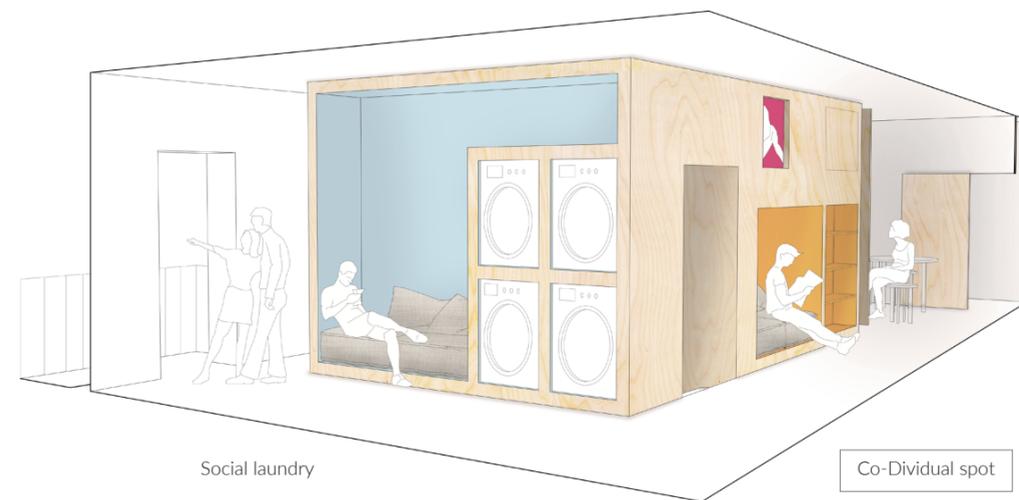
- Spazi Co-Dividuali  
Luoghi pensati per la condivisione, l'amicizia e l'incontro Sup. 40 m<sup>2</sup>
- Spazi In-Dividuali  
Luoghi più privati e raccolti per il riposo la lettura e la meditazione - Sup. 21 m<sup>2</sup>
- Spazi Co-Divisibili  
Spazi divisibili condivisibili, porzioni che per necessita possono essere più o meno indipendenti o condivise Sup. 61 m<sup>2</sup>
- Spazi Farm Cultural Park



tutto il terzo piano in un vero e proprio appartamento indipendente con ingresso separato. All'ultimo piano infatti la cucina della terrazza permette alla stanza con bagno di questo livello di diventare un comodo appartamento che possa o meno utilizzare gli spazi in comune ai piani

sottostanti, di nuovo, a seconda delle necessità dell'utenza o del momento. Il sottotetto raggiungibile dall'ala frontale al Byobu rimane sgombra, non abitabile per la ridotta altezza interna, ma rimane a disposizione dei tanti coinquilini come storage e magazzino degli effetti personali.

Figura 10.25. Pianta LOVE Shared House piano terzo  
Figura 10.26. Vista prospettica dell' Social laundry Co-Dividual spot



Social laundry

Co-Dividual spot

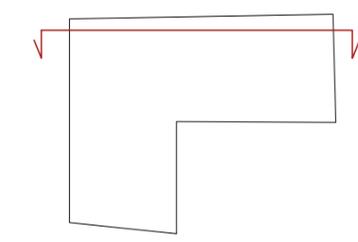


Figura 10.27. Sezione della LOVE Shared House



Figura 10.28. Dettaglio della facciata della LOVE Shared House

## 10.5.2. IL PROGETTO DELLA FACCIATA

### 10.5.2.1. CONCEPT E RIFERIMENTI DI PROGETTO

La facciata della Shared House diventa un vero e proprio manifesto, un'installazione per Farm Cultural che reinterpreta l'eritage arabo dei Sette Cortili proponendo una versione moderna del mashrabiyya rivestendo una facciata dell'edificio con una contro-parete costituita da una lamiera forata a laser.

Il pattern, che caratterizza la facciata, è frutto di una reinterpretazione e geometrizzazione dei motivi arabeschi delle mashrabiyye, ma allo stesso tempo è anche un chiaro omaggio alle luminarie tipiche delle feste popolari siciliane.

In questo modo di giorno, durante le calde giornate, la lamiera forata si comporta come una vera e propria protezione della muratura esistente, mentre invece di notte, il prospetto si illumina come una luminaria diventando così punto di riferimento all'interno dei Sette Cortili. È questo un altro aspetto fondamentale strettamente collegato con la tematica della Shared House proposta. Lo spazio abitativo Love è infatti pensato come rifugio per persone in difficoltà, senza più un punto di riferimento stabile, una dimora dove

poter alloggiare. La calda luce che illumina la facciata vuole essere quindi simbolo di speranza e fiducia nel futuro.

### 10.5.2.2. ASPETTI TECNOLOGICI

Dal punto di vista tecnologico la contro-parete è stata progettata con riferimento allo studio condotto sui profili presso piegati a freddo del tipo Scaff System Tamborrino. Su uno scheletro portante realizzato in profili Sigma viene applicato tramite rivettatura un rivestimento metallico forato. I profili portanti presso piegati a freddo possono essere inoltre utilizzati come elementi di consolidamento della facciata qualora studi più approfonditi sullo stato di conservazione strutturale dell'edificio ne richiedessero la necessità.

Dal punto di vista dei materiali la facciata è interamente realizzata in acciaio con trattamento anticorrosivo ad alta durabilità, del tipo Nordzinc Sistema Triplex. Nello specifico il trattamento suggerito è composto da tre fasi ottimizzate grazie alle nanotecnologie: un bagno di zinco, un pre-trattamento compatibile con la lega di zinco e vernici speciali riformulate per il supporto zincato.

Figura 10.29. Dettaglio della texture della mashrabiyye presente all'interno della Cattedrale di Cordoba, Spagna

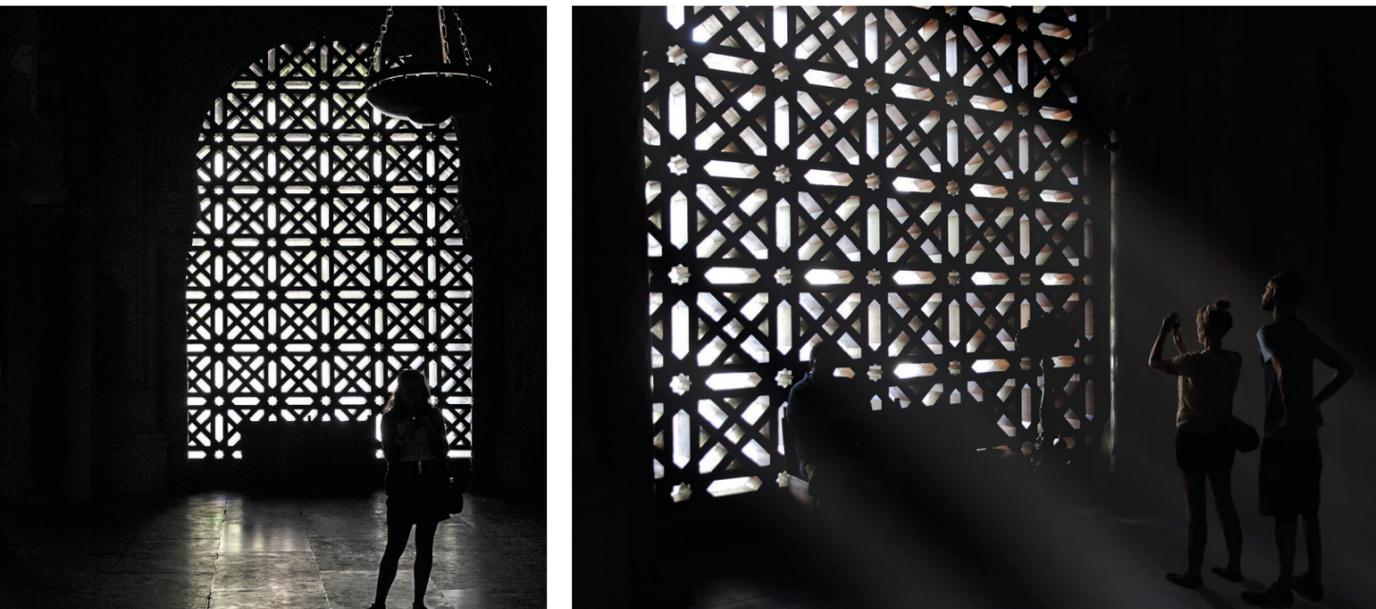


Figura 10.30. Esempio di luminarie tipiche nelle feste religiose e patronali del Sud Italia  
Figura 10.31. La Sicilia; reinterpretazione artistica di Domenico Pellegrino

### 10.5.2.3. STUDIO DEL PATTERN

Il pattern utilizzato, studiato in collaborazione con l'azienda pugliese Officine Tamborrino per la mostra "999 Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo" presso la Triennale di Milano, è il frutto di una geometrizzazione della

tradizione Araba. La facciata vuole essere quindi un omaggio alle tipiche luminarie del sud Italia, come anche ai motivi delle antiche mashrabiyye arabe, ottenendo una feature che coglie sia la storia pugliese di Tamborrino, quella siciliana di Fava e l'eritage arabo dei sette cortili di Favara.

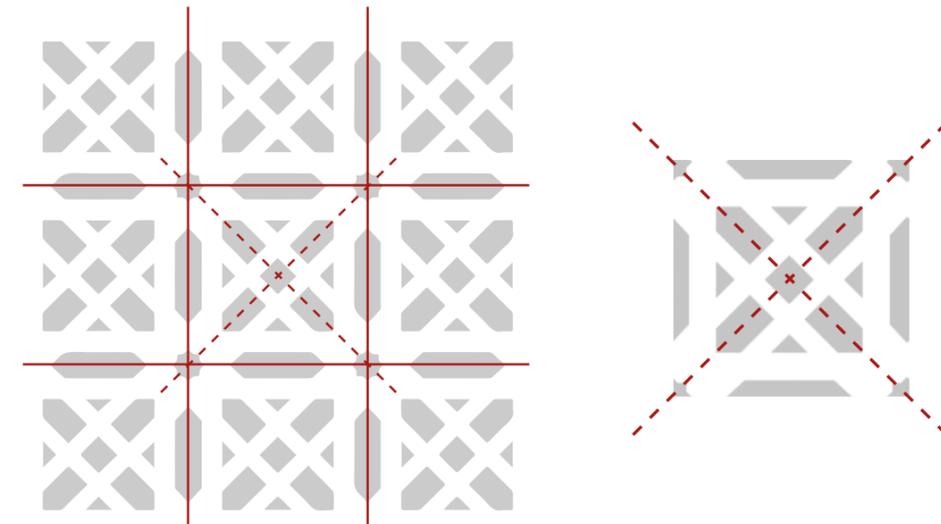


Figura 10.32. Studio del pattern utilizzato all'interno del progetto

## 10.6. ESPERIENZE SUL TEMA

### 10.6.1. 999 UNA COLLEZIONE DI DOMANDE SULL'ABITARE CONTEMPORANEO

La collaborazione con Farm Cultural Park prosegue con un'incredibile possibilità che ci è stata offerta: partecipare alla progettazione di uno spazio all'interno della mostra "999 Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo", ideata e curata da Stefano Mirti, presso la Triennale di Milano dal 12 gennaio al 2 di aprile 2018.

La mostra parte da una collezione di 999 domande; 999 interrogativi che generano 999 modi di abitare con un numero infinito di risposte possibili. L'esposizione costituisce una possibilità interessante per riflettere sul concetto di casa, di abitare, del senso di dimora, a cavallo tra il mondo fisico e quello digitale. La mostra è stata sviluppata grazie a una rete di oltre cinquanta co-curatori. Lo spazio 32 in particolare

modo è stato curato da Laps Architecture con il supporto tecnico del Prof. Marco Imperadori a cui abbiamo fatto affidamento per la progettazione dello spazio stesso.

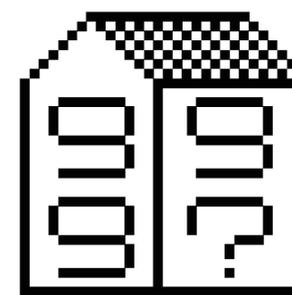
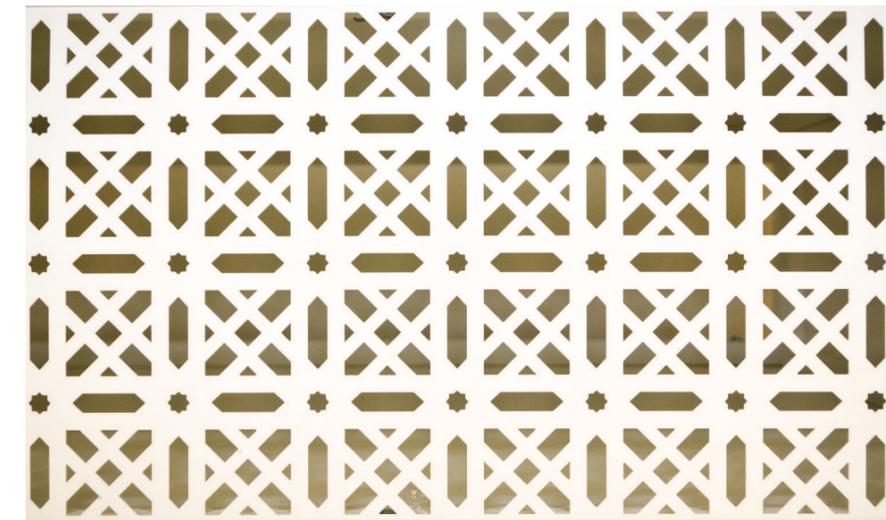
Farm Cultural Park, sulla scia della mostra Co-Dividuality tenuta a Favara, presenta una casa condivisa in cui si vuole rivedere l'esperienza di convivenza con i propri coinquilini, introducendo una nuova tipologia abitativa. Nelle aree metropolitane, infatti, migliaia di persone condividono stanze in case pensate non per la vita insieme, ma per ragioni pratiche, quali ad esempio risparmiare i soldi dell'affitto o delle spese comuni.

Il progetto della shared house co-dividuale intende rivedere l'esperienza di convivenza tra coinquilini, introducendo una nuova tipologia abitativa. Il prototipo in scala reale di una shared house permette infatti di indagare pratiche di partecipazione sperimentali, e propone nuove forme di comunità trasversali. Una riflessione sugli spazi per la vita in comune nell'era dei social media e della share economy.

Figura 10.33. La shared house all'interno della mostra 999. Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo presso la Triennale di Milano



Figura 10.34. Dettagli della Shared House in Triennale  
Figura 10.35. Texture della shared house ispirata all'heritage arabo di Favara



Un progetto di: Andrea Bartoli, Florinda Sajeve, Salvator-John A. Liotta, Fabienne Louyot e Marco Imperadori

Design team Politecnico di Milano: Marco Baccaro, Andrea Tagliabue, Luca del Favero, Andrea Sala, Claudio Avila, Fabio Angeloni. In collaborazione con: Officine Tamborrino, Myop, D3Wood

### 10.6.2. 999 SHARED HOUSE

Il successo della mostra 999 alla Triennale di Milano ha portato alla nascita di una vera e propria architettura co-dividuale aperta alla cittadinanza per il Fuori Salone nell'ambito del Lambrate Design District.

La Shared House di Via Ventura 3 nasce da un'idea dello studio LAPS Architecture e FARM Cultural Park ed è stata progettata da LAPS Architecture e dal prof. Marco Imperadori e i suoi studenti Fabio Angeloni, Claudio Avila, Andrea Sala, Marco Baccaro, Luca Del Favero, Andrea Tagliabue con l'ausilio di Matteo Brasca, Roberto Francieri e Federica Brunone.

Il progetto propone una nuova filosofia dello stare insieme dove si facilitano i rapporti fra le persone che abitano la shared house e le persone estranee alla casa, ma che sono invitate a condividere degli spazi pubblici all'interno della shared house. Nello spazio di Via Ventura 3, oltre a sperimentare nuove pratiche dello stare insieme, si prevede di ospitare collaborazioni fra sconosciuti, di facilitare incontri inattesi, situazioni impro-

babili e fortunate.

La Shared House è un tipo di casa condivisa, con spazi privati (capsule di ispirazione giapponese) e spazi comuni (che qui definiamo come spazi co-dividuali) pensati come il risultato di riflessioni progettuali semplici, divertenti e contemporanee, in cui le persone che la useranno, in modo breve e temporaneo, potranno usufruire di spazi comuni generosi e aperti anche a gente esterna. La Shared House è pensata per accogliere diverse funzioni: vi sono due spazi privati per dormire che si potranno prenotare attraverso Air Bnb o tramite What a Space. Le capsule-camere da letto sono protette da pannelli metallici perforati che lasciano passare la luce naturale all'interno delle camere. Una volta accese le luci all'interno delle camere, le capsule diventano come delle grandi lanterne che illumineranno lo spazio condiviso in modo soffuso.

All'interno della Shared House sono presenti poi anche spazi semi-privati per lavorare in tranquillità e spazi aperti e pubblici dove stare insieme

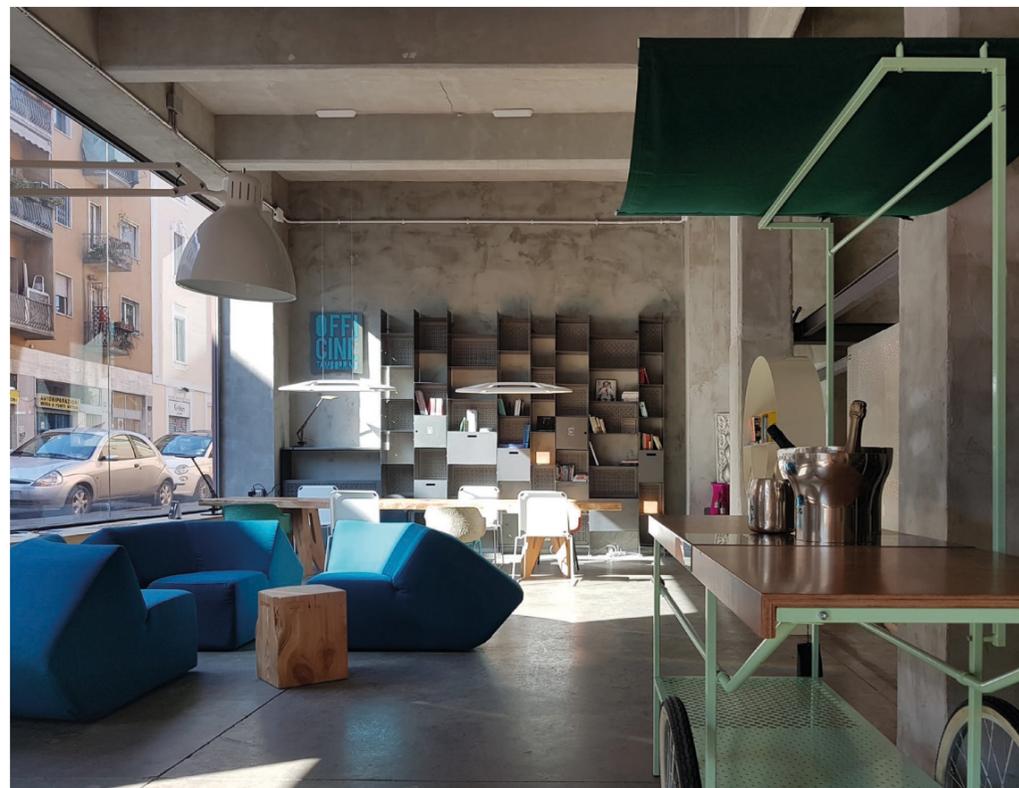


Figura 10.36. Gli spazi all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano - Credits: a14hub.com



per qualsiasi tipo di attività, di produzione e intrattenimento, dal cucinare insieme al co-working.

La Shared House di Via Ventura 3 sarà un prototipo in scala reale, collegato agli eventi della Triennale e del Fuori Salone 2018: un luogo d'incontro per persone che hanno voglia di riscoprire i valori dello stare insieme e di immaginare, di fare delle cose, originali ed inedite insieme.

Shared House: Architettura co-dividuale è un progetto nato dalla collaborazione fra Laps Architecture, Farm Cultural Park, A14hub, Politecnico di Milano.

Progetto di: Laps Architecture (Salvator-John A. Liotta, Fabienne Louyot) e Prof. Marco Imperadori (Politecnico di Milano),

Design team Politecnico di Milano: Andrea Sala, Claudio Avila, Fabio Angeloni, Marco Baccaro, Andrea Tagliabue, Luca del Favero.

Host, organizzazione: A14 hub (Francesco Palino)

In collaborazione con: Officine Tamborrino, Myop, D3 Wood, Ade, Covestro, Guglielmino, Leuco

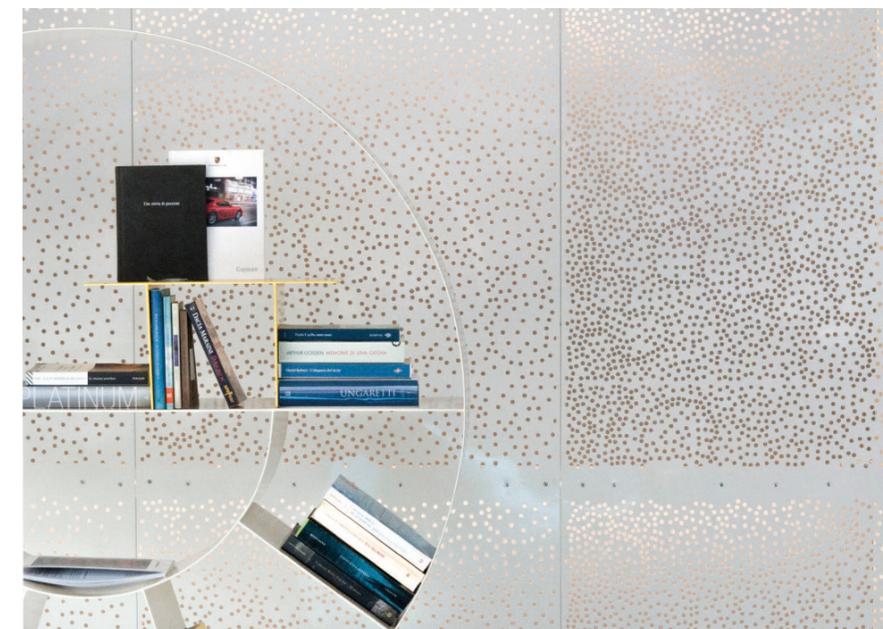


Figura 10.37. Dettagli degli spazi all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano  
Figura 10.38. Le capsule letto all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano - Credits: a14hub.com





Figura 10.39. Il disastro di Miyagi nella prefettura di Fukushima nel 2011. Credits: Atelier OPA Co. Ltd e KOGAKUIN UNIVERSITY  
Figura 10.40. Shelters in cartone per l'accoglienza post-disastro. Credits: Atelier OPA Co. Ltd e KOGAKUIN UNIVERSITY

### 10.6.3. OCCUPY

#### 10.6.3.1. IL DESIGN CONCEPT

La tematica della condivisione degli spazi viene approfondita ulteriormente con un Workshop organizzato dal Politecnico di Milano in collaborazione con Farm Cultural Park. Da questa sinergia nasce "Occupy", una provocazione. Una provocazione d'Arte.

Il design concept degli shelter in cartone è condiviso dalla KOGAKUIN UNIVERSITY e dall'Atelier OPA, studio di product design, arte, interior design e architettura, composto da Toshihiko Suzuki, Yuki Sugihara e Munetaka Ishikawa. L'idea nasce in risposta agli eventi disastrosi a seguito del terremoto e conseguente tsunami che ha colpito Miyagi, nella prefettura di Fukushima nel 2011. Le soluzioni "temporanee" proposte dai servizi di emergenza, in scuole o palestre, non conciliavano con la naturale esigenza di

privacy delle famiglie rifugiate. A questa necessità vuole trovare soluzione il progetto del Prof. Suzuki e del suo team, con semplicità, sia nella scelta materica, sia nel disegno e assemblaggio dei singoli pezzi. Adottati nelle grandi palestre, primo rifugio per la popolazione sfollata, gli shelters in cartone hanno così permesso una condizione dignitosa e a misura d'uomo. Si sono così definiti spazi co-dividuali e libere trasformazioni di ambienti che sono, di necessità, divenuti abitativi.

La storia, non solo quella dell'arte, è costellata di esempi, eventi singolari che hanno lasciato un segno. Dalle proteste, alle manifestazioni artistiche, agli atti simbolici semplici, ma ricchi di significato. Da questo presupposto nasce Occupy. Lo scopo è quello di far comprendere, attraverso la sperimentazione, le potenzialità dei materiali e del loro utilizzo, nell'arte le tematiche del vivere in una comunità e la condivisione degli spazi.

#### 10.6.3.2. L'ATTIVITÀ DI WORKSHOP

Occupy FAVARA vuole essere un evento, un momento di gioco che coinvolge i più piccoli (ma anche i più grandi), per introdurli alla consapevolezza del mondo che li circonda, e della potenzialità delle nostre azioni, siano esse grandi, o piccole e quotidiane.

Per fare ciò, sono stati pensati 4 workshops, in quattro momenti e luoghi diversi.

OccupyFAVARA, con SOU - Scuola di Architettura per bambini e Farm Cultural Park, a Favara, è il cuore dell'iniziativa. Nel giugno 2018 il team del Politecnico di Milano, guidato dal Prof. Marco Imperadori, organizzò un workshop per i bambini di Farm, coinvolgendoli nella costruzione di 18 shelters in cartone.

Gli shelters sono assemblati secondo le indicazioni dello studio OPA di Tokyo, e decorati dai piccoli con il supporto di Francesca Zoboli e Ugo RE, art directors dell'iniziativa.

Le costruzioni di cartone vengono poi utilizzate quindi come installazioni temporanee ed itineranti per le vie e le piazze di Favara, in segno

di un'occupazione artistica sotto la direzione di Farm Cultural Park.

L'iniziativa è stata ripetuta in altre tre occasioni, spin-off dell'evento principale, anticipazioni e ricordo di quanto realizzato a Favara: OccupyTRIENNALE e OccupyPOLIMI, a Milano tra febbraio e marzo, e verrà ripetuta OccupyBIENNALE, a Venezia per settembre.

Team di progetto - Politecnico di Milano, dipartimento ABC, Milano: Prof. Marco Imperadori Federica Brunone, Marco Baccaro, Luca Del Favero, Andrea Tagliabue.

Paperboard shelters by: Prof. Toshihiko Suzuki - Kogakuin University, Atelier OPA Co. Ltd (Tokyo) Ph.D. Yuki Sugihra - Atelier OPA Co. Ltd (Tokyo)

Art direction: Francesca Zoboli, Ugo Re

In collaborazione con: Comieco, Wall&Decò, Velux

Figura 10.41. Occupy TRIENNALE presso la Triennale di Milano il 22 Febbraio 2018



### 10.6.4. 999 CO-DIVIDUAL PAVILION

In continuità con l'esperienza del Compasso Volante 2017, della mostra in Triennale e della Shared House di Lambrate, il viaggio alla scoperta del tema della Co-Dividuality è continuato proprio al polo di Lecco.

Alla chiusura della mostra a Milano il padiglione installato presso la mostra "999 Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo" è stato smontato e trasportato a Lecco dove ora occupa uno spazio in prima linea nell'atrio d'ingresso al primo piano.

Già dalla curiosità di tutti durante il giorno del montaggio questo nuovo elemento dello spazio ha riscosso enorme successo. Nel perfetto spirito della Co-Dividuality ha dato ai corridoi dell'università, luogo di incontro per eccellenza, uno

spazio dedicato esclusivamente alla socialità.

Vi si può bere un caffè in compagnia, scambiare due parole in tranquillità, leggere tranquilli le email o persino fare una rapida revisione o una riunione di gruppo.

L'efficacia dello spazio è stata tale che senza bisogno di nessuna indicazione nel giro di pochissimo tempo gli studenti si sono subito appropriati dello spazio, usandolo e vivendolo.

Figura 10.42. 999 Codividual Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano



Un progetto di: Andrea Bartoli, Florinda Saje-va, Salvador-John A. Liotta, Fabienne Louyot e Marco Imperadori

Design team Politecnico di Milano: Marco Bac-caro, Andrea Tagliabue, Luca del Favero, Andrea Sala, Claudio Avila, Fabio Angeloni, In collaborazione con: Officine Tamborrino, Myop, D3Wood

Supporto logistico team Politecnico di Milano: Sergio Brambilla, Roberto Francieri, Flavio Losa, Fabio Roncoroni

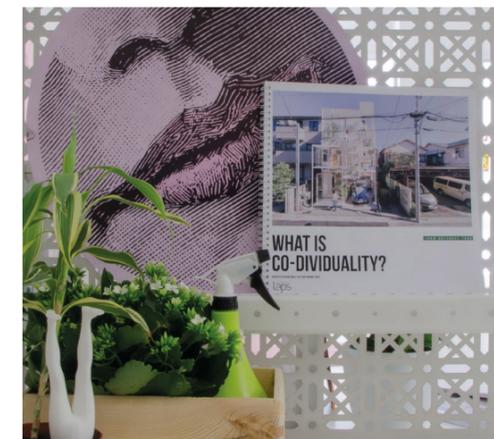


Figura 10.43. 999 Codividual Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano  
Figura 10.44. Dettagli del 999 Codividual Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano



Figura 10.45. Scene di vita quotidiana attorno al 999 Codividual Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano



# Dalla Triennale a Lecco Abitare diventa un'arte da condividere in tanti

**Il progetto.** L'installazione di tre laureandi al campus di via Previati  
«Un messaggio contro l'individualismo moderno ispirato dal Giappone»

**CHRISTIAN DOZIO**

Al campus di via Previati da qualche giorno c'è una nuova installazione che sta suscitando grande interesse e attenzione da parte degli studenti e del personale dell'ateneo. Si tratta del padiglione sul «co-dividualismo» (l'opposto dell'individualismo) applicato al tema dell'abitare.

Dopo essere rimasta in mostra per tre mesi a Milano, infatti, l'opera è stata trasferita in uno dei corridoi del Polo, cui afferiscono i tre laureandi (al quinto anno di Ingegneria edile Architettura) coinvolti dal professor Marco Imperadori nella progettazione della struttura.

Si tratta di Andrea Tagliabue, Luca Del Favero e Marco Baccaro, che useranno il frutto del workshop «Occupy» per i loro progetti di tesi.

«Sulla scia della mostra al Farm cultural Park siamo stati invitati alla Triennale per partecipare alla mostra sull'abitare

in contemporaneo - spiegano i ragazzi - Il curatore Stefano Mirti ha invitato a proporre domande e riflessioni sul tema, con Farm e Salvator-John Liotta a concentrarsi su co-dividuality e share housing, una visione di condivisione della vita e degli spazi. Lo spirito del progetto è stato quindi andare contro l'individualismo moderno, mostrando progetti giapponesi di case condivise, progettate per essere vissute insieme. Un tema con connessioni legate anche alla condivisione obbligata, ad esempio in occasione di catastrofi naturali».

**Tra gioco e riposo**

Si sono dunque realizzati piccoli shelter di cartone, decorati e messi a disposizione dei visitatori della Triennale, per il gioco dei bambini e i momenti di riposo degli adulti.

«Questa struttura, in lamiera tagliata, sta riscuotendo interesse e successo anche a Lecco, dopo Milano - dicono gli stu-

**CO-DIVIDUALITY**  
**Luogo d'incontro e socializzazione**



L'installazione al Politecnico fa conoscere agli studenti la tematica della CO-DIVIDUALITY, ovvero la relazione e le interferenze tra spazio pubblico e sfera privata. L'idea del flat-mating ha una serie di nuove opportunità, se pensata come una nuova tipologia abitativa: la «share house» in cui spazi comuni danno vita a momenti di socialità. Da qui l'idea di collocare la struttura, simbolo di questi ragionamenti, nel corridoio universitario, luogo di incontro per eccellenza in cui potersi conoscere, dialogare e prendere un caffè insieme. c.do

denti - Al Polo questa installazione fa conoscere agli studenti la tematica della «co-dividuality», ovvero la relazione e le interferenze tra spazio pubblico e sfera privata. L'idea del flat-mating ha una serie di nuove opportunità se pensata come una nuova tipologia abitativa: la share house in cui spazi comuni danno vita a momenti di socialità. Da qui l'idea di collocare la struttura, simbolo di questi ragionamenti, nel corridoio universitario, luogo di incontro per eccellenza in cui potersi conoscere, dialogare e prendere un caffè insieme».

**La buona idea**

«Dispiaceva dover smantellare il padiglione, dopo la permanenza in mostra - commenta Imperadori - Il prorettore Grecchi ha avuto l'idea di posizionarlo a Lecco: qui rimarrà a rappresentare, mi piacerebbe, un luogo di buon auspicio per esami e lauree, uno spazio identitario per il Polo cittadino».

Figura 10.46. Estratto da "La Provincia di Lecco". Edizione del 26 Aprile 2018



## INDICE DI CAPITOLO

<b>11.1. Vuoto da colmare</b> .....	<b>277</b>
11.1.1. Sito di progetto .....	277
<b>11.2. Concept</b> .....	<b>279</b>
<b>11.3. Il Progetto</b> .....	<b>282</b>
11.3.1. L'atelier dell'artista.....	282
11.3.2. Architettura e struttura .....	284
11.3.2.1. Prospetto sud .....	287
11.3.2.2. Prospetto nord.....	288
11.3.2.3. Prospetto est.....	291
<b>11.1. Il progetto nel dettaglio</b> .....	<b>296</b>
11.1.1. Struttura .....	296
11.1.2. Tecnologia .....	297
11.3.3. Energia.....	299
11.3.4. Luce.....	300
<b>11.4. Approccio ergotecnico</b> .....	<b>302</b>
<b>11.5. Dalla carta al cantiere</b> .....	<b>307</b>
11.5.1. Visita all'azienda.....	308
11.5.2. Inhabits.....	310
11.5.3. Il progetto .....	312
11.5.4. Montaggio al Fuorisalone.....	327
11.5.5. Prove in sito.....	330
11.5.6. Sponsor e ringraziamenti.....	332
<b>11.6. Una nuova destinazione per DTL</b> .....	<b>334</b>
11.6.1. Sito di destinazione.....	334
11.6.2. Lo spazio .....	338

## 11.1. VUOTO DA COLMARE

### 11.1.1. SITO DI PROGETTO

Adiacente al riad dei Sette cotili, percorrendo Via Zanella si apre un vuoto urbano caratterizzato da muri abbandonati di case crollate. In linea con il concept urbanistico di progetto si è quindi deciso di intervenire per colmare tale vuoto andando a definire un semplice volume in grado di creare un rapporto tra interno ed esterno, dando una nuova funzione all'area e mantenendo il rapporto con la triste storia di una città abbandonata negli anni.

Figura 11.1. Vista aerea del lotto di progetto



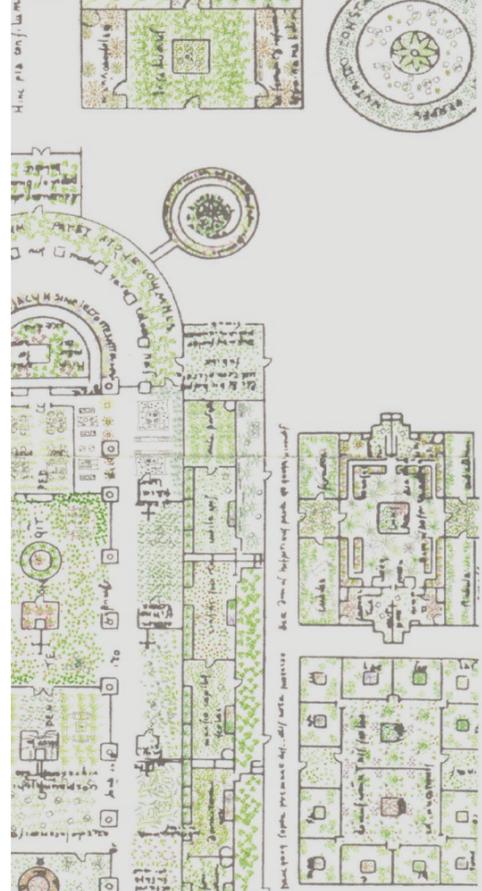


Figura 11.2. Elaborato grafico dell'abbazia di S. Gallo dal libro "Plants architecture".

La progettazione del verde, fondamentale, rappresenta un "curato abbandono" che vuole ricordare, ma al tempo stesso dare speranza ed attrarre. Come rappresenta l'illustrazione di Figura 11.2 il verde permea gli spazi secondo una logica voluta, ma che sia in grado di esprimere la sua naturale essenza.

Le porzioni di muro dello spazio non ancora crollati, a ricordo di una palazzina o una casa, si fanno ora portatori di novità; sulle loro spalle la novità della rigenerazione che passa attraverso il verde urbano, l'arte e le persone che abiteranno, visiteranno ed useranno questi luoghi.

Un vuoto urbano da colmare, sottratto al degrado e all'abbandono, capace di offrire un nuovo valore di rinascita ed espansione dei sette cortili direttamente collegati e pronti a propagare come un "terremoto" le onde della rinascita anche in questa lembo di città.



Figura 11.3. Vista aerea del lotto di progetto



Figura 11.4. Foto dell'installazione artistica "il viaggio della parola" sui muri di Farm Cultural Park  
Figura 11.5. Foto di una mashrabiyya araba.

## 11.2. CONCEPT

L'edificio ha nella sua genesi un forte attaccamento al territorio; più nel dettaglio, con lo scopo di ricordare le falde irregolari della città, si caratterizza per la forma archetipica a capanna della casa definendo così una stretta relazione tra interno ed esterno in un'inedita versione tecnologica del luogo dell'abitare per eccellenza. Pensando inoltre alla storia di Favara e alle sue origini arabe e anche alla conformazione dei Sette Cortili la scelta delle chiusure in policarbonato richiama il gioco di luci ed ombre che i balconi, le cornici e tetti hanno nelle strette vie cittadine con un susseguirsi di elementi, che al variare delle ore cambiano i loro colori.

La lamiera forata nel prospetto sud definisce e reinterpreta i pattern arabeschi delle mashrabiyye definendo un modulo geometrico ripetuto che, durante le calde giornate protegge dai raggi solari e nella notte come una luminaria accesa dalla calda luce dell'atelier, illumina, con un gioco d'ombre, i muri delle vecchie rovine, creando suggestioni e curiosità nelle persone.





Figura 11.6. Gioco d'ombra della struttura metallica con il rivestimento opalino del policarbonato

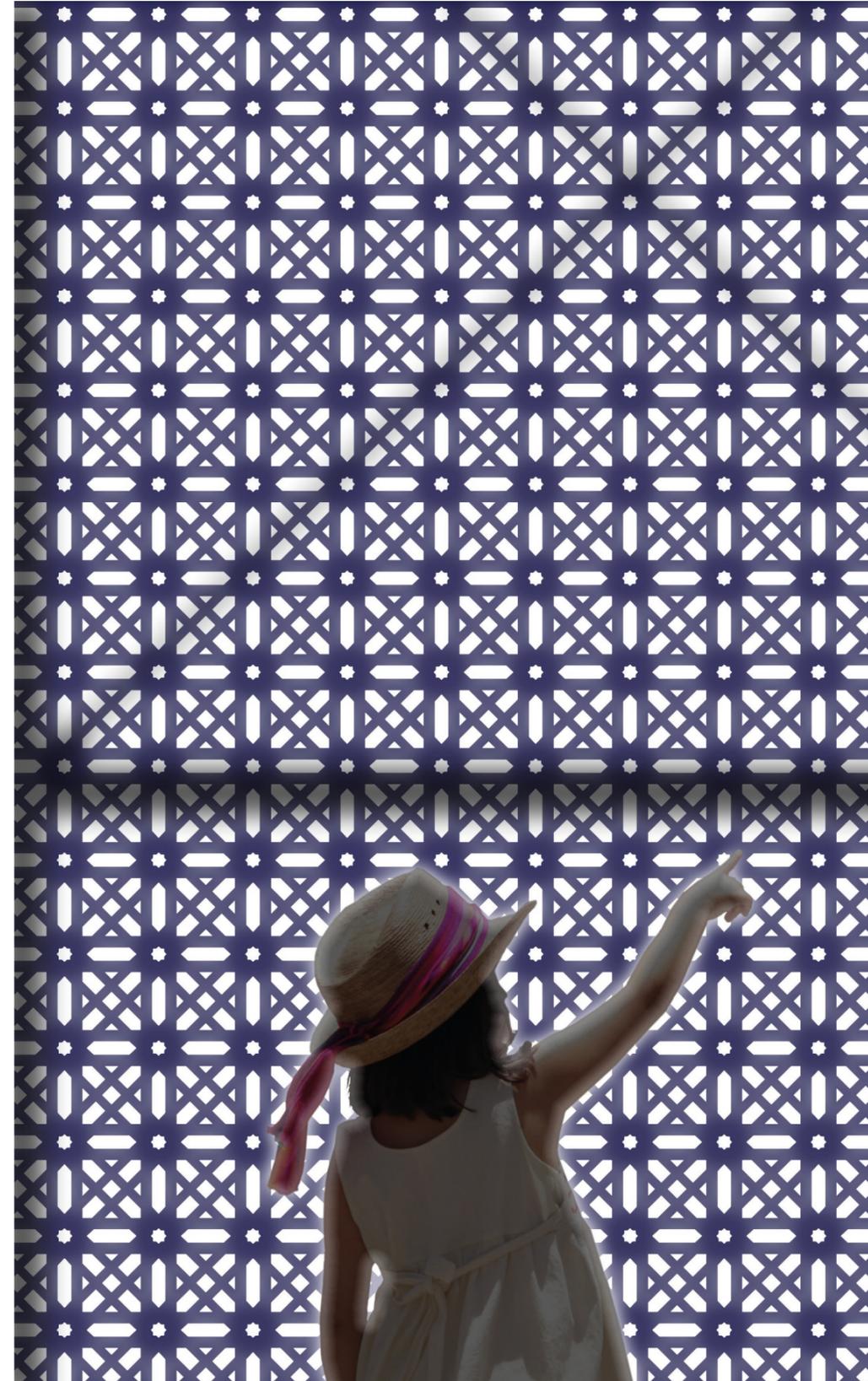


Figura 11.7. Effetto notturno del pattern di rivestimento in lamiera forata

### 11.3. IL PROGETTO

#### 11.3.1. L'ATELIER DELL'ARTISTA

"Delight the Light" è uno spazio aperto, l'atelier dell'artista, la casa dove l'arte prende forma e dove l'artista stesso vive.

Come sempre accade a Farm nulla è scontato; la curiosità infatti che contraddistingue i fondatori Andrea Bartoli e Florinda Saieva, viene qui esemplificata e pensata come voglia di scoprire l'arte entrando direttamente nel luogo della genesi e delle idee.

I molteplici artisti che passano per Farm trovano dunque un luogo in cui farsi ispirare, completamente attorniti dalla natura, che spontanea si articola a vari livelli permanendo ogni spazio esterno.

Agli abitanti e ai visitatori non rimane dunque che dar libero sfogo alla curiosità, incontrando, conoscendo prima persona gli artisti nella sfera più intima della progettazione e della creazione.

Vivere una tale esperienza immersi nell'arte, potendo entrare così da vicino nella ragione di vita e nella quotidianità dell'artista, diventa per il visitatore l'occasione di conoscere, di aprire la mente, di viaggiare tra le emozioni, occasione più unica che rara, irripetibile. L'arte e il verde rivitalizzano dunque gli spazi e coesistono insieme come mezzo locomotore per una rigenerazione, che avviene soprattutto grazie alle persone attirate dalla novità, dal cambiamento, che passano e ne occupano i luoghi.

A nord sul fronte strada l'impalcato aggettante, si apre alla città donando alla stessa momenti di condivisione. Una "social bench" che trova spazio in via Zanella, dando la possibilità, a una generazione individualista come la nostra, di passare il proprio tempo, breve o lungo che sia, con le persone, ma soprattutto di concedersi del tempo per conoscere, parlare, leggere, ispirare e farsi ispirare.

Figura 11.8. Assonometria dei Sette Cortili con in evidenza DTL - Atelier per artisti

Figura 11.9. Render del progetto con vista sul giardino d'accesso



### 11.3.2. ARCHITETTURA E STRUTTURA

L'ossatura metallica, nel padiglione diviene l'elemento architettonico che scandisce il ritmo e le dimensioni delle pannellature e delle aperture di facciata. L'onesta materiale e l'integrità strutturale di Mies Van De Rohe sono qui ripresi, l'ambiente interno mostra infatti ogni singola campata identificando pilastri, travi e contro-venti fino all'esaltazione cromatica delle piastre di connessione con una serie perfetta di bullonature. La leggerezza della struttura in acciaio incontra la leggerezza della luce eterea resa possibile attraverso l'uso di pannelli opalini in policarbonato, che permettono di creare un gioco di ombre dall'esterno all'interno e viceversa.

Il padiglione si propone d'aprirsi alle persone e lo fa attraverso una "social bench" integrata allo shelter e protesa verso Via Zanella. "Delight The Light" vuole essere un luogo in cui si possa lavorare, incontrarsi, socializzare e scoprirsi; in cui la curiosità dell'opaco porta a percepire l'interno

e volerne far parte.

L'interno si caratterizza per un ambiente open space di 4 campate per un totale di 11 m ed una superficie di 50 m<sup>2</sup> nel quale si colloca un elemento d'arredo multifunzione che divide l'ambiente di condivisione con i visitatori e la dimensione privata dell'artista durante la notte.

Nell'arredo centrale trovano spazio, in un'alternanza di nicchie, armadi dove poter riporre attrezzi e indumenti ed ancora un cucinino. All'interno della scatola si scopre il bagno con una doccia con una parete opalina in policarbonato a portare luce all'ambiente.

Attraverso una scala a pioli è possibile accedere poi all'impalcato dell'arredo dove un letto matrimoniale trova spazio. L'artista dall'alto, con vista sugli spazi, vive in connessione con l'esterno grazie alla finestra da tetto in copertura dalla quale osservare le notti di una città che vuol mutare il corso della sua storia.

Figura 11.10. Planimetria di progetto inserita nel contesto occupato fuoriscalda

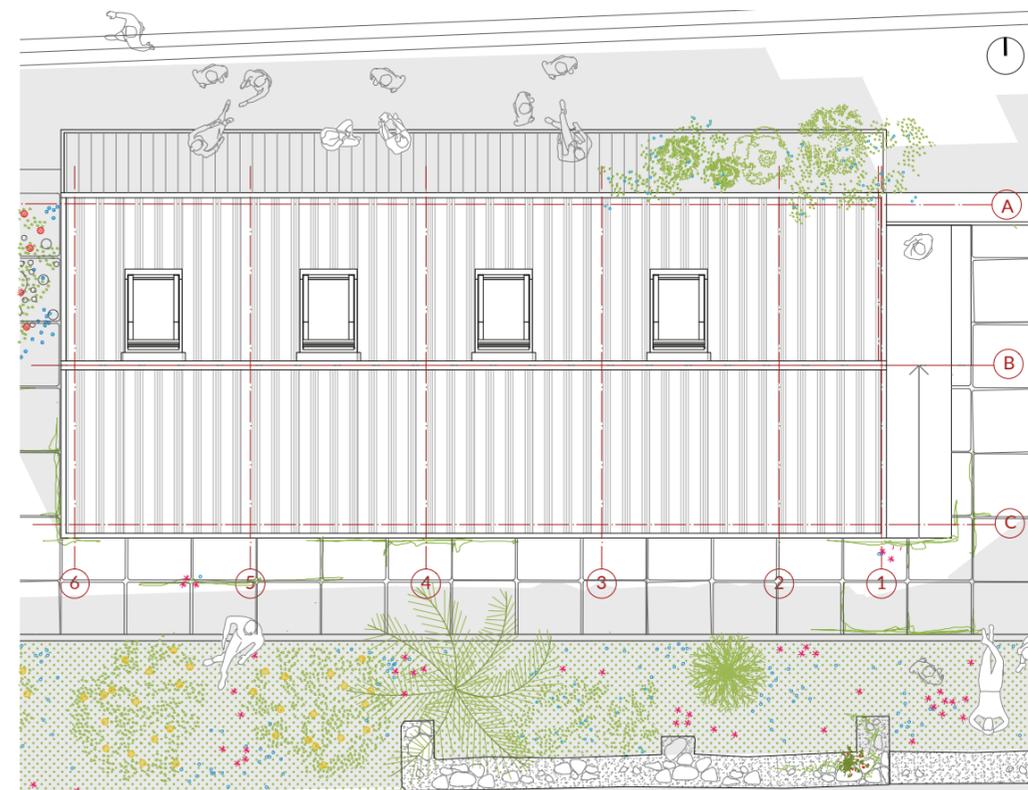


Figura 11.11. Pianta delle coperture DTL - atelier per artisti fuoriscalda

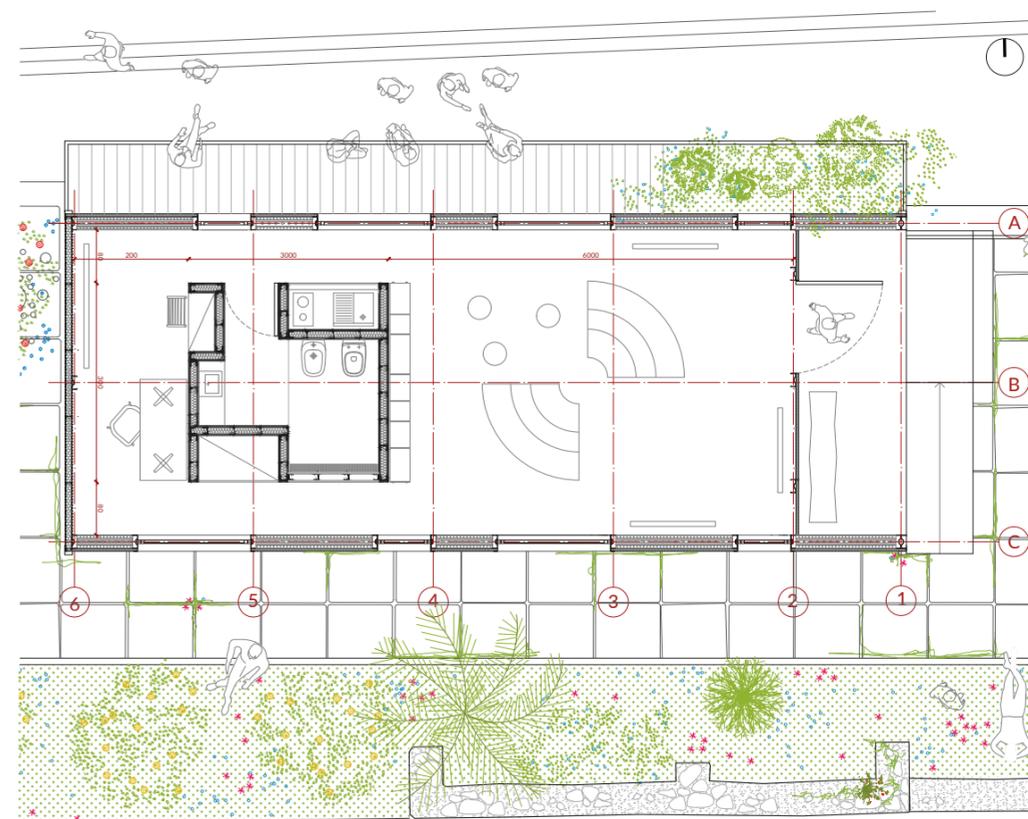


Figura 11.12. Sezione orizzontale del padiglione DTL - atelier per artisti fuoriscalda



### 11.3.2.1. PROSPETTO SUD

L'architettura, circondata da edifici alti, di fatto è protetta su tutti i lati evitando un'eccessiva esposizione solare.

Sempre con l'obiettivo di evitare un ingresso eccessivo di luce nella sola porzione a sud in cui gli edifici risultano essere più bassi, si è inserito un rivestimento in lamiera forata capace di caratterizzare il prospetto, donando inoltre un moderno connotato arabesco che è tipico del territorio e, allo stesso tempo, evitando un'eccessivo ingresso della radiazione incidente.

La lamiera poi durante le ore serali trasforma la percezione dell'edificio che, come una luminaria, accende i dintorni proiettando sia all'interno che all'esterno ombre geometriche suggestive.

#### A. LAMIERA

**A1.** Cassetta in lamiera d'acciaio tagliata a laser con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

#### B. SCOSSALINE

**B1.** Scossaline di gronda e laterali in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

**B2.** Doppia scossalina di colmo in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

#### C. INFISSI

**C1.** Finestre doppio vetro apribile ad anta e vasistas in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 60 x 60 cm

**C2.** Finestre doppio vetro apribile ad anta e vasistas in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 60 x 180 cm

#### D. COPERTURA

**D1.** Chiusura orizzontale composta da pannelli sandwich grecati con finitura argentata a buccia d'arancia. Il pannello del tipo Ondulit Coverpiù si compone di uno strato esterno in acciaio trattato da film in alluminio e isolante EPS addizionato a grafite. Sp. 14 cm

Figura 11.13. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50

## 11.3.2.2. PROSPETTO NORD

Nella facciata nord l'edificio si apre a tetto con finestre che prendono luce zenitale diffusa per garantire una buona illuminazione all'ambiente interno e soprattutto un'uniformità luminosa necessaria all'artista per lavorare all'interno ed esporre le sue opere appena realizzate. L'impalcato, aggettando sulla strada, definisce una "Social Bench" con lo scopo di promuovere la socialità.

**A. IMPALCATO**

**A1.** Pannello sandwich piano composto da uno strato esterno d'acciaio e del poliuretano come isolante interno - Sp. 10 cm

**B. POLICARBONATO**

**B1.** Lastra alveolare opalina in policarbonato con uno strato coestruso per la protezione dai raggi UV con giunti separatori resistenti all'acqua a doppio C di color bianco - Sp. 50 mm

**C. SCOSSALINE**

**C1.** Scossaline di gronda e laterali in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

**C2.** Doppia scossalina di colmo in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

**D. INFISSI**

**D1.** Finestre doppio vetro apribile ad anta e vasistas in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 60 x 60 cm

**D2.** Finestre doppio vetro apribile ad anta e vasistas in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 60 x 180 cm

**D3.** Finestre da tetto apribili elettricamente del tipo Velux GGU MK08 con finitura interna di color bianco. - Dim. 75 x 140 cm

**E. COPERTURA**

**E1.** Chiusura orizzontale composta da pannelli sandwich grecati con finitura argentata a buccia d'arancia. Il pannello del tipo Ondulit Coverpiù si compone di uno strato esterno in acciaio trattato da film in alluminio e isolante EPS addizionato a grafite. Sp. 14 cm



Figura 11.14. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista  
Scala 1:50



### 11.3.2.3. PROSPETTO EST

L'ingresso si posiziona dove il sole sorge e si caratterizza per un primo percorso a verde in cui alberi di ogni tipo, dall'arancio, al mandorlo, al chinotto, trovano spazio all'interno dei muri dell'esistente.

L'edificio, posto ad un livello superiore, spunta con la sua iconica forma a capanna tra gli alberi ed è introdotto da una parete in lamiera forata che nasconde le scalinate che portano all'ingresso.

#### A. IMPALCATO

**A1.** Pannello sandwich piano composto da uno strato esterno d'acciaio e del poliuretano come isolante interno - Sp. 10 cm

#### B. POLICARBONATO

**B1.** Lastra alveolare opalina in polycarbonato con uno strato coestruso per la protezione dai raggi UV con giunti separatori resistenti all'acqua a doppio C di color bianco - Sp. 50 mm

#### C. SCOSSALINE

**C1.** Scossaline di gronda e laterali in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

#### D. INFISSI

**D1.** Porta con maniglia antipanico con vetro doppio in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 100 x 210 cm

**D2.** Finestre da tetto apribili elettricamente del tipo Velux GGU MK08 con finitura interna di color bianco. - Dim. 75 x 140 cm

#### E. STRUTTURA

**E1.** Elementi strutturali in profili presso-piegati alleggeriti Scaffsystem con sezione ad omega - Dim. 200 x 75 mm e Sp. 3 mm

#### F. LAMIERA

**F1.** Cassetta in lamiera d'acciaio tagliata a laser con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

Figura 11.15. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50

Figura 11.16. Prospetto Est del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50

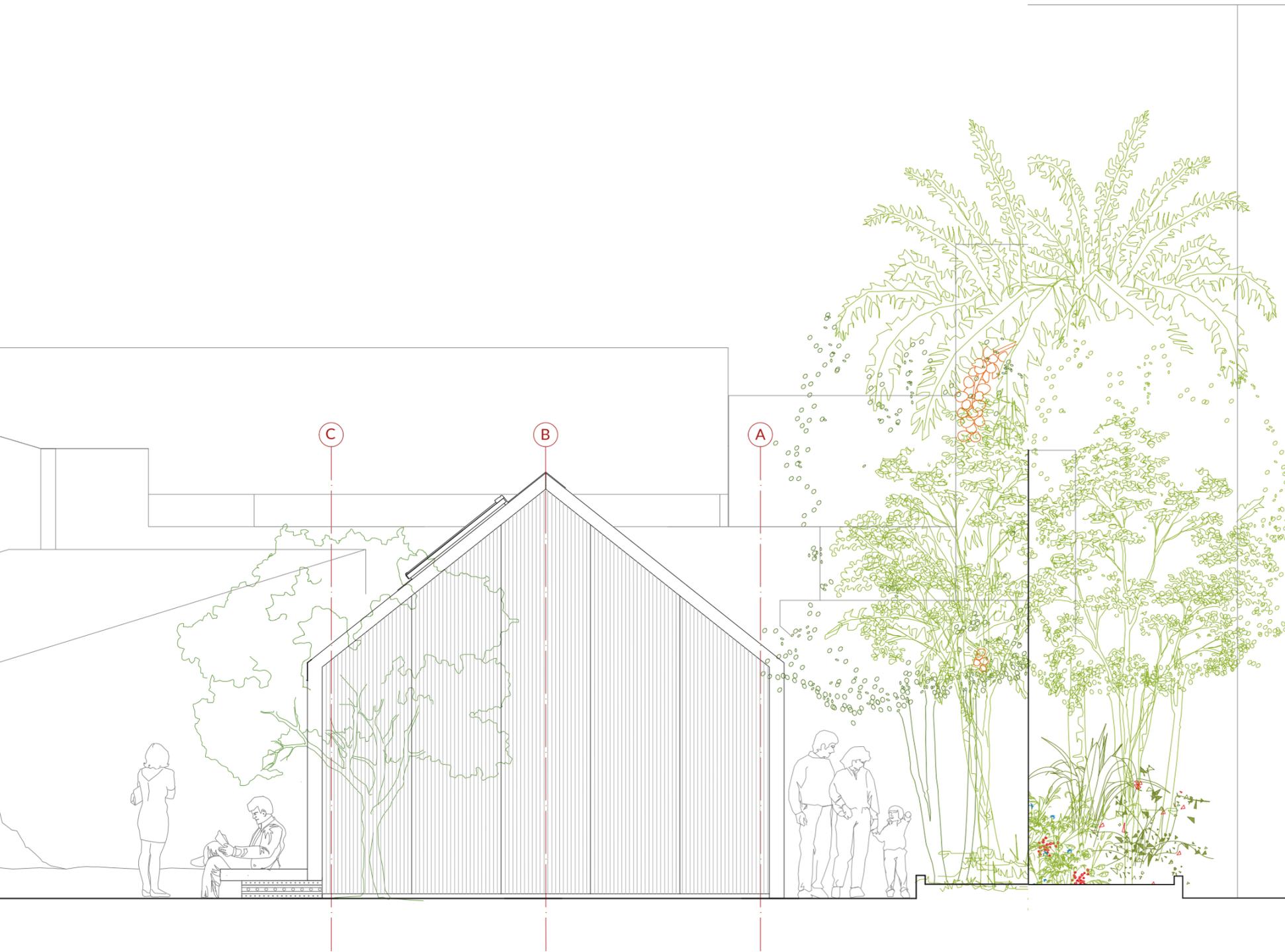
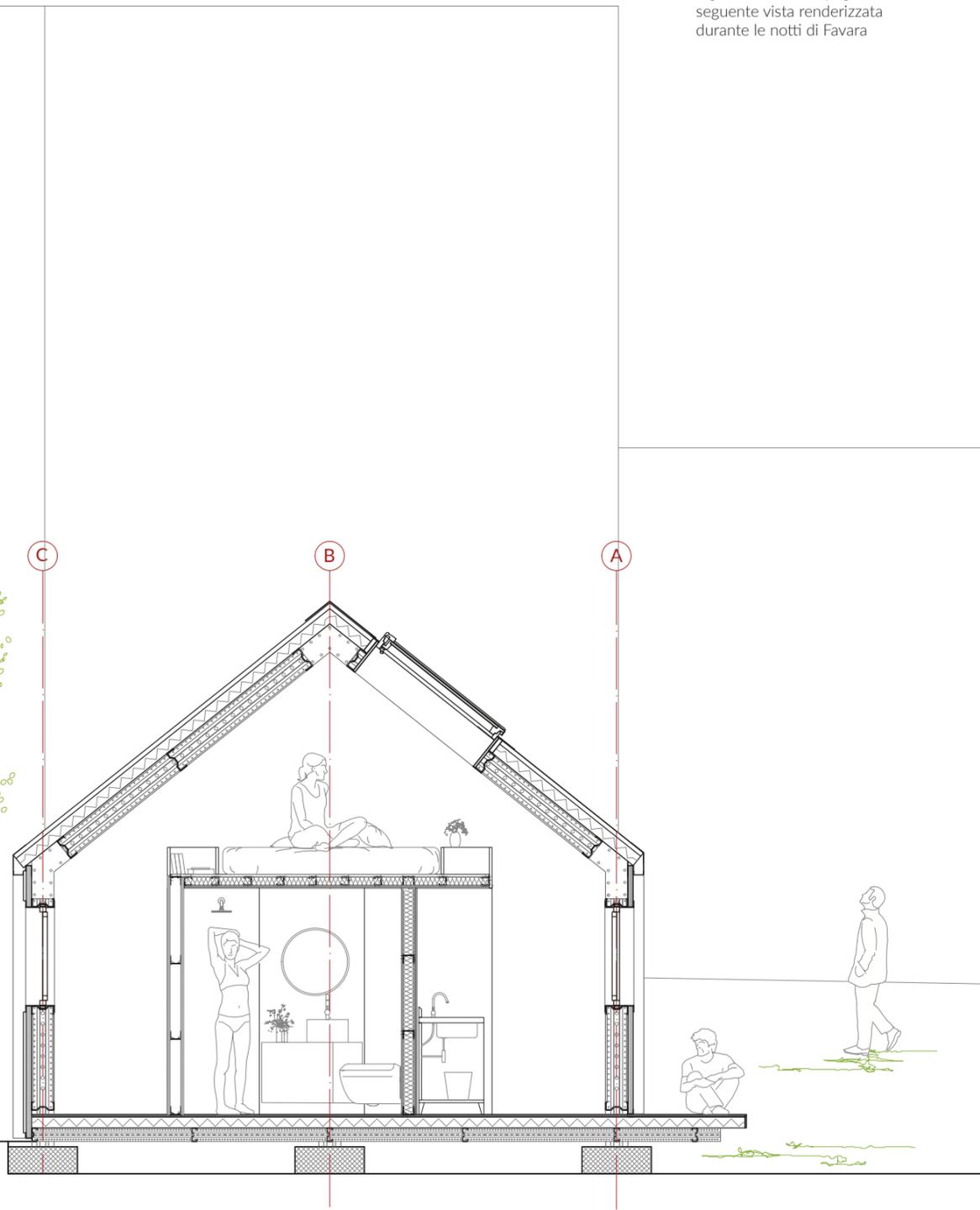


Figura 11.17. Prospetto Ovest del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50  
Figura 11.18. Alla pagina seguente vista renderizzata durante le notti di Favara





## 11.1. IL PROGETTO NEL DETTAGLIO

### 11.1.1. STRUTTURA

Il progetto utilizza come struttura profili in acciaio presso-piegati Scaffsystem ad impalcato, pilastro e a tetto collegati da piastre in acciaio imbullonate ai nodi di collegamento.

Il corpo strutturale si compone di 5 campate di cui una con una luce di 1,5 m e le altre 4 con luci di 2,7 m ciascuna.

Partendo ad analizzare la struttura dal basso sono state impiegate 6 fondazioni in plinti di cemento armato gettato in opera di 25 cm di spessore, che accoppiano a due a due i 12 pilastri d'acciaio e altri 3 blocchi che fungono da rompi tratta per l'impalcato.

Il collegamento con le fondazioni avviene attra-

verso piastre regolabili fissate ai blocchi di fondazione tramite gli idonei tasselli chimici. I profili utilizzati in impalcato, a pilastro e a trave sono dei sigma alleggeriti con dimensioni di 200 x 75 mm e con spessore di 3 mm.

Con lo scopo di inserire finestre da tetto in coperture e normali finestre la struttura si compone di ulteriori travi sigma 200 con la funzione di bilancini di sostegno dei serramenti contribuendo inoltre ad irrigidire globalmente la struttura. Altro elemento, se pur non strutturale, che garantisce una miglior ripartizione dei carichi, sono i pannelli sandwich utilizzati in copertura con grecati e piatti a pavimento. Tali elementi definiscono rispettivamente copertura ed impalcato evitando sovraccarichi puntuali e garantendo un buon effetto di redistribuzione.

### 11.1.2. TECNOLOGIA

La progettazione tecnologica dell'edificio temporaneo segue nel dettaglio requisiti di leggerezza sia fisica che visiva, e la definizione dell'aspetto architettonico.

In particolare modo, analizzando l'involucro, l'uso del polycarbonato e del sandwich di copertura si motivano sotto differenti livelli:

#### ARCHITETTONICO

Il polycarbonato opalino e il tetto argenteo definiscono la percezione dell'edificio dall'esterno e dall'interno rendendo il padiglione un "continuo divenire", elementi in continuo cambiamento cromatico a seconda dei giochi di riflessione della luce solare. La notte, il tetto scompare per far spazio alla luce che lo stesso edificio emana, di giorno invece, il bianco opalino si mischia all'abbagliante colore della lamiera del sandwich.

#### ILLUMINOTECNICO

L'uso del polycarbonato opalino permette all'involucro verticale di far filtrare luce in tutte le direzioni e di dar vita ad uno spazio luminoso se pur in condizioni di scarsa luminosità dovuta all'ombra degli alti edifici limitrofi.

Inoltre sempre con lo scopo di garantire un ottimo comfort luminoso, nella sola porzione esposta a sud sono state inserite cassette in lamiera forata allo scopo di ridurre la luce diretta proveniente dalle pareti verticali e quindi avere picchi di luce che potessero causare squilibri luminosi.

#### TERMICO

Termicamente: l'impiego di pannelli sandwich a tetto di ben 14 cm garantisce un buon livello di isolamento di copertura evitando che i raggi solari dei mezzogiorni estivi possano surriscaldare troppo l'edificio.

Figura 11.19. Assonometria strutturale con indicazioni degli elementi di campata

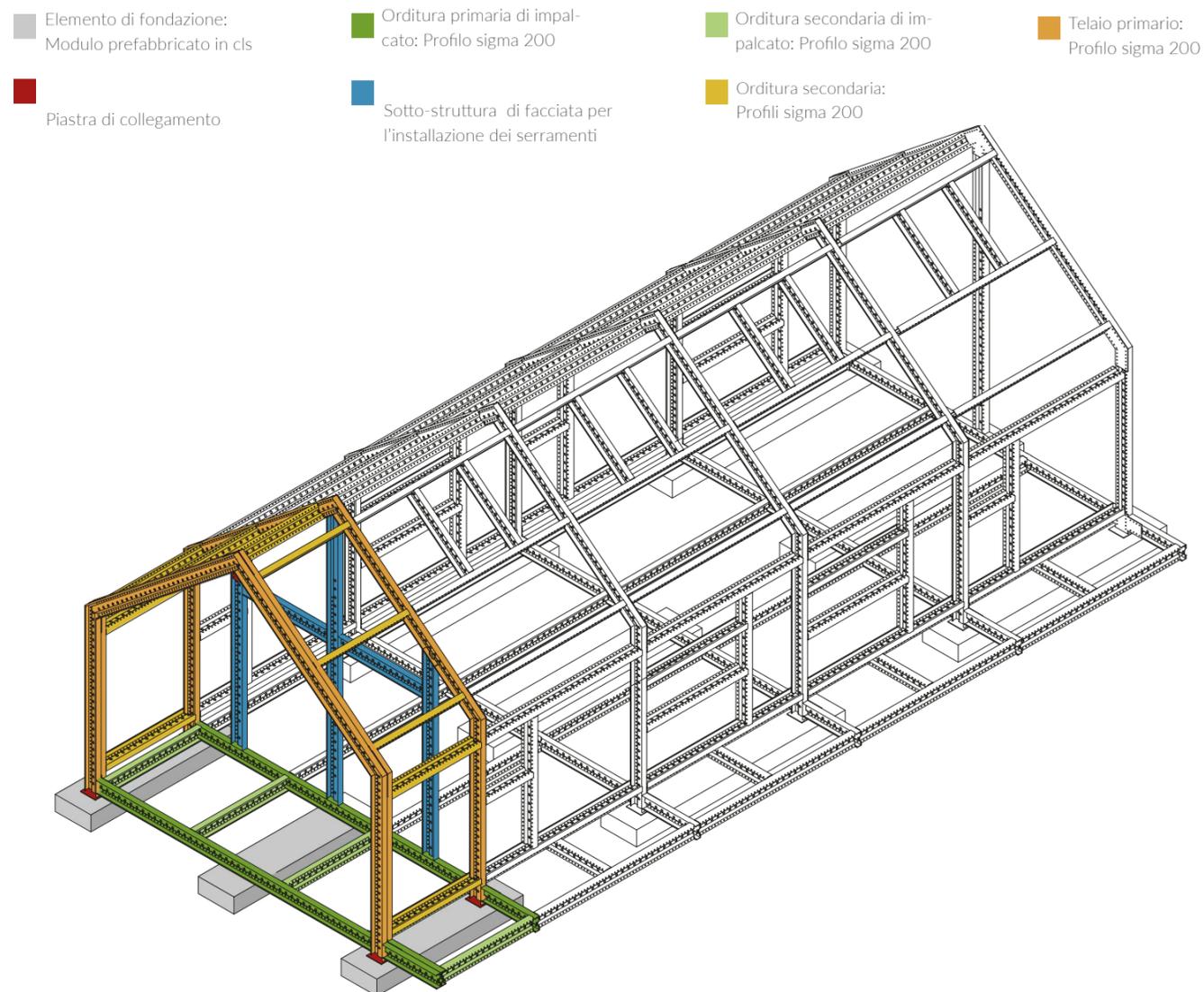
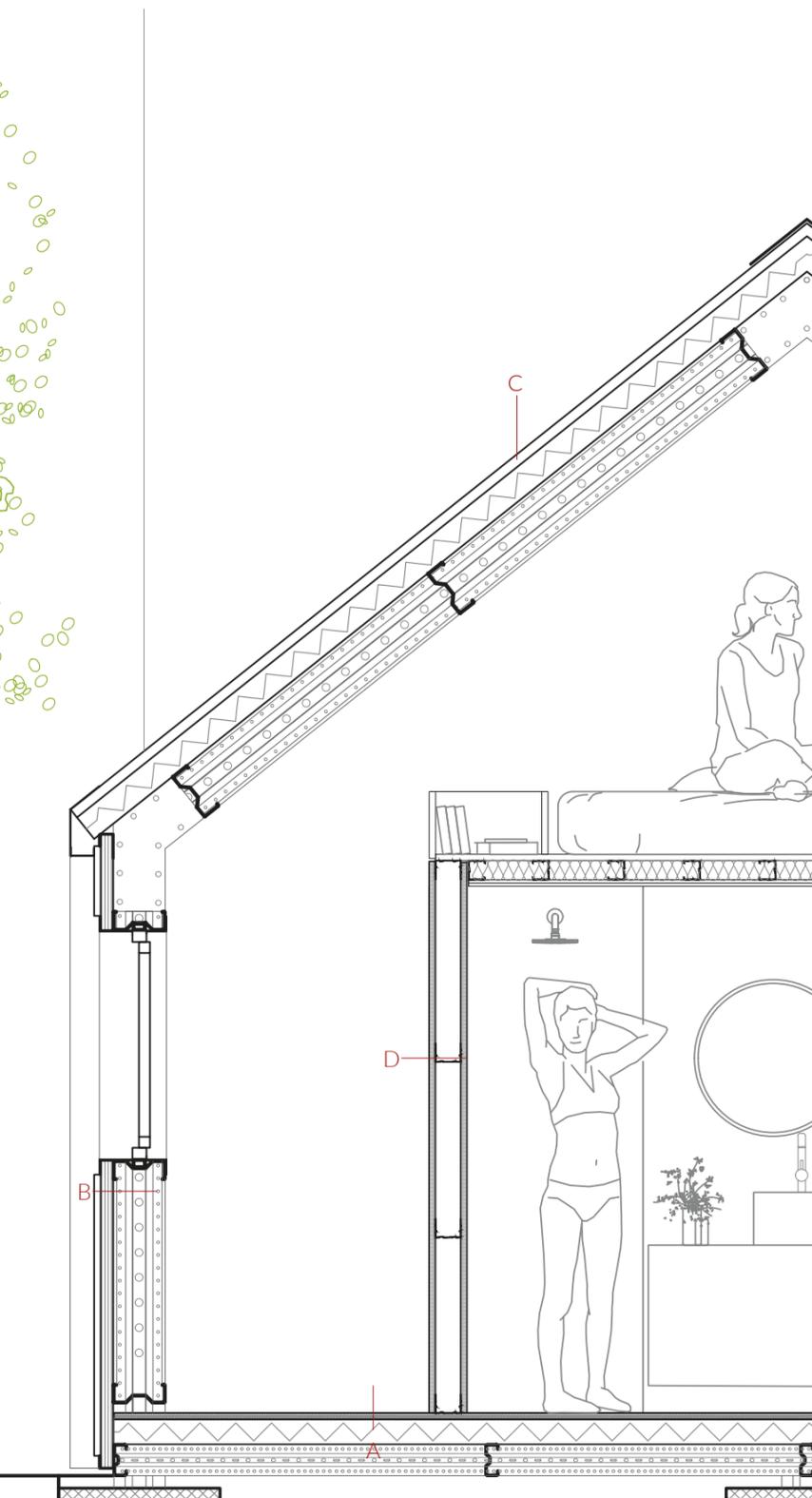


Figura 11.20. Abaco degli elementi utilizzati con vista del prospetto Nord scala 1:50



Figura 11.21. Sezione trasversale di dettaglio fuoriscalda

**A. CHIUSURA CONTROTERRA**

**A1.** Elementi strutturali in profili presso-piegati alleggeriti Scaffsystem con sezione ad omega - Dim. 200 x 75 mm e Sp. 2 mm

**A2.** Pannello sandwich piano composto da uno strato esterno d'acciaio e del poliuretano come isolante interno fissato alla struttura con viti auto-foranti Sp. 10 cm

**A3.** Pannelli in legno compensato di separazione puntualmente fissati ai pannelli sandwich con viti legno acciaio - Sp. 25 mm

**A4.** Rivestimento a pavimento in listoni di sughero del tipo GRANORTE fissati ad incastro - Sp. 10 mm

**B. CHIUSURA VERTICALE**

**B1.** Cassetta in lamiera d'acciaio tagliata a laser con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

**B2.** Lastra alveolare opalina in policarbonato con uno strato coestruso per la protezione dai raggi UV con giunti separatori resistenti all'acqua a doppio C di color bianco - Sp. 50 mm

**B3.** Elementi strutturali in profili presso-piegati alleggeriti Scaffsystem con sezione ad omega - Dim. 200 x 75 mm e Sp. 2 mm

**B4.** Finestre doppio vetro apribile ad anta e vasistas in PVC finitura color bianco del tipo Nurith - Dim. 60 x 60 cm

**C. CHIUSURA ORIZZONTALE**

**C1.** Scossaline di gronda e laterali in lamiera d'acciaio con trattamento di zincatura e verniciatura a polvere color bianco del tipo "TRIPLEX NORDZINC" fissata tramite rivetti - Sp. 2 mm

**C2.** Pannelli sandwich grecati con finitura argentata a buccia d'arancia. Il pannello del tipo Ondulit Coverpiù si compone di uno strato esterno in acciaio trattato da film in alluminio e isolante EPS addizionato a grafite. Sp. 14 cm

**C3.** Elementi strutturali in profili presso-piegati alleggeriti Scaffsystem con sezione ad omega - Dim. 200 x 75 mm e Sp. 2 mm

**D. BOX**

**D1.** Elemento costituito da orditure da controparere e playwood isolato internamente con poliesteri riciclati - Sp. 12,5 cm

**11.3.3. ENERGIA**

Anche gli aspetti energetici non sono stati sottovalutati, attraverso gli schemi a fianco si possono intuire le strategie adottate. In particolare, essendo l'ambiente di dimensioni contenute, si è deciso di installare una macchina di ventilazione meccanica che potesse, oltre che a regolare i ricambi d'aria, garantire il comfort termico invernale ed estivo rispettivamente di 20° e di 27°.

**INVERNO**

Analizzando dunque i mesi invernali fondamentale risulta il comportamento e l'alto potere isolante dei pannelli sandwich e il contributo isolante determinato dall'aria ferma all'interno delle celle del policarbonato. Attraverso le finestre collocate a sud il sole permette alla radiazione di entrare e garantisce quindi un buono apporto solare gratuito.

**MEZZE STAGIONI**

Nelle mezze stagioni invece, l'apertura delle finestre da tetto in copertura garantisce il ricambio dell'aria e il mantenimento della temperatura di comfort. La lamiera forata posta a sud permette inoltre un controllo adeguato della radiazione che colpisce la facciata. La presenza del verde, che circonda interamente l'edificio aiuta, attraverso il fenomeno dell'evaporazione, a mantenere la temperatura dell'aria limitrofa più fresca contribuendo a mantenere il comfort dell'edificio.

**ESTATE**

Infine considerando il mese estivo, il sole alto nel cielo, con raggi ad un'inclinazione di 76°, colpisce quasi totalmente la copertura termo-riflettente dell'edificio evitando un eccessivo surriscaldamento dell'ambiente interno. Le fronde degli alberi ormai rigogliose definiscono uno schermo naturale alla facciata a sud aiutata anche dall'ombra creata dalle rovine del vecchio edificio.



Figura 11.22. Schematic design nella stagione invernale

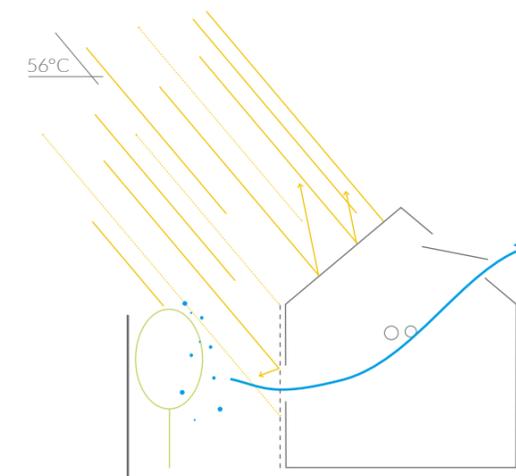


Figura 11.23. Schematic design nelle mezze stagioni

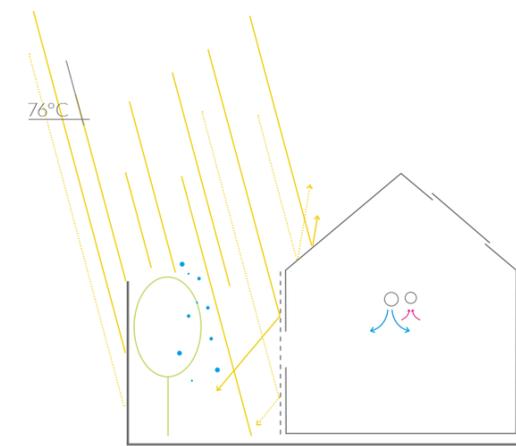


Figura 11.24. Schematic design nella stagione estiva

### 11.3.4. LUCE

Per la conformazione e collocazione del lotto è stato fondamentale lo studio e la progettazione della luce allo scopo di garantire il miglior comfort luminoso possibile.

Prendendo in considerazione la posizione, gli alti edifici nelle immediate vicinanze generano sul padiglione di gran lunga più basso ombre che ricoprono lo stesso causando dunque una drastica diminuzione della luce captata.

A tal proposito le scelte tecnologiche, come detto in precedenza, sono state fortemente influenzate dalla volontà di ottenere all'interno dell'ambiente considerato una luce uniforme necessaria alla funzione svolta all'interno dello schelter: quella di fare arte.

A questo proposito, attraverso il programma di simulazione VELUX VISUALIZER sono stati ana-

lizzati i valori medi del fattore di luce diurna che, come si può notare dalla Figura 11.25, raggiunge in tutti punti della stanza ottimi valori ampiamente superiori al 5% definendo inoltre, una buona distribuzione in grado di evitare fenomeni d'abbagliamento a causa di disomogeneità.

Analizzando, sempre con lo stesso software, la luminanza è stato possibile definire la quantità di luce emessa dalle superfici interne dell'edificio verificando dunque come la presenza dei pannelli in policarbonato di fatto evitasse i fenomeni di abbagliamento citati in precedenza grazie alla finitura opalina capace di diffondere la luce incidente ed ottenere dunque valori di picco di 400 Cd/m<sup>2</sup>.

Figura 11.25. Simulazione illuminotecnica del fattore di luce diurna

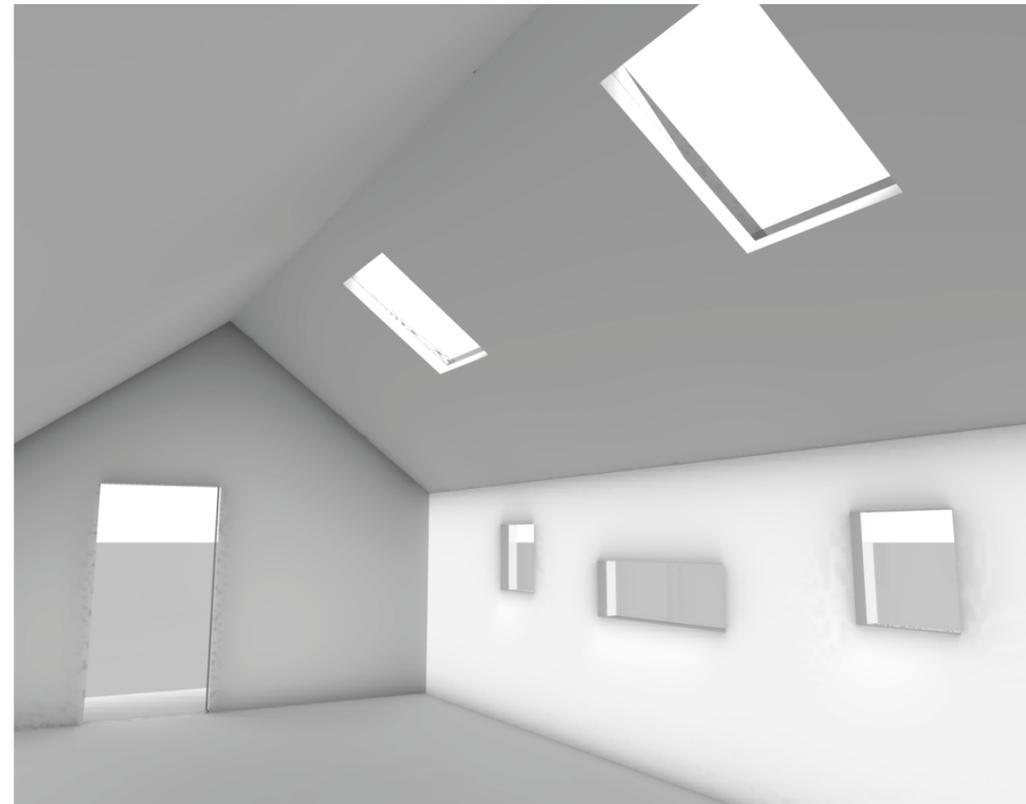
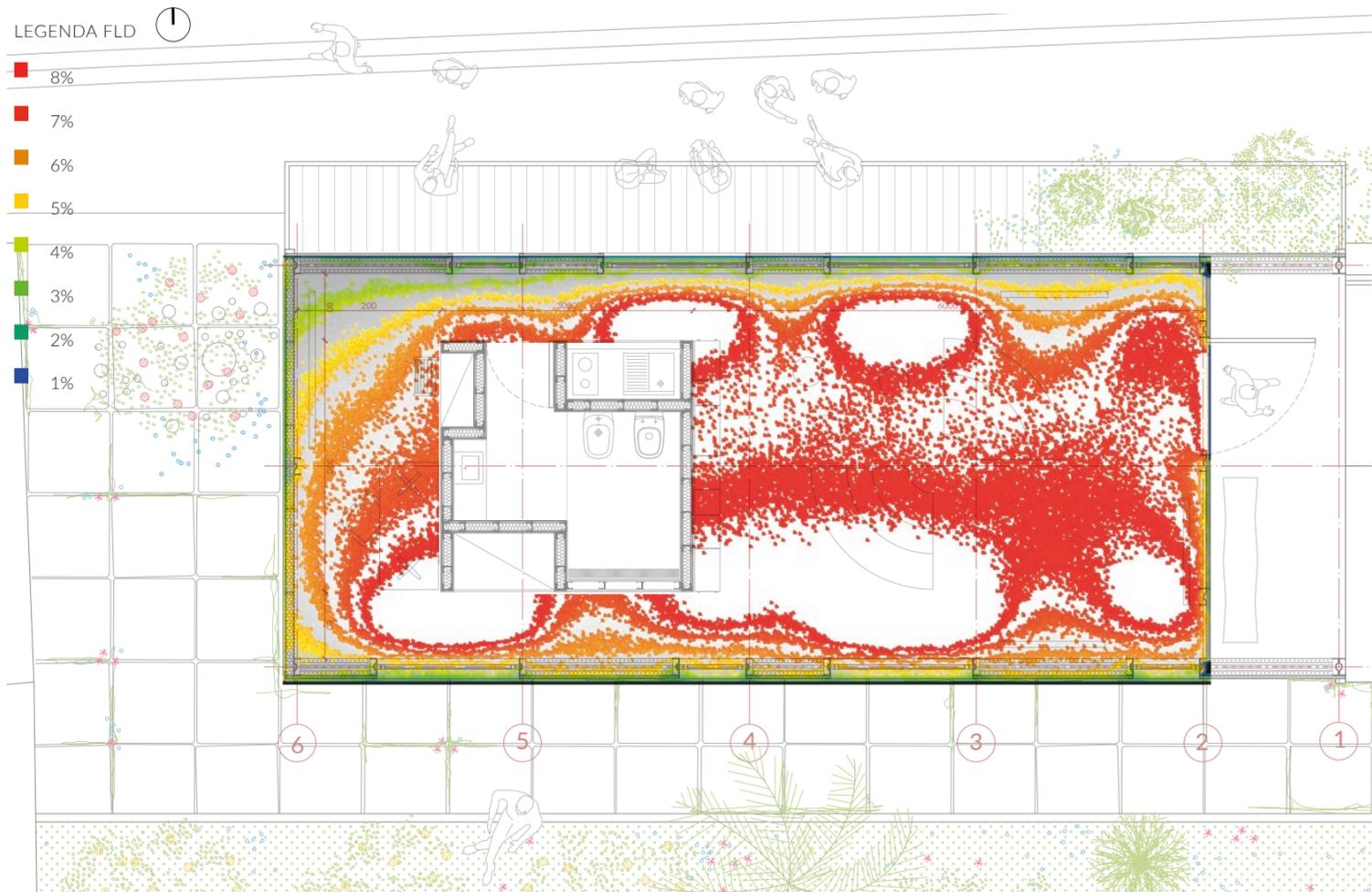


Figura 11.26. Render di simulazione della luce all'interno del padiglione

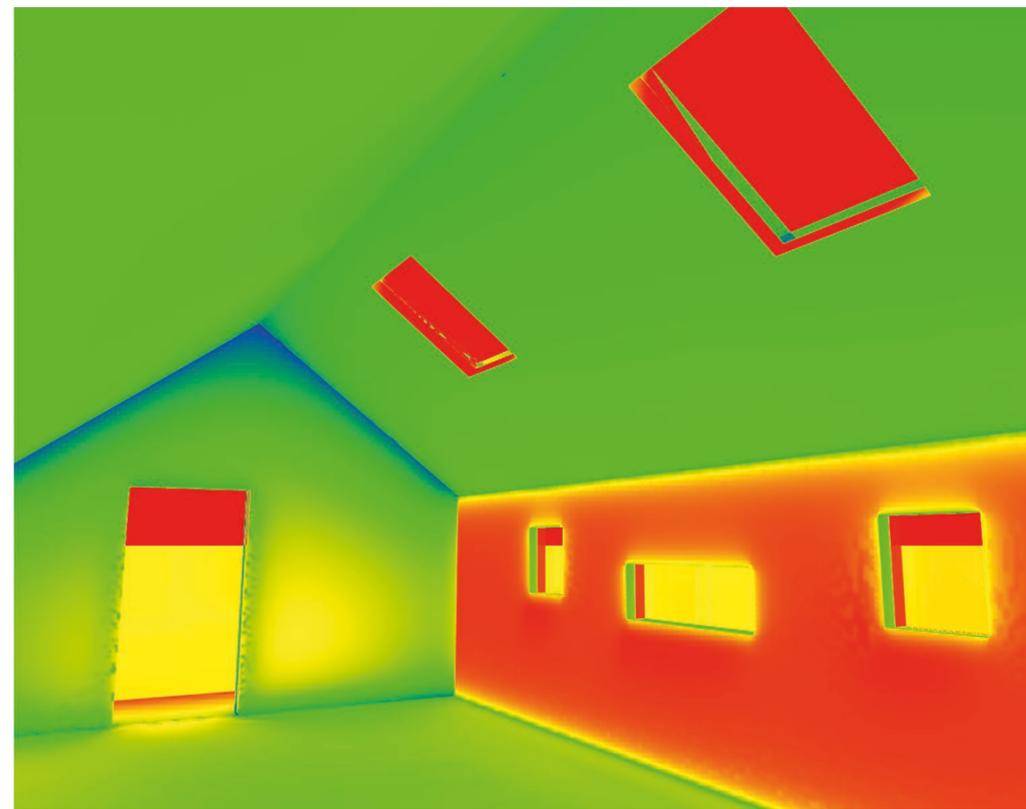


Figura 11.27. Simulazione illuminotecnica della luminanza all'interno del padiglione

## 11.4. APPROCCIO ERGOTECNICO

Sin dalle prime fase della progettazione del padiglione sono stati considerati gli aspetti ergonomici andando a progettare l'articolazione del cantiere ed in particolare le fasi di montaggio della struttura.

Tale approccio è sin da subito risultato necessario infatti la città di Favara porta con sé criticità d'accesso.

Per tale motivo si sono fatte in primis considerazioni sui mezzi di trasporto utilizzabili riscontrando l'accessibilità di mezzi con pianali non superiori a 3 m e portate dell'ordine dei 1120 kg. Un limite così restrittivo ha dunque portato la scelta d'utilizzo verso profili presso-piegati in acciaio, con la caratteristica di essere, data la relativa leggerezza, movimentati a mano per piccoli spostamenti. Analizzando più nel dettaglio il layout di cantiere relativo al montaggio della struttura si può notare come in figura 11.28 si sono evitati stoccaggi permanenti di differenti lavorazioni in favore di consegne scaglionate nel tempo di

singole lavorazioni eseguite in giornata. Più nel dettaglio, analizzando la lavorazione più delicata riguardante il montaggio delle travi di copertura, per l'esigenze di montaggio, s'è definito il posizionamento di una gru cingolata compatta in posizione centrale capace di eseguire la movimentazione di tutte le travi. Il processo parte con l'impalcato in pannelli sandwich posato concentrandosi poi sul montaggio dei portali inizialmente fissando i pilastri e a seguire fissando le travi di falda completando i portali dall'ingresso al fondo del padiglione. Come mostrato in figura le travi di copertura vengono preassemblate sull'impalcato del padiglione e poi sollevata dalla gru cingolata compatta attraverso branche infilate attraverso i fori d'alleggerimento della trave. Il carico in movimento viene poi fissato dagli operatori posti sul trabattello nelle vicinanze dei pilastri ai quali saranno imbullonate le travi. Alla pagina seguente si riportano invece gli schemi semplificati delle fasi di montaggio della struttura a partire dalle fondazioni, passando per la posa della struttura di copertura, delle chiusure verticali ed infine finiture ed infissi.

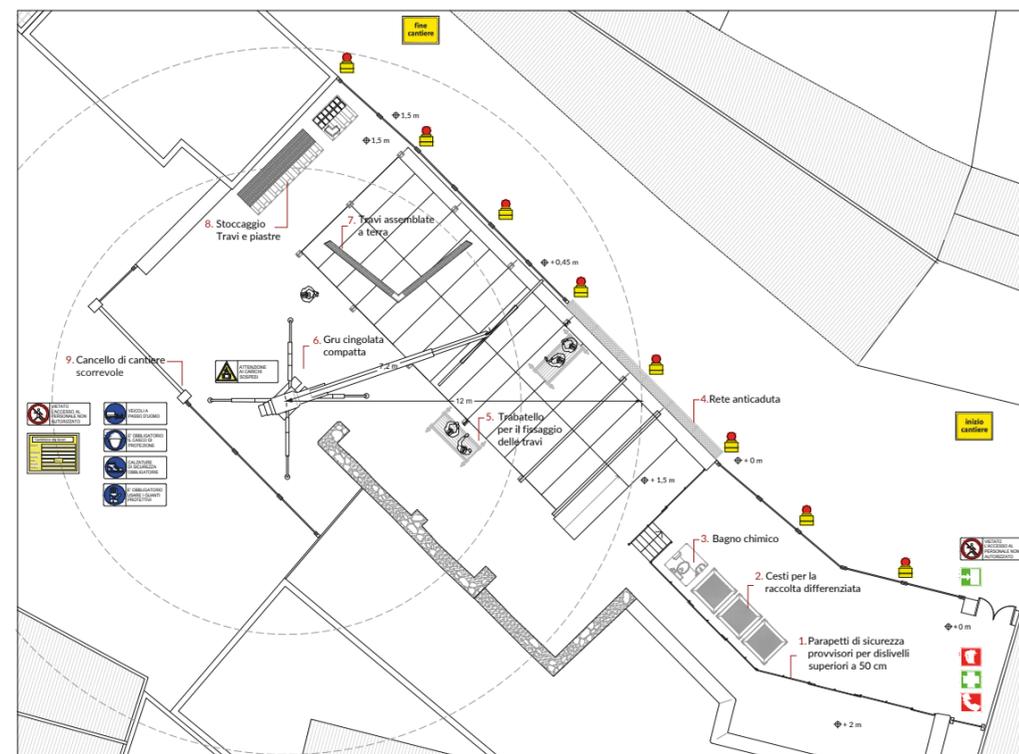
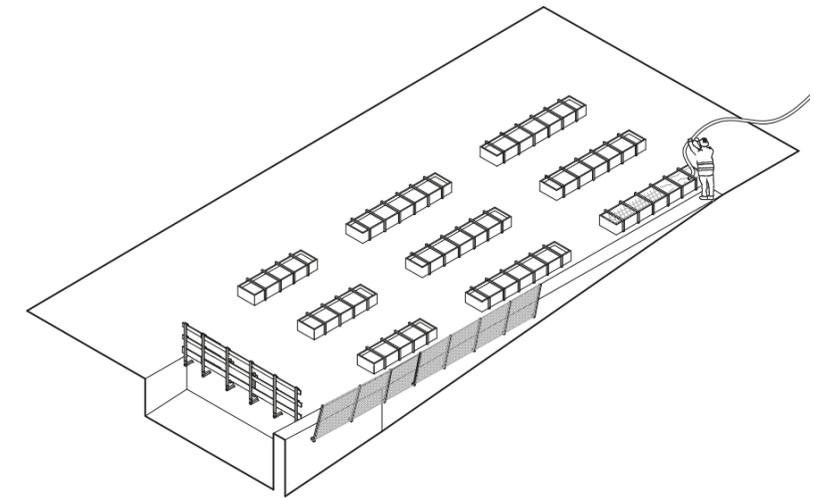


Figura 11.28. Layout di cantiere del montaggio delle travi di copertura

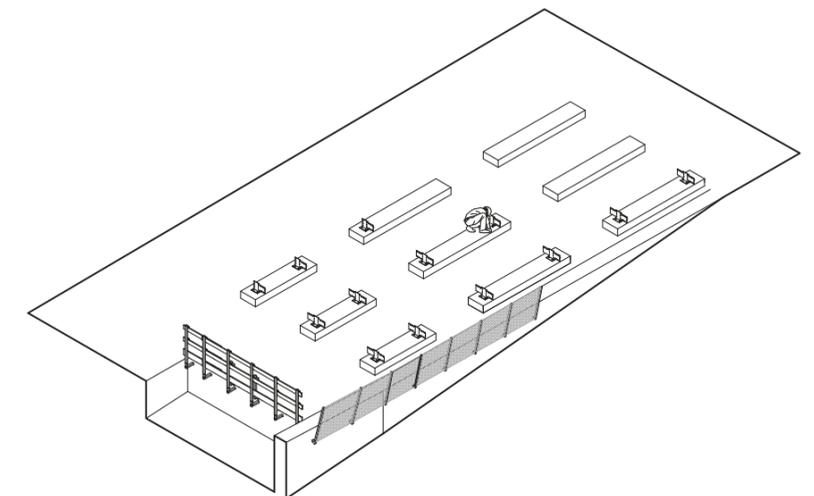
### 01. POSA DELLE FONDAZIONI

Dopo aver definito l'area di cantiere e montato gli idonei dispositivi di sicurezza: parapetti e reti anti caduta. Costruiti i casseri in legno e posate le armature arriva l'autobetoniera e si gettano i plinti di calcestruzzo.



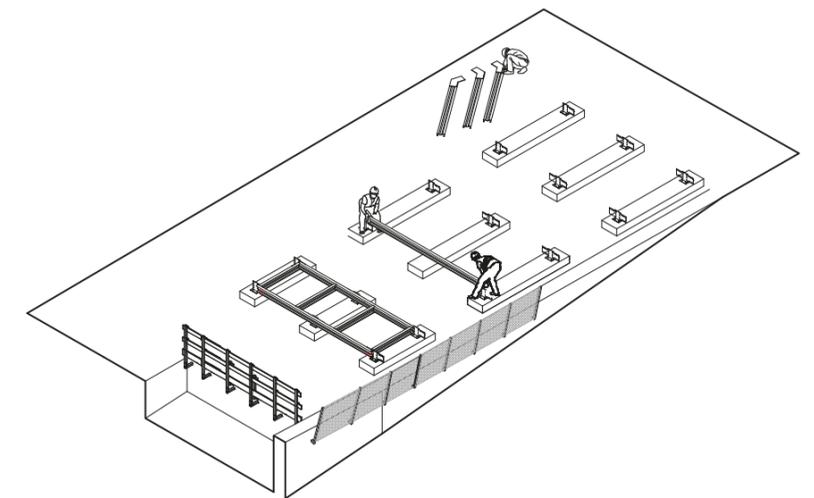
### 02. FISSAGGIO DELLE PIASTRE

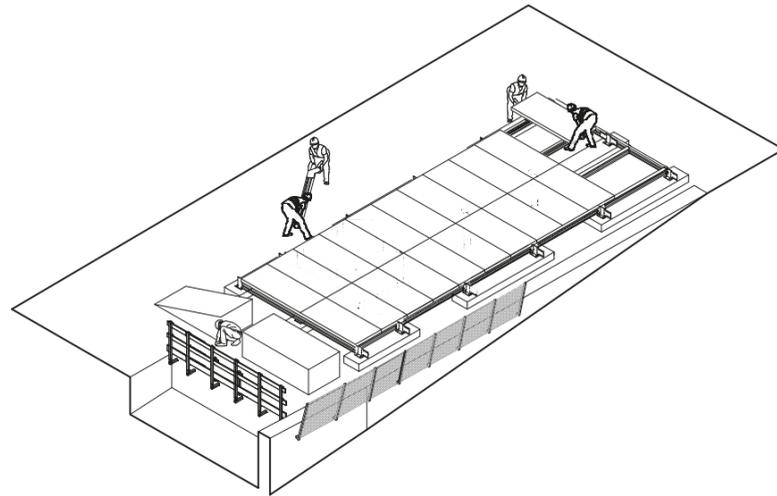
Una volta che il calcestruzzo è consolidato si dopo 7 giorni può avvenire il fissaggio delle piastre attraverso l'impiego di tasselli chimici in successione si prevede dunque la foratura e il serraggio delle stesse. A fine giornata arrivano i carichi contenenti le travi d'impalcato e pilastri.



### 03. POSA DELL'IMPALCATO

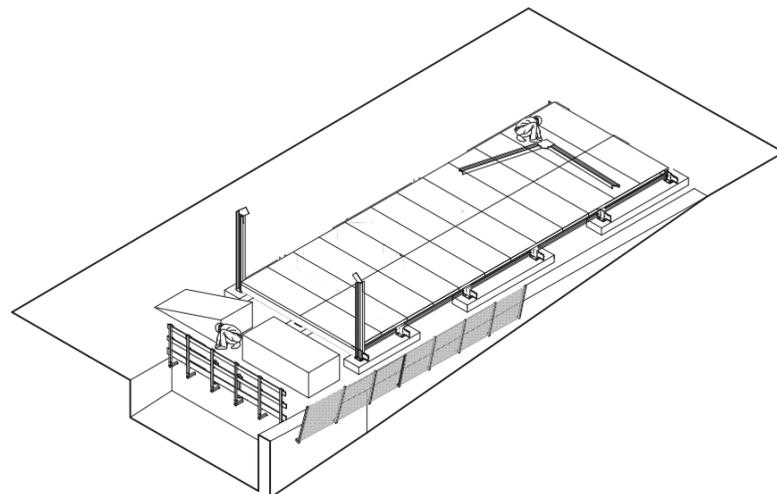
Si procede all'installazione delle travi d'impalcato con la messa in bolla degli elementi il tutto con movimentazione manuale agevolata dalla leggerezza degli elementi in acciaio presso piegato. Nel mentre un operaio può incominciare a serrare le piastre preforate sui pilastri aspettando i carichi con le travi di copertura.





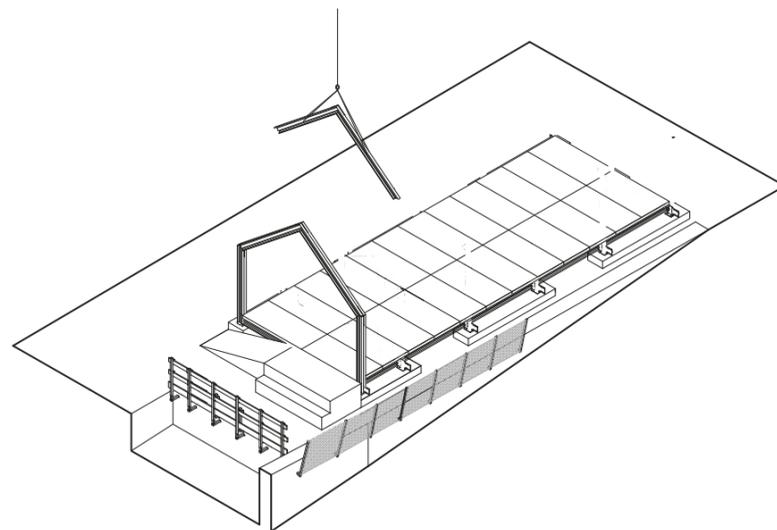
#### 04. POSA DELL' IMPALCATO

Si può procedere alla sistemazione e fissaggio dei pannelli sandwich d'impalcato che per le loro dimensioni vengono movimentati a mano e in sequenza fissati alle travi d'impalcato posate in precedenza con viti auto-foranti. Fondamentale per la praticità nelle dinamiche di cantiere è il montaggio della rampa d'ingresso che permette l'accesso al piano in sicurezza.



#### 05. POSA DEI PILASTRI

Vengono montati i pilastri con le piastre di connessione, pronte per la fase di montaggio della copertura il serraggio avviene alla base dunque la lavorazione non prevede operai in quota. Nel mentre sull'impalcato si pre assemblano le travi di copertura per il successivo montaggio

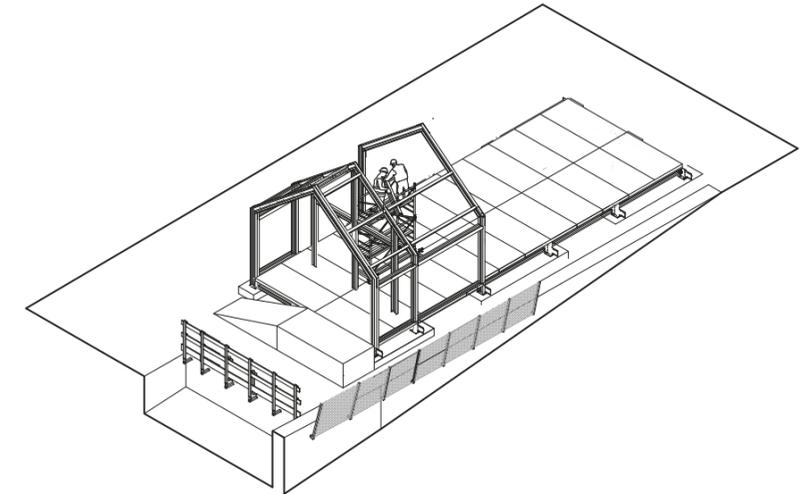


#### 06. POSA DELLE TRAVI PRINCIPALI DI COPERTURA

Mentre vengono montati a terra le travi principali di copertura unite dalla piastra a colmo serrata un elemento alla volta viene sollevato tramite una mini gru e con gli operatori in quota fissata ai pilastri. Accortezza sarà quella di predisporre il serraggio della piastre a nord sull'impalcato evitando di stare in prossimità del muretto.

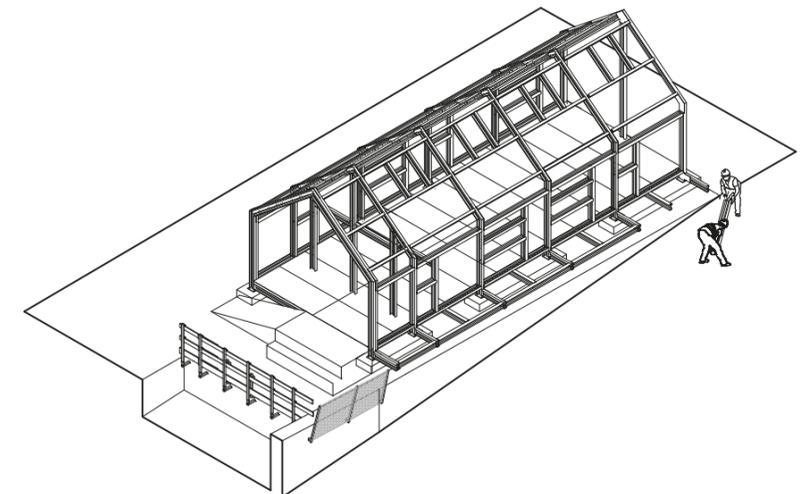
#### 07. POSA DELLE TRAVI SECONDARIE DI COPERTURA

Mentre viene completata l'installazione delle travi principali vengono fissate le travi secondarie intermedie definendo e completando le campate in sequenza. Quelle inferiori vengono fissate con l'ausilio di una scala o direttamente sul piano d'impalcato. Le altre a quote superiori con un trabattello collocato direttamente sull'impalcato



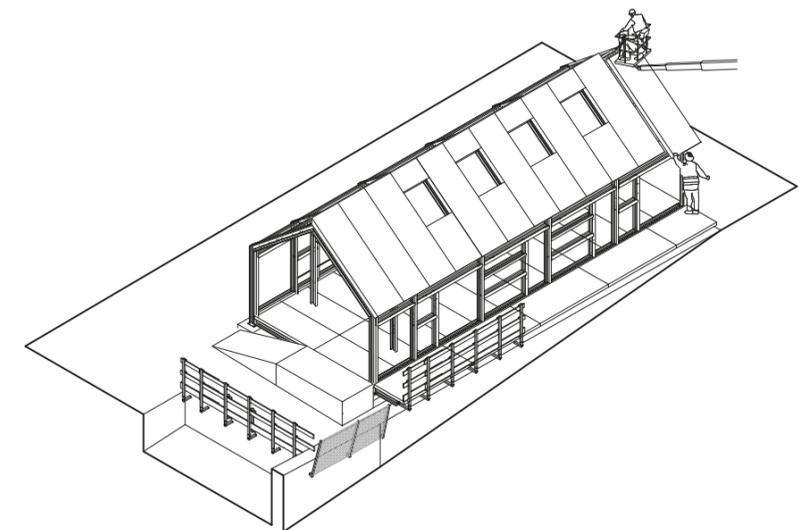
#### 08. POSA DELLA SOCIAL BENCH

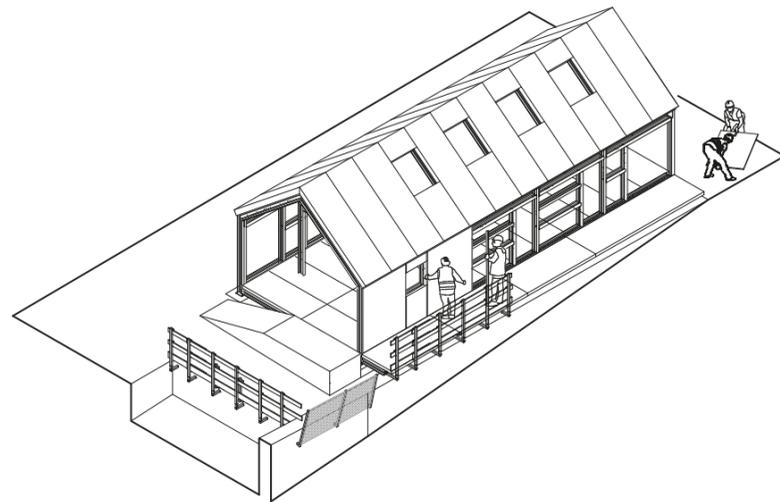
Smontata parte della rete di protezione è possibile installare la struttura della panca e i fissare in sequenza i pannelli sandwich. A questo punto sulla stessa panca viene installato per una porzione il parapetto provvisorio di protezione potendo dunque utilizzare la stessa come piano stabile e sicuro per le lavorazioni successive.



#### 09. POSA DEI PANNELLI DI COPERTURA

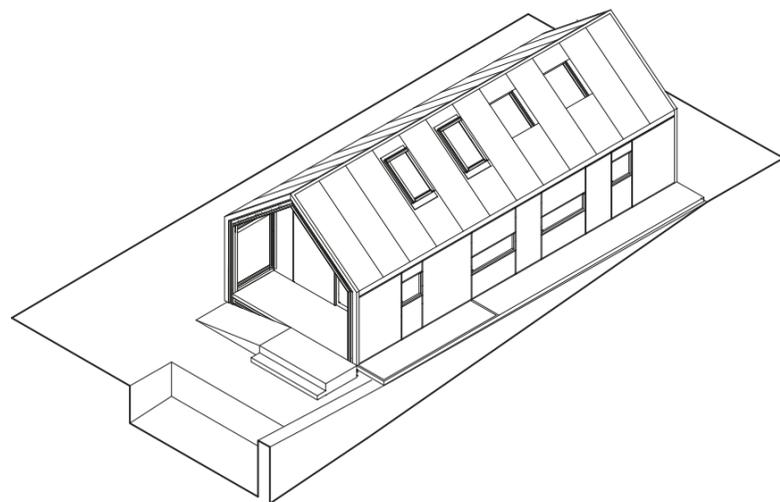
Si procede con l'installazione della copertura in cui due operatori su cestello elevatore si occupano del fissaggio dei pannelli alla struttura di copertura, mentre un operatore solleva il pannello portandolo in cima.





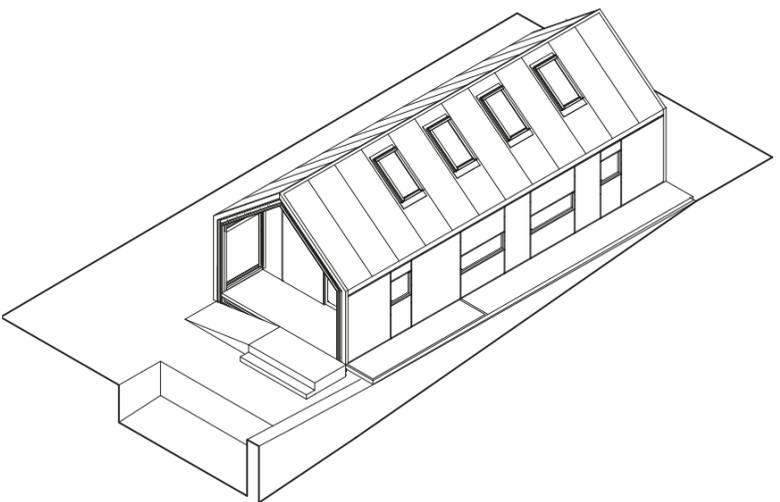
### 10. POSA DEI PILASTRI

Si procede in questa fase al montaggio dei pannelli in policarbonato con l'attenzione di posarli nella corretta direzione; con il file di protezione agli UV esterno e prevedere il fissaggio tramite gli appositi montati di giunzione a tenuta.



### 11. POSA DEI PANNELLI D'IMPALCATO

Una volta completati copertura e chiusure verticali si può quindi procedere con il montaggio dei serramenti in primi le finestre da tetto e successivamente le finestre ai lati.



### 12. POSA DELLE TRAVI PRINCIPALI DI COPERTURA

Una volta completate le chiusure con l'inserimento delle finestre si può passare alla posa del parquet sia della panca esterna che degli interni e procedere con la costruzione della box arredo interno.

## 11.5. DALLA CARTA AL CANTIERE

Delight the Light è un vero e proprio progetto sperimentale, nato ed ideato in un primo momento solo su carta, e poi realmente costruito in occasione del Fuori Salone di Milano 2018.

La progettazione di questo padiglione nasce a Favara e si inserisce all'interno di un vuoto urbano da colmare per offrire un ulteriore valore di rinascita ed espansione ai Sette Cortili e al centro storico in generale. Come già detto l'edificio ha nella sua genesi progettuale un forte attaccamento al territorio, più nel dettaglio si caratterizza per la forma archetipica a capanna della casa che molto ricorda le falde irregolari della città. Delight the Light nasce con la funzione di alloggio e atelier per artisti mettendo in relazione pubblico e privato e creando così uno spazio di fatto aperto ai visitatori.

Il progetto ha incontrato nel corso della sua progettazione un fortunato sviluppo sperimentale. Grazie al professor Marco Imperadori ed in collaborazione con l'azienda pugliese Scaff System si è avuta la possibilità di realizzare un prototipo in scala reale del padiglione in occasione dell'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 in grado di poter accogliere giornalisti e staff tecnico della rivista DDN, pro-

motrice dell'evento.

L'esposizione, dedicata alle house units del futuro, si concilia perfettamente con il concept del padiglione DTL. Sin da subito il tema della casa, è trasferito al pubblico attraverso la tipica forma a capanna, archetipo della casa di ogni tempo, ma con una forte proiezione al futuro per l'uso di tecniche e sistemi costruttivi del tutto innovativi e all'avanguardia.

Grazie allo stage svolto presso il VELUXlab nel campus Bovisa del Politecnico di Milano e con la direzione del nostro relatore, Prof. Marco Imperadori, abbiamo avuto la possibilità di implementare il progetto passando da una fase preliminare architettonica, ad un vero e proprio esecutivo di cantiere. Nello specifico si sono seguite tutte le fasi di progettazione: dalla definizione del progetto architettonico alla cura dei dettagli costruttivi, dal progetto strutturale all'analisi del confort illuminotecnico. Il progetto è stato seguito quindi anche nella cura dei materiali e dell'arredo interno.

Dal 11 al 23 aprile 2018 siamo stati infine coinvolti direttamente nelle fasi di costruzione seguendo il montaggio ed il successivo smontaggio dell'intera struttura. Durante la manifestazione invece abbiamo colto l'occasione per monitorare il progetto effettuando misurazioni in situ da confrontare con le simulazioni progettuali.



presents: INHABITS - MILANO DESIGN VILLAGE

DELIGHT  
THE LIGHT

FUORI SALONE 2018

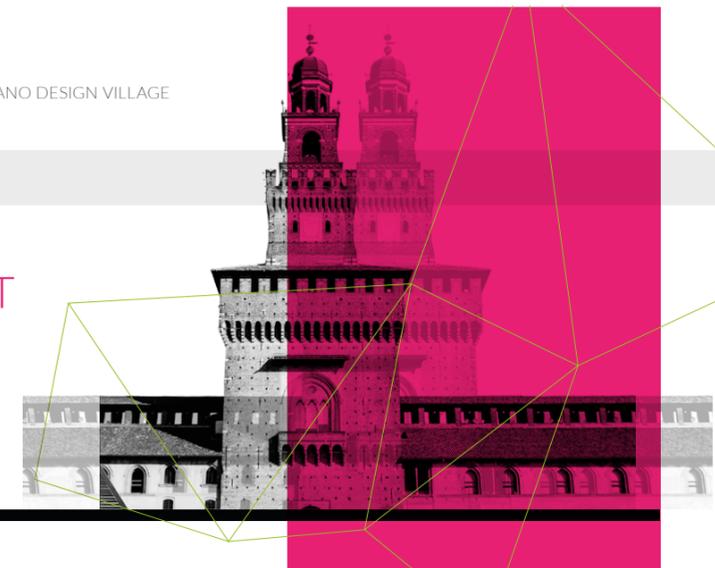


Figura 11.29. Il manifesto del padiglione Delight the Light per evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018



Figura 11.30. Serie di fotografie riguardanti l'incontro con l'azienda Scaff System presso gli stabilimenti di Ostuni

### 11.5.1. VISITA ALL'AZIENDA

Fondamentale nella genesi del progetto è stato il meeting con l'azienda Scaff System il 13 marzo 2018. Sono stati giorni nei quali abbiamo potuto conoscere a pieno la filosofia, la storia e le persone che compongono e caratterizzano questa realtà.

Durante le giornate trascorse ad Ostuni Licio Tamborrino in prima persona ci ha fatto visitare il sito produttivo mostrandoci l'intera filiera e come i profili Scaffsystem da grandi coils si trasformano nei profili da costruzione. È stato fondamentale capire il materiale fin dalla sua origine produttiva, ha permesso di comprendere quali fossero i limiti e le potenzialità del sistema in relazione anche al processo produttivo. Il contatto con la filiera produttiva è rivelatore di molti dettagli, e ha dato la possibilità di conoscere a fondo tutta la gamma dei prodotti Tamborrino comprendendone veramente le possibili applicazioni. Siamo poi stati invitati nello showroom di Officine Tamborrino dove abbiamo visto, in prima persona, anche la nuova realtà dell'azienda che



di recente si sta inserendo con forza nel mondo del design di interni, con arredi che portano con sé la storia dell'Officina Meccanica di papà Vincenzo in cui ogni lavorazione della lamiera era fatta a mano.

In occasione di questo meeting era stato costruito in fabbrica un prototipo della struttura con il quale è stato testato il montaggio di ogni elemento per verificare che ogni ipotesi fatta progettualmente fosse realizzabile. Al tavolo con l'ufficio tecnico, con la supervisione del Professore Marco Imperadori si è discusso di ogni singolo dettaglio tecnico sulla base delle possibilità produttive dell'azienda così da arrivare ad una soluzione reale per ogni nodo notevole della struttura, permettendoci di avere un confronto reale e tangibile con la realtà della progettazione. Si sono quindi scoperte le difficoltà date da interferenze di diverse tecnologie, limiti tecnologici e di produzione e si è capito l'importanza e la bellezza del compromesso, inteso non come uno calo della qualità, ma come il perfetto equilibrio tra l'intenzione e la realizzazione.



Figura 11.31. Serie di fotografie riguardanti il meeting di lavoro con l'azienda Scaff System presso gli stabilimenti di Ostuni

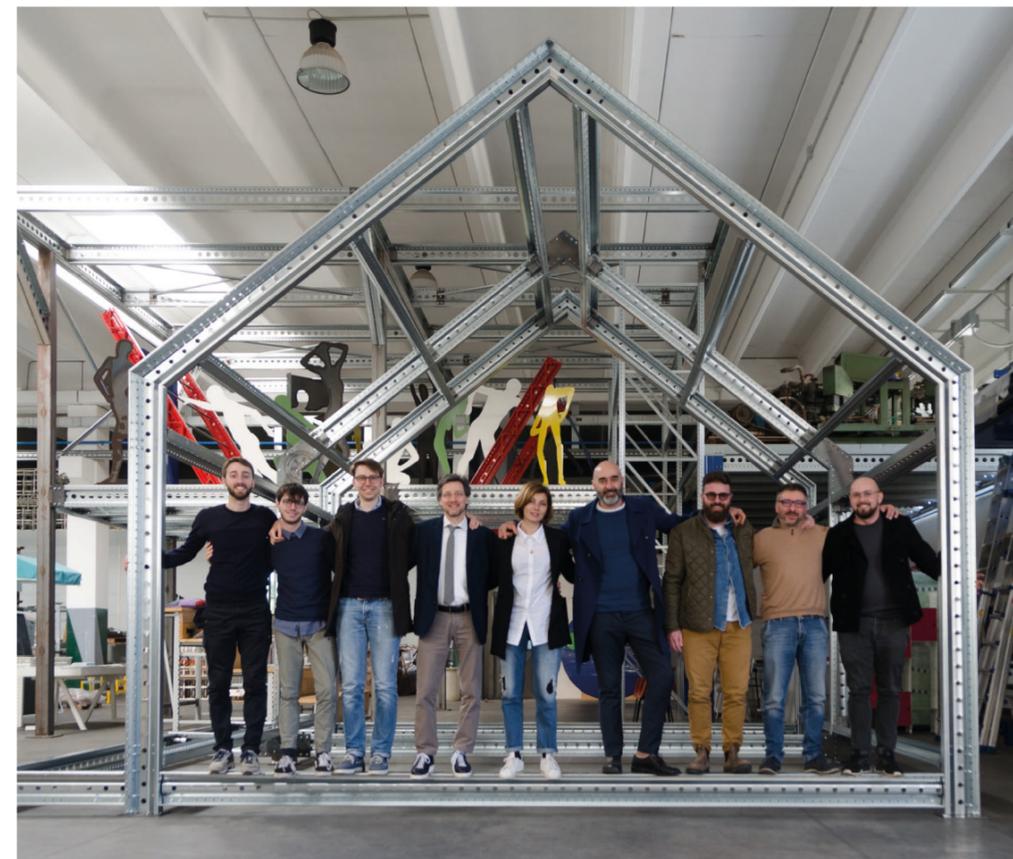
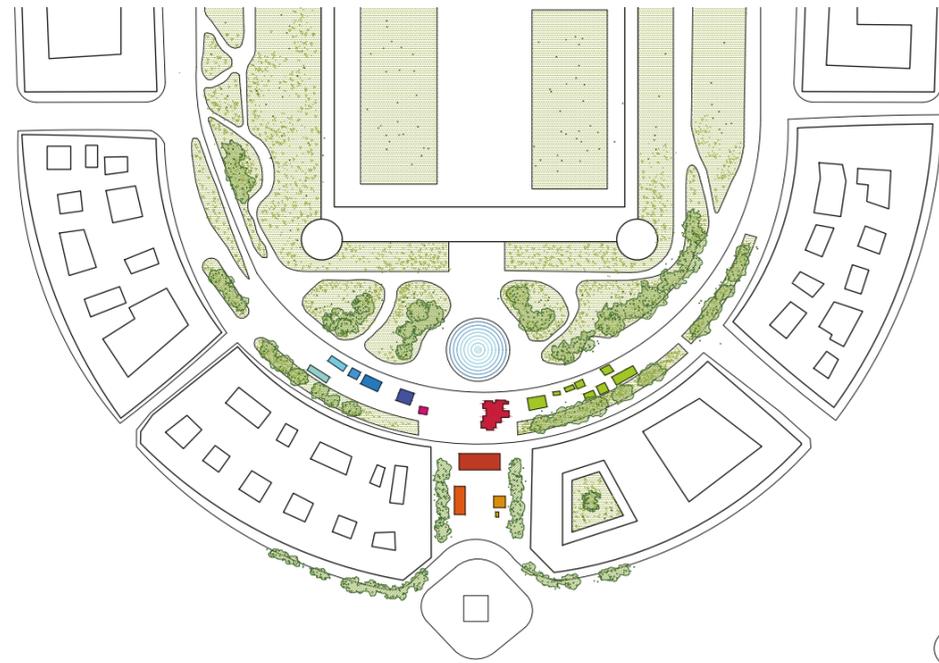


Figura 11.32. Prototipo in scala 1:1 della struttura del padiglione Delight the Light per il Fuorisalone di Milano

- Press Room. DTL Delight the Light. Politecnico di Milano per Scaff System
- Info Point. Scaff System
- Speech Arena. Scaff System
- Smart Square. CMR
- Agrair. Piuarch
- Avoid Tiny house. Leonardo di Chiara per Häfele e Schüco
- Empathy, designed with Nature. Marchingeno con Green Smart Living
- Genesis. La Maggio engineering & construction
- M.A.D.I Home. AreaLegno
- Rubner House Space Ship. Rubner House
- Biosfera 2.0. Aktivhaus Biocostruttori
- Padiglioni espositivi e bar



### 11.5.2. INHABITS

L'evento INHABITS tenutosi dal 17 al 22 di aprile 2018 è la nuova esposizione della Milano Design Week dedicata al tema dell'abitare e alle sue declinazioni più innovative, si tratta di una sorta di piccolo villaggio tra Via Beltrami e Piazza Castello che ospita le sperimentazioni di importanti studi tra cui Piuarc, Progetto CMR, studio Laviani hce reinterpretano l'idea di casa e di città,

*"una capsula del tempo che consente di scoprire in anteprima la città e la casa nel futuro".<sup>1</sup>*

Si tratta di uno spazio di 10.000 m<sup>2</sup> negli spazi tra Via Beltrami e Piazza Castello, che ha ospitato residenze, da progetti di casa minime trasportabili da un'auto a prototipi prefabbricati di case compatte declinabili dalla forma galleggiante a quella itinerante, strutture dedicate al business e all'ospitalità, wellness e ristorazione.

1. Tratto da: Milano Design City - La città del futuro inhabits.it



Figura 11.33. AGRAIR, il progetto dello studio Piuarc per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Piuarc

Le House Units e gli spazi funzionali esposti, hanno offerto una visione sul futuro scoprendo le novità in termini di tecnologie e soluzioni costruttive, conoscendo prodotti di ricerca e favorendo un dialogo e un contatto tra aziende, progettisti e possibili clienti.

Oltre alle House Units ed ai padiglioni espositivi aziendali ai piedi del Castello Sforzesco sono state costruite varie installazioni artistiche che reinterpretano l'idea di città futura. Così CMR ci mostra una piazza interattiva che dialoga in modo diretto con chi vi cammina, e i Piuarch hanno fatto fiorire il viale di fronte alla torre del Beltrami con un giardino coloratissimo sopra il quale galleggiavano delle nuvole in materiale plastico trasparente. Il progetto rappresenta i valori auspicabili per l'abitare del domani; leggerezza, luminosità, consumo attento delle risorse, dissoluzione dei confini tra interni ed esterni, tra spazi naturali e artificiali, in un equilibrato confronto tra l'elemento della terra e quello dell'aria. Tutto il parco InHabitats era accessibile da Largo Cairoli, nella piazza il padiglione DTL è diventato un luogo aperto al pubblico, ma dedicato alla stampa, e anche qui diventando una vera e propria lanterna per l'evento alla "social bench" che ne ha delimitato lo spazio d'ingresso della visita.



Figura 11.34. SMART SQUARE, Progetto CMR per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018



Figura 11.36. SMART BENCH, il progetto dello studio Lab23 in collaborazione con Progetto CMR per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Lab23



Figura 11.35. RUBNER SPACESHIP, il progetto dell'architetto Cesare Griffa in collaborazione con Rubner and IED di Torino per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Sebastiano Pellion di Persano

### 11.5.3. IL PROGETTO

Secondo il masterplan del villaggio InHabitS definito dagli organizzatori dell'evento, "Delight the Light" si inserisce in Piazza Cairoli esattamente di fronte a Castello Sforzesco, nella zona di ingresso all'esposizione diventando l'edificio d'invito al campus.

L'architettura si configura come un padiglione lanterna, che quindi soprattutto di sera, diventa il punto di riferimento dell'evento venendo da via Dante.

Il posizionamento all'interno della piazza è stato pensato per far fruire l'edificio ai visitatori. Le persone potevano infatti entrare, sedersi e ammirare le collezioni di Officine Tamborrino e Foscarini esposte all'interno.

Allo stesso la Social Bench esterna offriva un uso social e quasi co\_dividuale dell'edificio diventando parte integrante della piazza gremita di passanti, in occasione degli eventi del Fuori Salone.

In generale l'edificio ha accolto eventi come interviste, appuntamenti e riunioni di lavoro per professionisti ed è rimasto a disposizione dei giornalisti, in maniera continuativa, come postazione lavoro.

### SCHEMA DISTRIBUTIVO

Delight the light si configura come un unico spazio ad un livello alto circa 5 m e largo 6,2 m. Il padiglione è stato progettato, per il fuori salone completamente sopraelevato dal terreno: i 14 pilastri appoggiano su altrettante piastre zincate regolabili ancorate a terra e totalmente smontabili come richiedeva l'installazione in Cairoli.

L'interno del padiglione è pensato come un grande open space che risalta la struttura ordinata e ritmata delle campate e che su entrambi i lati trova, sospesi, piani da lavoro in legno di cedro. Questo spazio prende poi colore attraverso l'arredo Officine Tamborrino caratterizzato dai vivaci toni dell'arancio e del verde e si illumina di notte grazie alle lampade da soffitto e da tavolo di Foscarini. Lo spazio ha permesso ai visitatori di poter apprezzare l'arredo e la struttura messi in risalto nel loro rapporto di contrasto e complementarità. A fianco dei mobili in acciaio sono stati inseriti dei pezzi unici in legno dell'azienda D3Wood che hanno scaldato l'ambiente portando un elemento naturale come il cedro massello che ha profumato della sua essenza naturale l'intero padiglione, rendendo l'esperienza degli utilizzatori piacevole anche dal punto di vista olfattivo.

Figura 11.37. Layout distributivo del padiglione Delight the Light al Fuorisalone

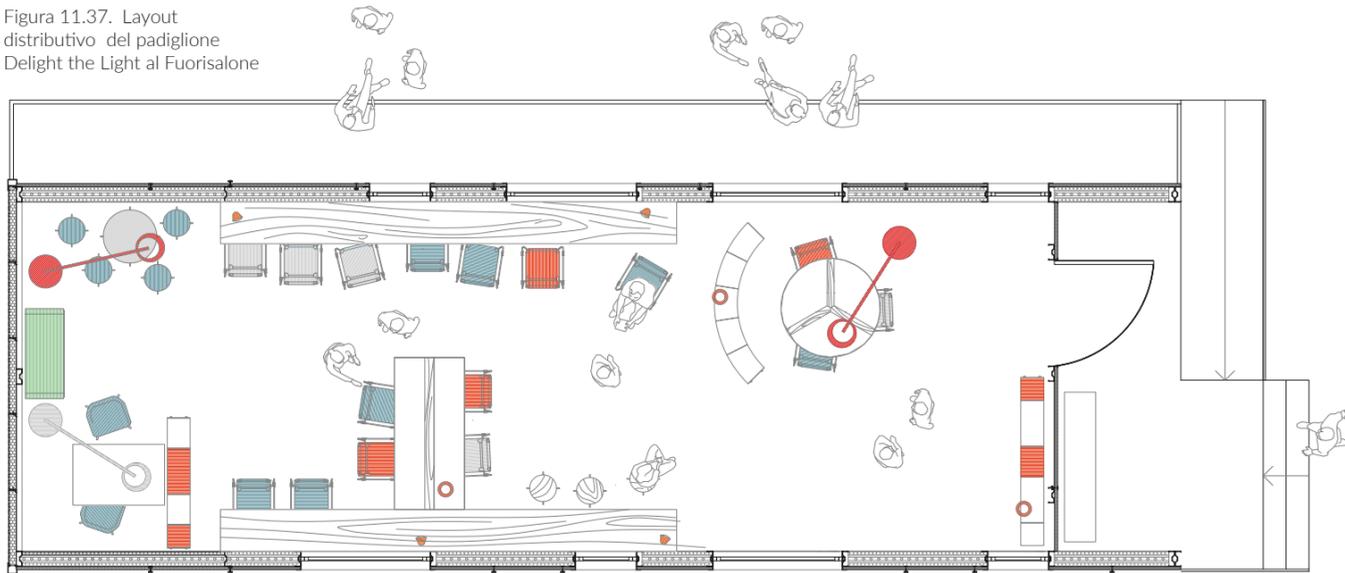


Figura 11.38. Nelle due pagine successive foto diurna del padiglione sul fondo di largo Cairoli





scaffsystem



Figura 11.39. Vista del fronte verso largo Cairoli. La social bench verso la piazza e la panca Zaha di D3wood



Figura 11.40. Vista serale del fronte verso largo Cairoli. Passanti che utilizzano la Social Bench per riposare e chiacchierare



Figura 11.41. Vista diurna dell'ingresso del padiglione con lo sfondo della torre del Beltrami di Castello Sforzesco



Figura 11.42. Vista notturna di DTL e Castello Sforzesco. Il padiglione diventa una vera e propria lanterna colorata



Figura 11.43. Dettaglio dell'interno. Postazione lavoro con piano di lavoro DEWood e sedie in lamiera forata colorata di Officine Tamborrino. Illuminazione Foscarini



Figura 11.44. Vista dell'interno della sala. Gli arredi dai colori intensi e saturi contrastano con l'aspetto algido e pulito dell'architettura



Figura 11.45. Vista di dettaglio di una postazione lavoro



Figura 11.46. Contrasto tra il caldo color mielato del cedro dei piani D3Wood e la lamiera degli arredi Tamborrino

Figura 11.47. Foto interna del padiglione. Le aperture zenitali e il rivestimento traslucido in policarbonato crea un ambiente luminoso brillante e omogeneo, ideale per il lavoro da scrivania



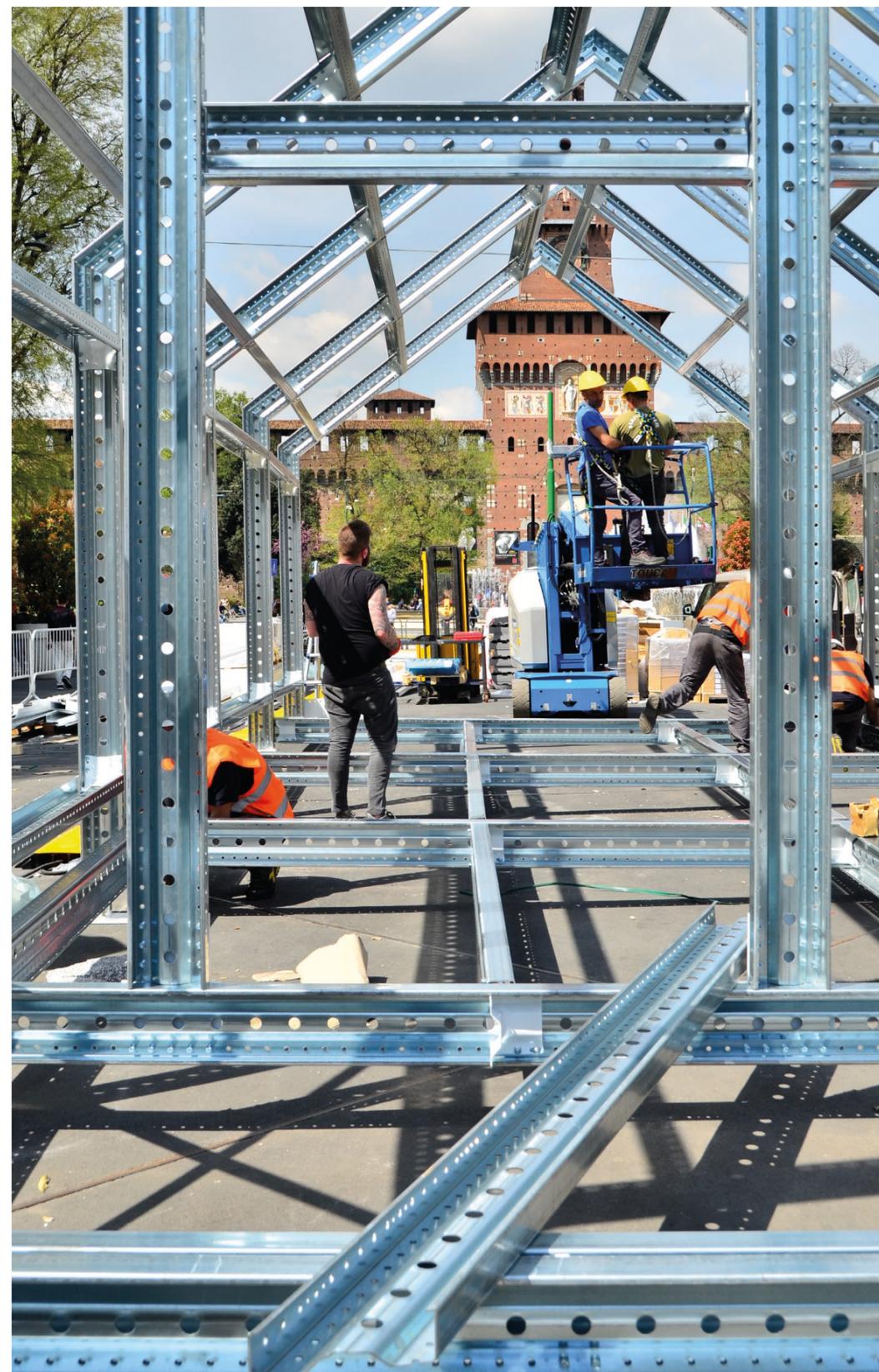


Figura 11.48. Foto della struttura in fase di montaggio

#### 11.5.4. MONTAGGIO AL FUORISALONE

Dal 13 aprile abbiamo iniziato a seguire le fasi di costruzione del padiglione che si sono protratte per altri due giorni, immersi nelle concitate e affollato cantiere meneghino.

Grazie alla squadra di montatori Scaffsystem, la struttura a partire dalle prime campate si è mostrata fin da subito e in pochi giorni e è stata completata per poi essere rivestita dalle varie pannellature.

Il cantiere è stato organizzato occupando parzial-

mente il sito di Largo Cairoli in cui si costruivano contemporaneamente il padiglione DTL l'Info-POINT, la SpeechArena e il palco della Square of The Future di Progetto CMR.

Per tutti questi motivi è stata un'esperienza assolutamente formativa e unica, concitata e dinamica in una corsa contro il tempo per arrivare a compimento della costruzione, nei tempi adeguati all'inaugurazione.

Il cantiere e il montaggio è stato monitorato e interamente ripreso con una GoPro posizionata in piazza; di seguito riportiamo le fotografie delle differenti fasi costruttive.

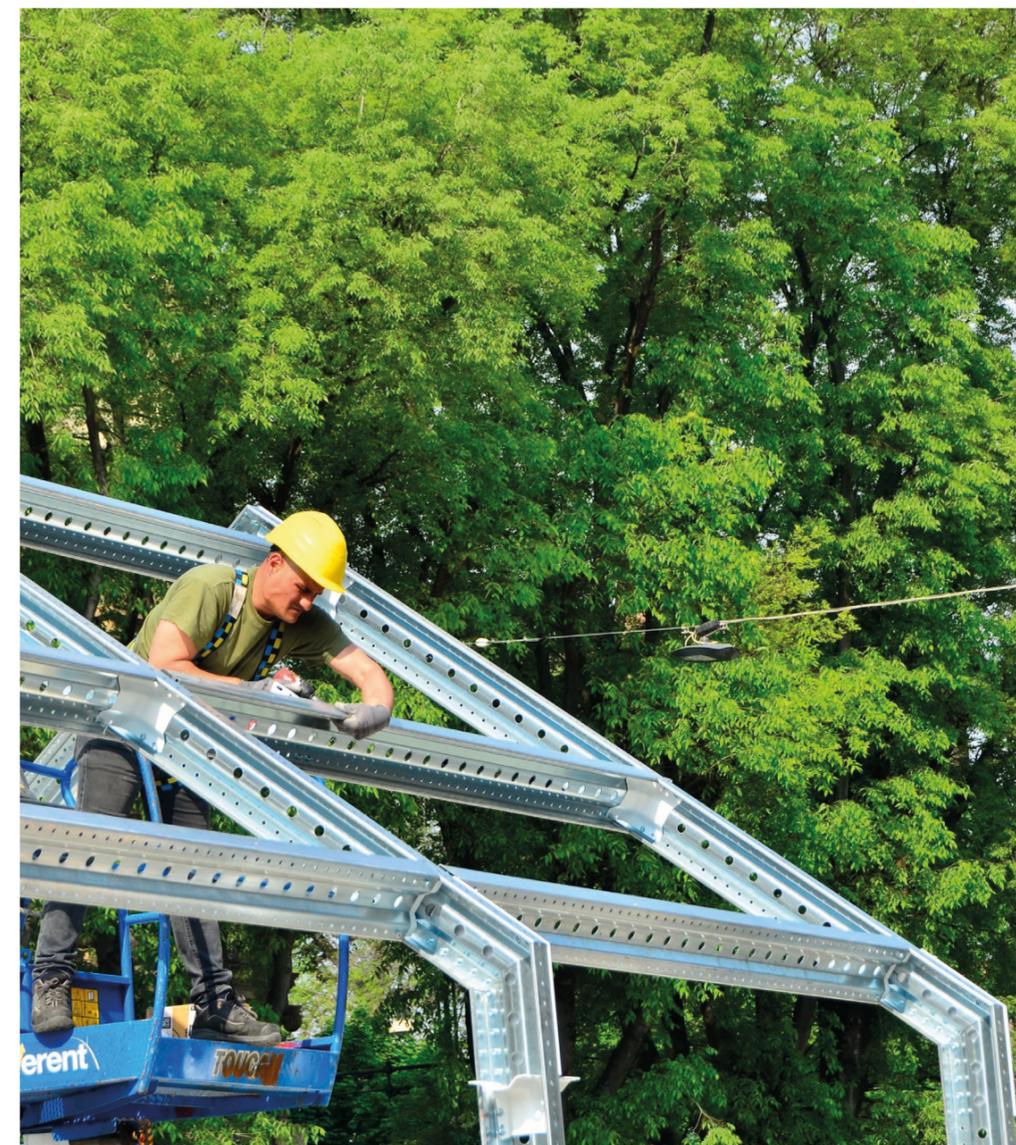


Figura 11.49. Foto della fase di fissaggio delle travi di copertura  
Figura 11.50. Pagine seguente. Serie di foto che riportano tutte le fasi del montaggio

Arrivato il materiali si prepara lo stoccaggio in cantiere



I portali vengono montati a terra...



... si fissano le piastre e vengono accoppiati i profili.



Si procede con il montaggio della Social-Bench...



...si imbullonano le travi a sbalzo...



I portali vengono sollevati e messi in verticale..



...si collegano con le travi trasversali.



...e si posiziona l'impalcato in pannelli sandwich.



Le prime due campate vengono sollevate...



...per il montaggio dei pilastri.

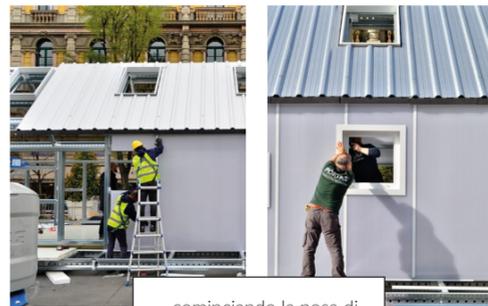
Si procede con i pannelli in copertura e in parete.



Si installano i pannelli di policarbonato.



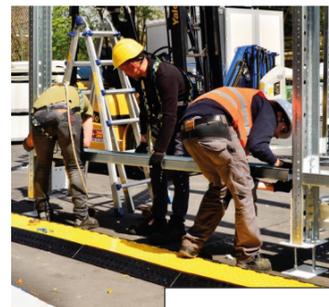
Nel frattempo gli altri portali sono montati e pronti a lato della struttura



...cominciando la posa di serramenti e le finiture



Vengono aggiunti uno alla volta i portali...



...Su cui si imbullonano le travi.



...e dopo 5 giorni di duro lavoro...DTL è pronto!!



EUREKA!!!!

11.5.5. PROVE IN SITO

Realizzare la struttura ci ha permesso di sottoporre il padiglione ad una serie di prove sperimentali per verificare l'effettivo funzionamento delle tecnologie utilizzate all'interno del padiglione.

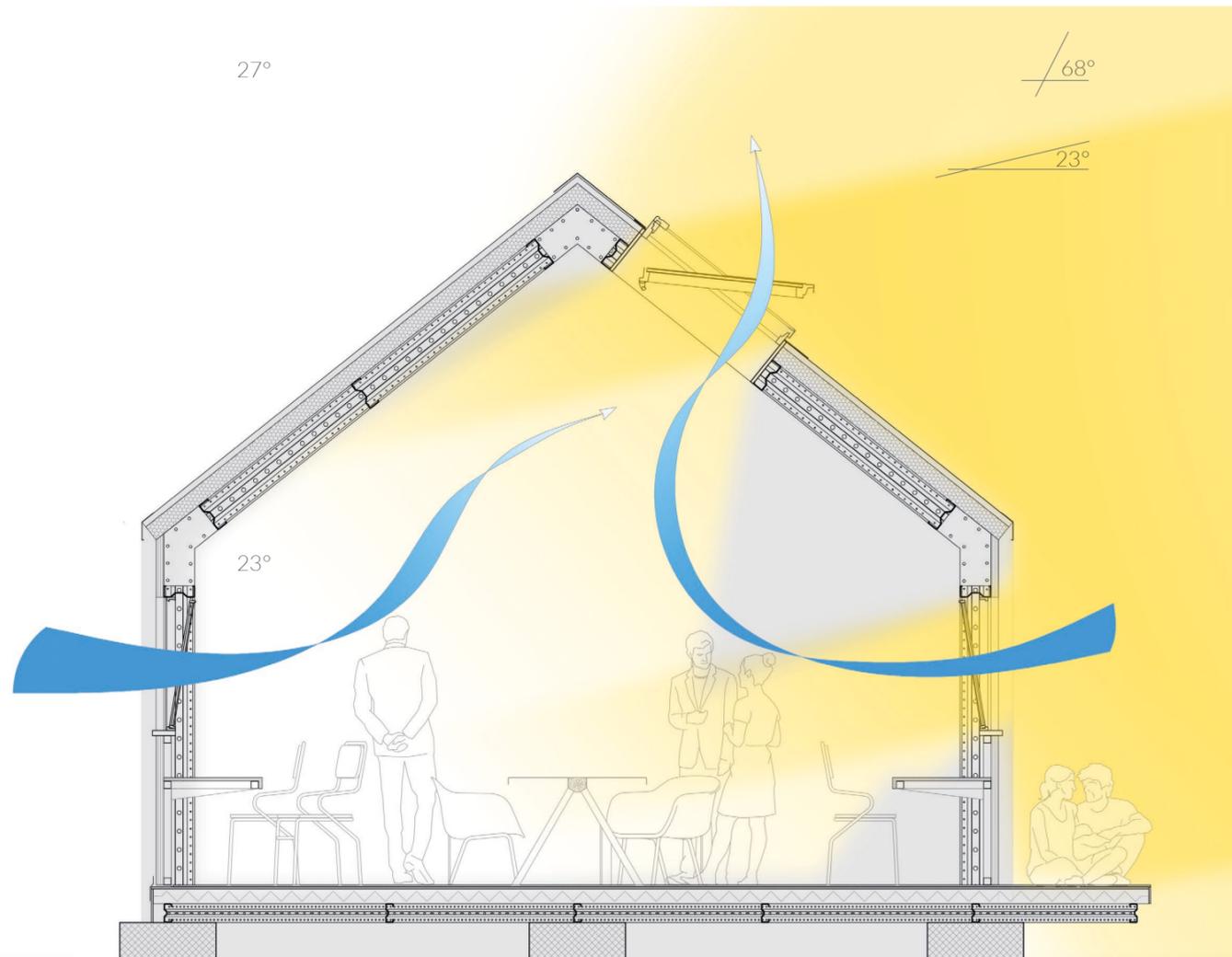
LIVELLI DI TEMPERATURA E CO<sub>2</sub>

In prima analisi, attraverso un sensore di misurazione di temperatura e dei livelli di CO<sub>2</sub> siamo stati in grado di determinare la qualità dell'aria all'interno dell'edificio in relazione ai parametri dell'ambiente esterno. Sono stati quindi rilevati la temperatura esterna durante la settimana con una media di circa 27°C e le parti per milione di anidride carbonica che si attestavano ad una

media di 550.

Analizzando poi i valori interni sia di temperatura che di diossido di carbonio si sono riscontrati valori di 23° C in media anche nelle ore più calde della giornata dimostrando quindi l'efficacia dei pannelli sandwich a tetto che grazie alla ventilazione della sotto-lamiera e alla finitura termo-riflettente hanno permesso un ottimo comfort interno. Per quanto riguarda i livelli di CO<sub>2</sub> la media nelle diverse posizioni all'interno dell'open space si avvicinava a valori di 650 parti per milione dimostrando l'efficacia della ventilazione naturale e di conseguenza evitando concertazioni superiori alle 1000 ppm.

Figura 11.51. Schematic design del padiglione



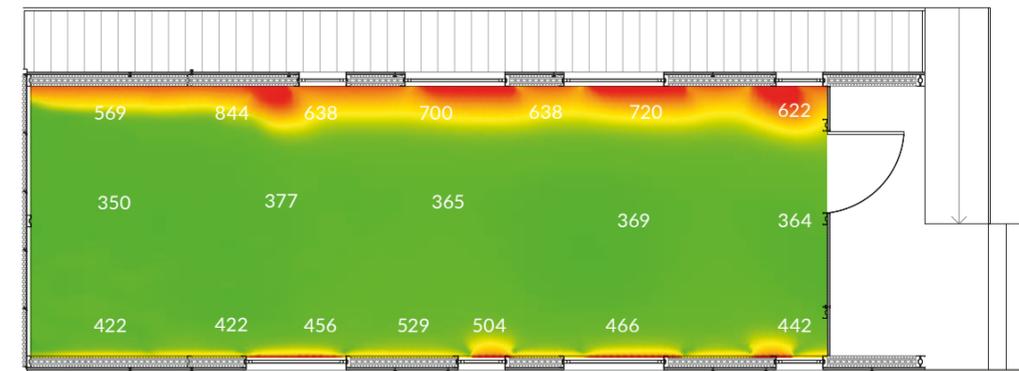
ILLUMINAMENTO

Come già abbiamo detto, fondamentali ai fini del concept di progetto e della funzione sono state le analisi illuminotecniche svolte in fase di progettazione. Il posizionamento di aperture di facciata e delle finestre da tetto in copertura infatti sono state ampiamente analizzate grazie al software VELUX VIZUALIZER permettendoci di definire valori di illuminamento e il fattore di luce diurno medio idonei. La volontà progettuale di ottenere una luce uniforme ed omogenea ideale per la lettura e l'uso di dispositivi a video è stata confermata nelle misurazioni fatte in mattinata e nel tardo pomeriggio durante la settimana. Come riporta la Figura 11.52 si può notare come il range di illuminamento oscillano

tra un range di 500 e 1000 lux nelle ultime fasi del pomeriggio. Analizzando quanto simulato in precedenza si può quindi notare come di fatto il software ci dia valori di poco inferiori ad eccezione dei picchi di luce in corrispondenza delle finestre dove la discrepanza è maggiore. Quello che si nota è quindi un'ottima distribuzione della luce con pochi picchi in concomitanza delle finestre in facciata, che ugualmente rimangono all'interno dei parametri di comfort visivi. E' nelle ultime ore della giornata che la pannelatura in policarbonato grazie alla finitura opalina permette il passaggio di luce ulteriore all'interno dell'edificio garantendo anche in questo caso una luce uniforme ed ottimale che mantiene buoni livelli luminosi.

SIMULAZIONE ILLUMINAMENTO (Aprile ore 16.00 cielo sereno)

Legenda luminanza [lux]



VALORI RILEVATI IN SITO (Aprile ore 16.00 cielo sereno)

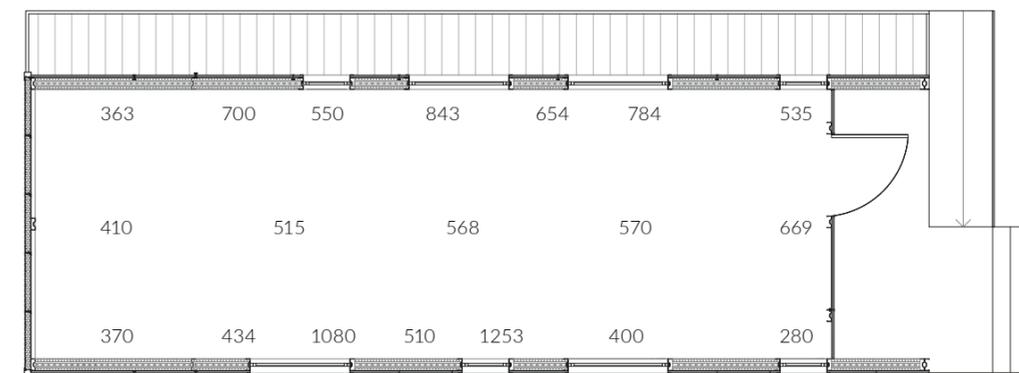


Figura 11.52. Analisi illuminotecnica con confronto tra simulazioni di progetto e rilevazioni in sito.

### 11.5.6. SPONSOR E RINGRAZIAMENTI

Per la possibilità di aver seguito questo importante progetto dobbiamo pertanto ringraziare innanzi tutto il team del politecnico: il prof Marco Imperadori per il coordinamento di tutta l'operazione che ha permesso, con i suoi sforzi e le sue idee, di sviluppare questo progetto; L'architetto Roberto Francieri, l'ingegner Federica Brunone e l'ingegner Andrea Nulli per il sostegno in cantiere; il professor Graziano Salvalai per il supporto tecnico. Chiaramente l'azienda Scaff System, e in particolare Licio Tamborrino, che ha fornito tutto il materiale e l'appoggio alla progettazione e al coordinamento del cantiere, e senza la cui disponibi-

lità non esisterebbe tutto questo lavoro. Si ringraziano inoltre tutti gli altri sponsor che hanno contribuito alla resa finale del progetto. Velux Italia, in primis che, nelle figure di Marco Soravia, Erika Galdi e Serafino Ruperto hanno contribuito con un ruolo chiave, non solo nel concept del padiglione, ma anche direttamente sul campo nei giorni di cantiere; Covestro, in particolare Andrea De Nigirs e Barbara Scannavini, il cui polycarbonato rende unica la resa notturna e diurna dello spazio. Ancora Foscari- ni Granorte e Nurith che si sono occupati della fornitura delle finiture e l'azienda Ondulit che ha contribuito con tutti i pannelli sandwich utilizzati per la struttura.

Main SPONSOR:



IN COLLABORAZIONE CON:



Figura 11.53. Foto a fine delle operazioni di smontaggio con Diego Tanzariello di scaff System, Titino e Piero i due montatori esperti di Scaff System



# DELIGHT THE LIGHT

POLITECNICO DI MILANO  
CAMPUS DI LECCO



## 11.6. UNA NUOVA DESTINAZIONE PER DTL

La progettazione di DTL è stata molto complicata e interessante anche perché fin da subito è stata tenuta in considerazione la sua vita successiva alla manifestazione di Milano. Infatti i progetti sono stati in realtà due e portati avanti in parallelo, da una parte il progetto provvisorio per la settimana del fuori salone e dall'altra quello per l'inserimento del padiglione all'interno del campus del politecnico di Milano patrocinato dal Prorettore Arch. Manuela Grecchi.

Il padiglione, interamente donato da Scaffold System al Polo Territoriale di Lecco, non appena è stato smontato, è stato trasportato nella sua nuova e definitiva sistemazione. Grazie all'aiuto dell'Ing. Graziano Salvalai e dell'Ing. Fabio Roncoroni è stato possibile ispezionare ed analizzare insieme il sito di progetto e comprendere le dinamiche di sicurezza necessarie per un corretto posizionamento del blocco e le successive le fasi di montaggio dell'opera. Ultima ma non meno importante è stata la collaborazione con l'ufficio logistica del polo che nella figura di Sergio Brambilla e Flavio Losa hanno reso possibile il trasbordo del materiale condividendo con noi ed in prima persona le fasi di scarico e stoccaggi a Lecco.

Figura 11.55. Foto del sito di progetto di scorcio e della biblioteca limitrofa.

Figura 11.54. Foto frontale del sito di progetto



### 11.6.1. SITO DI DESTINAZIONE

DTL viene posizionato come da planivolumetrico, a lato della biblioteca del polo territoriale di Lecco, rivitalizzando un'area del giardino del politecnico un po' dimenticata dagli studenti. Come si può notare dalle foto riportate lo spazio risulta poco utilizzato data la conformazione del terreno, che scosceso non permette alcun tipo d'attività.

Con lo scopo dunque di valorizzare e soprattutto dare nuovi spazi agli studenti si è previsto questo delicato e preciso innesto.

Si darà vita ad uno spazio tutto dedicato agli studenti, un laboratorio prototipi open-space che offrirà grandi piani di lavoro e tanto spazio per gli studenti dei poli occupati nella realizzazioni di modelli in scala e prototipi.

Un Laboratorio separato dalle aule e indipendente dal resto del polo che possa quindi rimanere aperto per gli studenti e conservare in sicurezza il materiale tra una giornata di lavoro e la seguente.

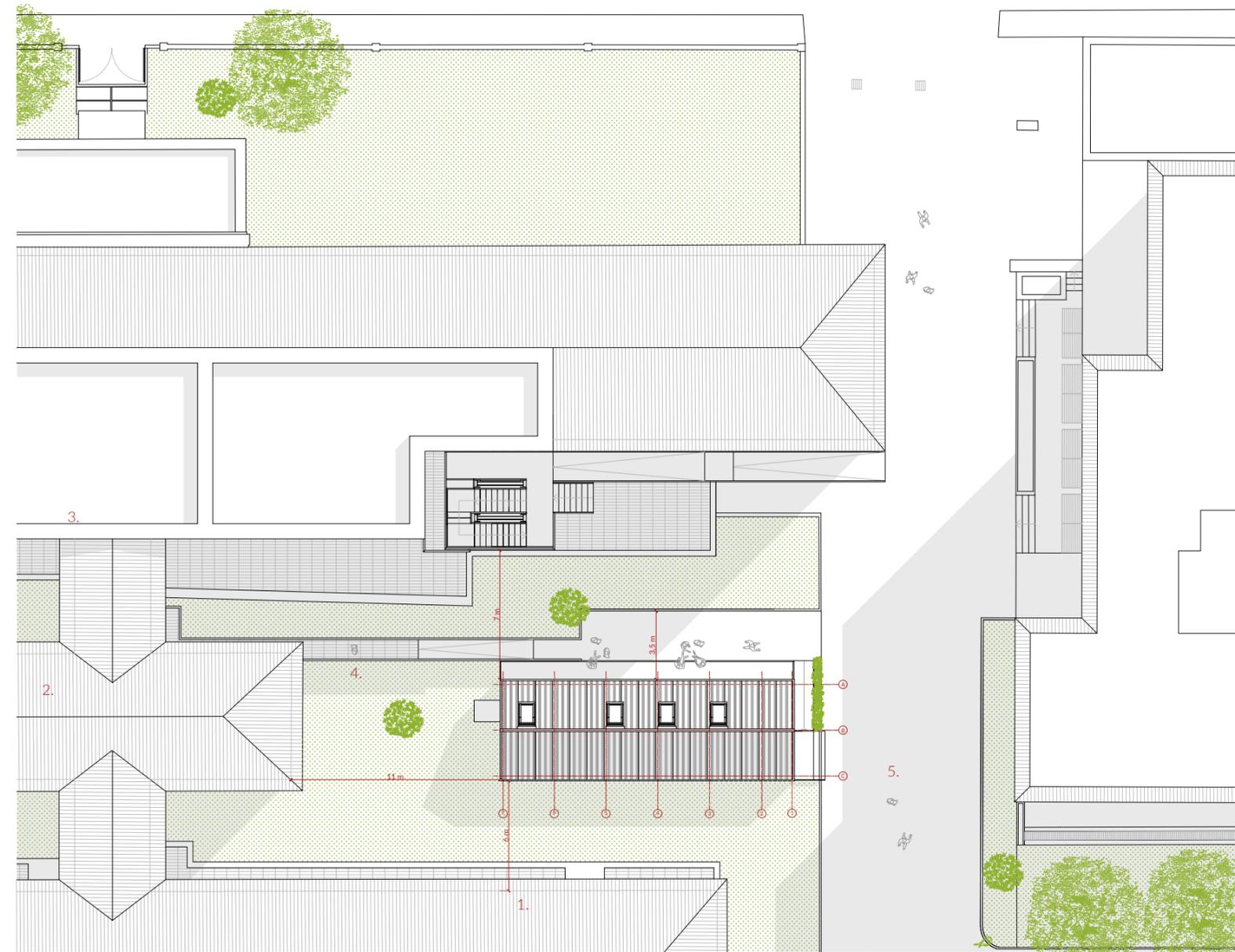


Figura 11.56. Planivolumetrico di inserimento del padiglione

#### LEGENDA



1. Uffici logistica del politecnico di milano
2. Blocco d'accesso ai piani superiori
3. Edificio residenze universitarie
4. Padiglione in oggetto
5. Edificio di confine (altra proprietà)



Figura 11.57. Prospetto d'ingresso in scala 1:50



Figura 11.58. Vista renderizzata dell'ingresso

### 11.6.2. LO SPAZIO

Il progetto è stato adattato al nuovo sito, recuperando il sistema di fondazione usato per la versione originale a Favara. Sono stati inseriti dei plinti prefabbricati in calcestruzzo armato che rompono la tratta delle travi dell'impalcato con un terzo asse strutturale centrale.

Il layout in pianta viene ripensato così come parzialmente il rivestimento esterno prevedendo già la prossima fase dell'avventura di DTL.

Infatti si è già pianificato che l'edificio entri all'interno della ricerca Structura per Scaffsystem

come prototipo sperimentale. Nel dettaglio due nuove tesiste del Professore si occuperanno della riprogettazione dell'involucro della camera terminale del nostro padiglione, con materiali termoriflettenti innovativi.

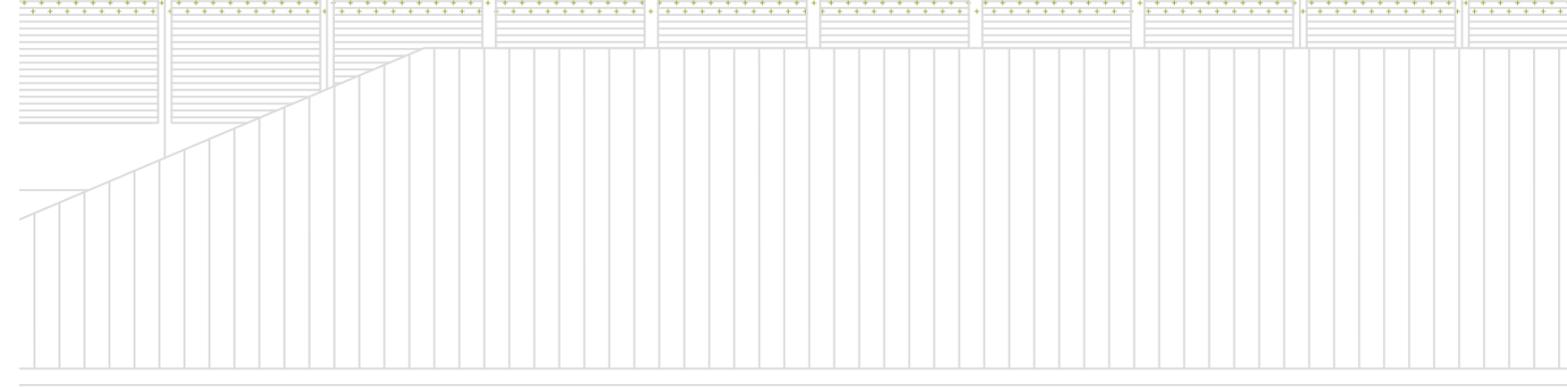
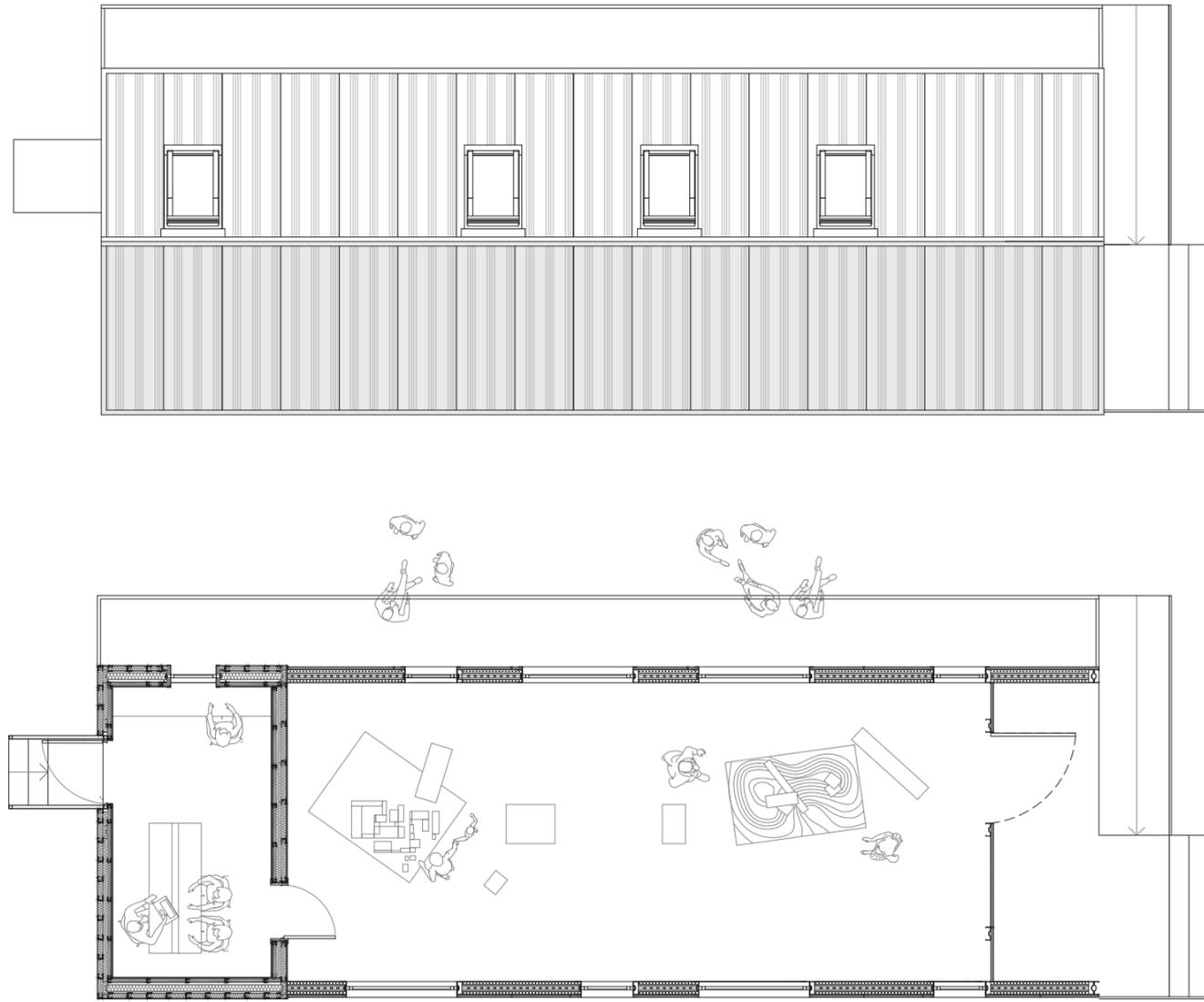
Il padiglione diviene a tutti gli effetti un laboratorio di sperimentazione per il polo dove gli studenti possano lavorare e imparare rivitalizzando un'area del polo poco sfruttata delimitando con la Social-Bench una nuova piazzetta per la vita all'aperto del campus.

Figura 11.59. Planivolumetrico di copertura in scala 1:100

Figura 11.60. Pianta del padiglione in scala 1:100

Figura 11.61. Prospetto nord in scala 1:50

Figura 11.62. Vista renderizzata del prospetto nord del padiglione





 **POLITECNICO**  
MILANO 1863

## CONCLUSIONI

Per concludere la trattazione di questo lavoro di tesi si intende focalizzare l'attenzione sugli aspetti maggiormente significativi. La presente trattazione è il riepilogo di un lungo percorso di studi, ingegneristici ed architettonici, che hanno spaziato tra diverse scale della progettazione permettendoci di sviluppare un lavoro su Favara completo e capace di comprendere le interferenze tra i vari aspetti del nostro campo. I vari requisiti sono stati combinati, trovando sempre il compromesso inteso come l'equilibrio tra esigenze diverse, tecniche, architettonico compositive, sociali e funzionali.

Ogni aspetto costruttivo è stato considerato nel suo esito architettonico, come ogni scelta compositiva è stata fatta per uno specifico ragionamento o percettivo o funzionale, reinterpretando quanto imparato durante le nostre esperienze recenti e durante il corso di studi.

Una quota parte di sperimentazione e ricerca scientifica ci ha permesso di indagare nuovi strumenti e sviluppare una metodologia di lavoro nuova che anche a livello organizzativo e professionale ci ha fatto crescere ed essere, ora più pronti ad affacciarci al mondo professionale.

Le realizzazioni del padiglione al fuori salone e la collaborazione per la mostra alla Triennale di Milano sviluppate durante lo stage presso il VeluxLab hanno arricchito noi e il nostro lavoro di tesi fornendo a questo elaborato finale delle basi più concrete e realistiche.

## RIFERIMENTI

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

### 1 | ANALISI PRELIMINARE

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

S. Mazzarella, R. Zanca, *Il libro delle Torri, le torri costiere di Sicilia nei secoli XVI-XX*, Sellerio, Palermo 1985

C. Antinoro, *Il castello dei Chiaramonte di Favara*, 2005

G. Lo Cascio, *Dell'architettura nelle Isole Eolie*, Aton Edizioni, Roma 2007

M. I. Finkelstein, *Storia della Sicilia antica*, Editori Laterza, Bari 2009

*Crolla palazzina a Favara Morte due bambine, salvo il fratello*, in «Corriere.it», 2010

R. Prescia, F. Trapani, *Rigenerazione urbana, innovazione sociale e cultura del progetto*, Franco Angeli /Urbanistica, Milano 2016

A. Fraschilla, *La Favara grillina fra crolli e dissesto «Ruspe? Ora no lo Stato ci ignora»*, in «la Repubblica.it», 2016

S. Moretti, *Favara, sorelline morte nel crollo di una palazzina: 2 condanne e 8 assoluzioni*, in «la Repubblica.it», 2017

#### RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[tommasoaiello.com/2013/05/13/la-funzione-delle-torri-siciliane-nei-secoli-xvi-e-xvii-di-tommaso-aiello](http://tommasoaiello.com/2013/05/13/la-funzione-delle-torri-siciliane-nei-secoli-xvi-e-xvii-di-tommaso-aiello)

[www.agrigentoierieoggi.it](http://www.agrigentoierieoggi.it)

[www.architetturaecosostenibile.it](http://www.architetturaecosostenibile.it)

[www.comune.favara.ag.it](http://www.comune.favara.ag.it)

[www.dicasainsicilia.it/guida-della-sicilia/architettura](http://www.dicasainsicilia.it/guida-della-sicilia/architettura)

[www.favara.biz](http://www.favara.biz)

[www.favaraweb.com](http://www.favaraweb.com)

[www.icastelli.it](http://www.icastelli.it)

[www.meteoam.it](http://www.meteoam.it)

[www.prolocofavara.it](http://www.prolocofavara.it)

[www.qds.it](http://www.qds.it)

[www.regione.sicilia.it/beniculturali](http://www.regione.sicilia.it/beniculturali)

[www.sias.regione.sicilia.it](http://www.sias.regione.sicilia.it)

[www.turismoeolie.com/architettura-isole-eolie](http://www.turismoeolie.com/architettura-isole-eolie)

[www.visitsicily.travel](http://www.visitsicily.travel)

[www.wmo.int](http://www.wmo.int)

[www.zainoo.com/it/guida-italia](http://www.zainoo.com/it/guida-italia)

## 2 | FARM CULTURAL PARK

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

R. Prescia, F. Trapani, *Rigenerazione urbana, innovazione sociale e cultura del progetto*, Franco Angeli /Urbanistica, Milano 2016

G. Faraci, *Farm Cultural Park: an experience of social innovation in the recovery of historical centre of Favara*, 2017

M. Ciriello, *Prende l'arte e prova a ribaltare tutto*, in «D di Repubblica», 2010

L. Saporito, *Fai come noi la tua local revolution*, in «Glamour», 2011

G. Maselli, *Art of the possible*, in «The Guardian», 2012

M. Spicola, *Un'altra farm è possibile*, in «L'unità», 2014

M. C. Castellucci, *La fabbrica dell'arte*, in «Bell'Italia speciale Sicilia», 2014

### RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.farmculturalpark.com](http://www.farmculturalpark.com)

[www.icastelli.it](http://www.icastelli.it)

[www.sou-school.com](http://www.sou-school.com)

## 3 | PROGETTO URBANISTICO

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

F. Sciarra, *Favara: guida storica e artistica*, Amministrazione comunale, Favara, Favara 1997

J. Ishigami, *Plants & Architecture*, Kano 2010

G. Guerrera, *Allestimenti urbani. Studi sulla città di Favara*, Aracne, Roma 2015

D. Arcadi, P. Acerboni, M. Cucuzza, *Rehub Fawar* (Politecnico di Milano 2016)

E. Pitalieri, D. Tomasoni, A. Redaelli, *Seagiglia. Progetto di un centro innovativo per l'artigianato e l'arte a elevato comfort interno ed esterno a Favara* (Politecnico di Milano 2016)

V. Iovino, L. Scandella, C. Savoldelli, *Zahara - Campus Enogastronomico Mediterraneo*

(Politecnico di Milano 2017)

B. Rota, R. Pezzutto, C. Nogaro, *FEED* (Politecnico di Milano 2016)

C. Chevalley, L. Olivastri, C. Paquet, *Farm Children Museum*, (Politecnico di Milano 2018)

C. Piano, A. Mariotto, *Renzo Piano G124. Diario delle Periferie / 2. Marghera*, Skira editore, Milano 2018

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Piano Regolatore Generale del comune di Favara

### RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.annamerci.com](http://www.annamerci.com)

[www.comune.favara.ag.it](http://www.comune.favara.ag.it)

[www.farmculturalpark.com](http://www.farmculturalpark.com)

[www.favara.biz](http://www.favara.biz)

[www.favaraweb.com](http://www.favaraweb.com)

[www.fondazioneburri.org](http://www.fondazioneburri.org)

[www.istat.it](http://www.istat.it)

[www.japan-architect.co.jp/public/en.html](http://www.japan-architect.co.jp/public/en.html)

[www.museonivola.it](http://www.museonivola.it)

[www.politesi.polimi.it](http://www.politesi.polimi.it)

[www.renzopianog124.com](http://www.renzopianog124.com)

[www.sou-school.com](http://www.sou-school.com)

[www.stilearte.it/anticipazioni-i-cretti-di-alberto-burri-al-museo-riso-di-palermo](http://www.stilearte.it/anticipazioni-i-cretti-di-alberto-burri-al-museo-riso-di-palermo)

## 4 | I SETTE CORTILI

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

F. Sciarra, *Favara: guida storica e artistica*, Amministrazione comunale, Favara, Favara 1997

M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Editori Laterza 2009

J. Ishigami, *Plants & Architecture*, Kano 2010

R. Cannarozzo, L. Cucchiari, W. Meschieri, *Misure, rilievo, progetto per Costruzioni, ambiente e territorio*, Zanichelli 2012

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Piano Regolatore Generale del comune di Favara

### RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.farmculturalpark.com](http://www.farmculturalpark.com)

[www.komatsuseiren.co.jp/greenbiz](http://www.komatsuseiren.co.jp/greenbiz)

## 5 | PEOPLE MUSEUM

### ANALISI STATO DI FATTO

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

S. Franceschi, L. Germani, *Manuale Operativo per il Restauro Architettonico*, DEI 2004

P. Gasparoli, C. Talamo, *Manutenzione e recupero. Criteri, metodi e strategie per l'intervento sul costruito*, Alinea, Firenze 2006

M. Marabelli, *Conservazione e Restauro dei Metalli d'Arte*, Bardi Editore, Roma 2007

P. Pruneti, *I magnifici templi di Agrigento: riflessioni dopo il restauro*, in «Archeologia Viva», n. 126 2007

M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Editori Laterza 2009

L. Lazzarini, L. M. Tabasso, *Il restauro della pietra*, Utet Scienze Tecniche 2010

R. Cannarozzo, L. Cucchiari, W. Meschieri, *Misure, rilievo, progetto per Costruzioni, ambiente e territorio*, Zanichelli 2012

R. Vecchiattini, *Guide pratiche*, in «Progetto Colore», (s.d.)

### RIFERIMENTI NORMATIVI

*Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*, CNR-ICR, NORMAL - 1/80, 1990 (1990)

*Materiali lapidei naturali ed artificiali Descrizione*

*della forma di alterazione - Termini e definizioni*, UNI 11182, 2006 (2006)

### RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[3dmetrica.it](http://3dmetrica.it)

[www.arketipomagazine.it](http://www.arketipomagazine.it)

[www.archeologiaviva.it](http://www.archeologiaviva.it)

## 6 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO ARCHITETTONICO

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

J. Ishigami, *Plants & Architecture*, Kano 2010

C. Hildner, *Small Houses: Contemporary Japanese Dwellings*, Birkhäuser Verlag, Basilea 2011

J. Ishigami, *Small images*, Paperback 2013

C. Hildner, *Future Living: Collective Housing in Japan*, Birkhäuser Verlag, Basilea 2013

A.A.D. Lund School of Architecture, *Dwelling Typologies*, 2014

S. E. Di Miceli, *What is Co-Divuality? Japanese Architecture and the Shared House of Farm Cultural Park*, Medinova editore, Favara 2017

Stefano Boeri Architetti, *Bosco verticale - Vertical forest*, Action Group, Milano 2017

S.-J. A. Liotta, *What is Co-Divuality?*, 2017

J. Ishigami, *Freeing architecture*, Fondation Cartier 2018

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Decreto ministeriale del 5 luglio del 1975

Legge regionale regione Sicilia del 10 agosto 2016, n. 16: *Recepimento del Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia approvato con decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380*

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.area-arch.it](http://www.area-arch.it)

[www.compassovolante.polimi.it](http://www.compassovolante.polimi.it)

[www.farmculturalpark.com](http://www.farmculturalpark.com)

[www.japan-architect.co.jp/public/en.html](http://www.japan-architect.co.jp/public/en.html)

## 7 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO TECNOLOGICO

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

M. Imperadori, *La progettazione con tecnologia stratificata a secco*, Il Sole 24 Ore, Milano 2006

M. Imperadori, *La meccanica dell'architettura. La progettazione con tecnologia stratificata a secco*, Il Sole 24 Ore, Milano 2010

M. Imperadori, *Sandwich architecture. Progettare e costruire con i pannelli sandwich poliuretani*, Il Sole 24 Ore, Milano 2015

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.actis-isolamento.com](http://www.actis-isolamento.com)

[www.area-arch.it](http://www.area-arch.it)

[www.arketipomagazine.it](http://www.arketipomagazine.it)

[www.celenit.com](http://www.celenit.com)

[www.daku.it](http://www.daku.it)

[www.dataholz.eu](http://www.dataholz.eu)

[www.isopan.it](http://www.isopan.it)

[www.knauf.it](http://www.knauf.it)

[www.mapei.com](http://www.mapei.com)

[www.marcegaglia.com](http://www.marcegaglia.com)

[www.nordzinc.com](http://www.nordzinc.com)

[www.nurith.it](http://www.nurith.it)

[www.pavimentouniflair.it](http://www.pavimentouniflair.it)

[www.perlite.it](http://www.perlite.it)

[www.pontarolo.com](http://www.pontarolo.com)

[www.saint-gobain.com](http://www.saint-gobain.com)

[www.sandrinimetalli.it](http://www.sandrinimetalli.it)

[www.scaffsystem.it](http://www.scaffsystem.it)

[www.schueco.com](http://www.schueco.com)

[www.stiferite.com](http://www.stiferite.com)

[www.stoitalia.it](http://www.stoitalia.it)

[www.styrodur-italia.it](http://www.styrodur-italia.it)

[www.vanoncini.it](http://www.vanoncini.it)

[www.velux.it](http://www.velux.it)

## 8 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO ENERGETICO

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, *Progettazione di impianti tecnici: problemi ed applicazioni*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 2000

M. Imperadori, A. Senatore, *Schematic design. Tecniche ed esempi di comunicazione del progetto*, Il Sole 24 Ore, Milano 2008

S. F. Brivio, *Schermature solari e tende tecniche*, Il Sole 24 Ore, Milano 2010

A. Quinterio, *Progettazione impiantistica: linee guida per la progettazione di impianti di climatizzazione e idrico-sanitari*, Maggioli Editore, Rimini 2011

G. Salvalai, 2020. *Edifici ad energia quasi zero (nZEB)*, Maggioli Editori, Milano 2015

Active House - *The guidelines*, 2015

Active House - *The specifications*, 2015

M. Hegger, C. Fafflok, J. Hegger, I. Passig, *Aktivhaus - The Reference Work: From Passivhaus to Energy-Plus House*, Birkhauser Architecture 2016

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Decreto ministeriale del 5 luglio del 1975

UNI 10339: 1995: *Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*

D.L. 19 agosto 2005, n. 192: *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, 2005.

Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n.311 *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*

UNI EN 12831: *Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto - Progettazione, fabbisogni di energia e sicurezza*, 2006.

UNI EN ISO 7730: *Ergonomia degli ambienti termici Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*, 2006

UNI EN 15251: *Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica*, 2008

Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 *Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*.

UNI EN ISO 13788: *Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo, CTI - Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova*, 2013.

UNI 10349-3: *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici, CTI - Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova*, 2016.

UNI 9182: *Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda*, 2014

UNI TS 11300-4: *Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua*

*calda sanitaria, CTI - Impianti di riscaldamento - Progettazione, fabbisogni di energia e sicurezza*, 2016.

ISO 52016-1: *Energy performance of buildings, ISO/TC 163/SC 2 Calculation methods*, 2017.

UNI EN ISO 6946: *Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo, CTI - Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova*, 2018.

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[re.jrc.ec.europa.eu/pvgis](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis), s.d.

[www.activehouse.info](http://www.activehouse.info), s.d.

[www.activehouseitalia.info](http://www.activehouseitalia.info), s.d.

[www.aermec.com](http://www.aermec.com), s.d.

[www.arpa.sicilia.it](http://www.arpa.sicilia.it), s.d.

[www.carrier.com](http://www.carrier.com), s.d.

[www.centrometeosicilia.it](http://www.centrometeosicilia.it), s.d.

[www.logical.it](http://www.logical.it), s.d.

[www.sias.regione.sicilia.it](http://www.sias.regione.sicilia.it), s.d.

[www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com), s.d.

[www.trnsys.com](http://www.trnsys.com), s.d.

[www.velux.it/professionisti/velux-daylight-visualizer](http://www.velux.it/professionisti/velux-daylight-visualizer), s.d.

[www.viessmann.it](http://www.viessmann.it), s.d.

## 9 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO STRUTTURALE

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

G. Ballio, C. Bernuzzi, *Progettare costruzioni in acciaio*, Hoepli, Milano 2004

R. Landolfo, *Advances in Italian cold-formed steel structures research*, 2004

R. Landolfo, S. Russo, *Acciaio e sostenibilità: progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, Alinea Editrice, Firenze 2012

M. A. Barucco, *Progettare e costruire in acciaio sagomato a freddo*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2015

R. Landolfo, D. Holl, *Lightweight steel drywall constructions for seismic areas*, Knauf Gips KG, Iphofen 2015

## RIFERIMENTI NORMATIVI

AISI, *Cold-Formed Steel Design manual*, Washington DC, AISI (American Iron and Steel Institute), 1996.

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Bruxelles, CEN (European Committee for Standardization), 2003.

Eurocode 1: Actions on structures, Bruxelles, CEN (European Committee for Standardization), 2005.

Eurocode 3: Design of steel structures, Bruxelles, CEN (European Committee for Standardization), 2005.

Norme Tecniche per le Costruzioni, Roma, Ministero delle Infrastrutture, 2018.

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.arcelormittal.com](http://www.arcelormittal.com)

[www.officinetamborrino.com](http://www.officinetamborrino.com)

[www.oppo.it](http://www.oppo.it)

[www.promozioneacciaio.it](http://www.promozioneacciaio.it)

[www.scaffsystem.it](http://www.scaffsystem.it)

## 10 | LOVE

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

A. Quaranta, *Dalla cellula al modulo: ricerche architettoniche sulla misura dell'abitare*, Milano, Politecnico di Milano; Facoltà di Architettura e Società, 2007

C. Hildner, *Small Houses: Contemporary Japanese Dwellings*, Birkhäuser Verlag, Basilea 2011

C. Hildner, *Future Living: Collective Housing in Japan*, Birkhäuser Verlag, Basilea 2013

A.A.D. Lund School of Architecture, *Dwelling Typologies*, 2014

*What is Co-dividuality*, in «DomusWeb», 2017

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.999domandesullabitare.org](http://www.999domandesullabitare.org)

[www.a14hub.com](http://www.a14hub.com)

[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

[www.archilovers.com](http://www.archilovers.com)

[www.atelier-opa.com](http://www.atelier-opa.com)

[www.borderless-house.com/aboutshare](http://www.borderless-house.com/aboutshare)

[www.divisare.com](http://www.divisare.com)

[www.farmculturalpark.com](http://www.farmculturalpark.com)

[www.icondesign.it](http://www.icondesign.it)

[www.laprovinciadilecco.it](http://www.laprovinciadilecco.it)

[www.lapsarchitecture.com](http://www.lapsarchitecture.com)

[www.narukuma.com](http://www.narukuma.com)

[www.nishizawaarchitects.com](http://www.nishizawaarchitects.com)

[www.officinetamborrino.com](http://www.officinetamborrino.com)

[www.slowmovement.com/slow\\_cities.php](http://www.slowmovement.com/slow_cities.php)

[www.sou-fujimoto.net](http://www.sou-fujimoto.net)

[www.triennale.org](http://www.triennale.org)

## 11 | DTL

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

G. Ballio, C. Bernuzzi, *Progettare costruzioni in acciaio*, Hoepli, Milano 2004

M. A. Barucco, *Progettare e costruire in acciaio sagomato a freddo*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2015

S. F. Brivio, *Schermature solari e tende tecniche*, Il Sole 24 Ore, Milano 2010

A. Gottfried, *Progettazione e gestione della sicurezza nei cantieri edili*, Utet Scienze

Tecniche, Torino 2011

A. Gottfried, G. M. Di Giuda, *Ergotecnica edile*, Esculapio, Bologna 2011

M. Imperadori, *Sandwich architecture. Progettare e costruire con i pannelli sandwich poliuretani*, Il Sole 24 Ore, Milano 2015

M. Imperadori, A. Senatore, *Schematic design. Tecniche ed esempi di comunicazione del progetto*, Il Sole 24 Ore, Milano 2008

J. Ishigami, *Plants & Architecture*, Kano 2010

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

[www.covestro.it](http://www.covestro.it)

[www.d3wood.it](http://www.d3wood.it)

[www.foscarini.com](http://www.foscarini.com)

[www.granorte.pt](http://www.granorte.pt)

[www.inhabits.it](http://www.inhabits.it)

[www.knauf.com](http://www.knauf.com)

[www.nordzinc.com](http://www.nordzinc.com)

[www.nurith.it](http://www.nurith.it)

[www.officinetamborrino.com](http://www.officinetamborrino.com)

[www.ondulit.it](http://www.ondulit.it)

[www.scaffsystem.it](http://www.scaffsystem.it)

[www.sidermontaggisrl.it](http://www.sidermontaggisrl.it)

[www.vanoncini.it](http://www.vanoncini.it)

[www.velux.it](http://www.velux.it)

# INDICE DELLE FIGURE E TABELLE

## 1 | ANALISI PRELIMINARE

Figura 1.1. Inquadramento territoriale della città di Favara nel contesto della penisola italiana	p. 3
Figura 1.2. Paesaggio tipico dell'entroterra siciliano - Credits: M. V. Carvalho	p. 4
Figura 1.3. Paesaggio costiero tipico della Sicilia - Credits: deagostini.it	p. 4
Figura 1.4. Paesaggio costiero tipico della Sicilia - Credits: deagostini.it	p. 4
Figura 1.5. Cratere dell'Etna Credits: A. Baffa	p. 4
Figura 1.6. Incisioni rupestri della grotta dell'Addaura replicate al Museo archeologico regionale Antonio Salinas Credits: Bjs	p. 5
Figura 1.7. Tempio della Concordia - Parco Archeologico e Paesaggistico Valle dei Templi di Agrigento	p. 6
Figura 1.8. Teatro greco-romano di Taormina - Credits: B. Hiddink	p. 6
Figura 1.9. Chiesa e chiostro di San Giovanni degli Eremiti - Palermo	p. 7
Figura 1.10. La caduta di Siracusa in mano araba tratta dal "Madrid Skylitzes"	p. 7
Figura 1.11. Duomo di Santa Maria la Nuova e chiostro - Monreale	p. 7
Figura 1.12. Cattedrale di Noto tipico esempio del barocco siciliano - Credits: Anders Reisen	p. 8
Figura 1.13. Esempio di maioliche siciliane - Credits: Sitap	p. 8
Figura 1.14. Lo sbarco in Sicilia delle truppe alleate nel agosto del 1943, Robert Capa	p. 9
Figura 1.15. Tempio di Hera - Parco Archeologico e Paesaggistico Valle dei Templi di Agrigento	p. 10
Figura 1.16. Tempio dei Dioscuri - Parco Archeologico e Paesaggistico Valle dei Templi di Agrigento	p. 10
Figura 1.17. Vista del teatro sul mare dall'alto della cavea dell'antico teatro greco - Taormina - Credits: kras.nl	p. 10
Figura 1.18. Chiesa di San Giovanni degli Eremiti - Palermo Credits: J. P. Dalbèra	p. 11

Figura 1.19. Chiostro interno del Duomo di Santa Maria la Nuova - Monreale - Credits: Bjs	p. 11
Figura 1.20. Villaggio sul mare - Isola di Levanzo - Credits: porter.com	p. 12
Figura 1.21. Vista dell'orizzonte tra le terrazze pergolate di Panarea - Panarea - Credits: A. Butler	p. 13
Figura 1.22. Dettaglio degli spigoli morbidi e smussati della muratura intonacata tipica dell'architettura eoliana - Isola Alicudi - Credits: G. Finocchiaro	p. 13
Figura 1.23. Dettaglio di una pergola e della sua copertura in canneto - Isola Alicudi - Credits: G. Finocchiaro	p. 13
Figura 1.24. Terrazza con pergolato - Isola di Alicudi - Credits: J. Huber	p. 14
Figura 1.25. Sistema di terrazze con pergola in una tipica casa storica di Alicudi - Credits: F. Aphel	p. 14
Figura 1.26. Tipica architettura eoliana - Credits: F. Aphel	p. 14
Figura 1.27. Torre costiera di Manfria	p. 15
Figura 1.28. Torre dell'Impso - San Vito Lo Capo - Credits: B. Petrucci	p. 15
Figura 1.29. Necropoli di contrada Stefano del periodo romano-bizantino - Favara	p. 17
Figura 1.30. Tempio della Concordia - Parco Archeologico e Paesaggistico Valle dei Templi di Agrigento - Credits: favara.biz	p. 18
Figura 1.31. Panorama di Favara in una foto d'epoca - Credits: favara.biz	p. 20
Figura 1.32. Veduta della Piazza Cavour - Favara	p. 21
Figura 1.33. Chiesa Madre di Favara	p. 21
Figura 1.34. Spazio XL Farm Cultural Park - Cortile Bentivegna Favara - Credits: FCP	p. 21
Figura 1.35. Veduta della Piazza Cavour e della Chiesa Madre di Favara	p. 21
Figura 1.36. Il paesaggio di Favara, tra abusivismo e natura	p. 22
Figura 1.37. Il centro storico di Favara	p. 23
Figura 1.38. Crollo di una palazzina nel	

centro storico, 23 gennaio 2010 - Favara - Credits: Corriere.it p. 24

Figura 1.39. Esempi di cattiva progettazione nel centro di Favara p. 25

Figura 1.40. Farm Cultural Park, un esempio di rigenerazione urbana - Cortile Bentivegna Favara p. 25

## 2 | FARM CULTURAL PARK

Figura 2.2. I Sette Cortili prima dell'intervento di Farm Cultural Park - Credits: FCP p. 30

Figura 2.1. Spazio XL rinnovato e rifinito dalla nuova opera di Albero Nero - Credits: FCP p. 30

Figura 2.3. I Sette Cortili prima dell'intervento di Farm Cultural Park - Credits: FCP p. 32

Figura 2.4. Planimetria dei "Sette Cortili" con gli edifici utilizzati e rinnovati da Farm Cultural Park negli anni p. 32

Figura 2.5. Nuova Facciata a verde dell'edificio Raft progettata dallo studio Pontoatelier - Credits: FCP p. 34

Figura 2.6. Il Cortile Bentivegna teatro di una performance artistica durante un evento organizzato - Credits: FCP p. 34

Figura 2.7. Nzemmula tavola sociale dove poter discuter, vivere la vita di Farm pranzando Credits: FCP p. 34

Figura 2.8. Spazi dedicati alla scuola di architettura per bambini SOU - Credits: FCP p. 34

Figura 2.9. "Equilatera" nuova installazione nel cortile. L'essenza dell'architettura, nata per trovare riparo p. 35

Figura 2.10. Terrazza dello spazio XL in cui poter godere della vista del Cortile e le sue opere e della città - Credits: FCP p. 35

Figura 2.11. Installazione del "Byobu" una porzione della facciata del padiglione giapponese ad EXPO 2015 - Credits: FCP p. 35

Figura 2.12. Vista del piccolo Riad un oasi di verde tra l'agglomerato urbano - Credits: FCP p. 35

Figura 2.13. Estratti di articoli riguardanti Farm Cultural Park p. 37

## 3 | PROGETTO URBANISTICO

Figura 3.1. Inquadramento territoriale della città di Favara nel conesto della penisola italiana p. 41

Figura 3.2. Infogramma città di Favara: localizzazione, territorio, demografia, accessibilità e trasporti p. 42

Figura 3.3. Localizzazione della città di Favara all'interno del panorama della regione Sicilia p. 42

Figura 3.4. Inquadramento territoriale del comune di Favara p. 43

Figura 3.5. Grafico a confronto tra Favara e Agrigento sul trend demografico negli ultimi 15 anni. Variazioni percentuali riferite alla popolazione del 2002 - Dati ISTAT. p. 43

Figura 3.6. Composizione demografica per fasce d'età nella città di Favara nel 2017- Dati ISTAT p. 43

Figura 3.7. Mappa di analisi del centro storico di Favara p. 45

Figura 3.8. Sezione urbana della città di Favara: dislivelli altimetrici all'interno del centro storico p. 47

Figura 3.9. Favara dall'alto. La Chiesa Madre svettante tra i tetti del centro storico p. 47

Figura 3.10. Dislivelli altimetrici tra le vie di Favara p. 47

Figura 3.11. Giuria della Urban Competition Sharing the in-betweens - Credits: japan-architect.co.jp p. 48

Figura 3.12. Locandina ufficiale della Urban Competition Sharing the in-betweens - www.japan-architect.co.jp p. 49

Figura 3.13. The Pergola Village (1953), il progetto di Costantino Nivola per il villaggio di Orani - Credits: museonivola.it p. 50

Figura 3.15. The pergola Village (1953), il progetto di Costantino Nivola per il villaggio di Orani - Credits: museonivola.it p. 51

Figura 3.14. Giardino di casa Nivola a Springs (1951): muro forato - Credits: museonivola.it p. 51

Figura 3.16. Foto del cretto di burri a Gibellina vecchia - Credits: terraoko.com p. 51

Figura 3.17. Illustrazioni tratte da Plants & architecture di Jun'ya Ishigami p. 52

Figura 3.18. Locandina della lezione presso la Sou School of Architecture: Hacking City #6 Il fitorimedio con Anna Merzi e G124 p. 53

Figura 3.19. Le piante del giardino del fitorimedio per il progetto di Marghera. Tratto da: Il diario delle periferie /2 Marghera G124 p. 53

Figura 3.20. Concept di progetto Farming Favara p. 55

Figura 3.21. Sezione urbanistica del concept posposto p. 55

Figura 3.22. Lo scenario attuale del centro storico - Via Giacomo Zanella, Favara p. 56

Figura 3.23. Farming the city - Vision - Via Giacomo Zanella, Favara p. 57

Figura 3.24. Lo scenario attuale del centro storico - Via Giacomo Zanella, Favara p. 58

Figura 3.25. Farming the city - Vision - Via Giacomo Zanella, Favara p. 59

Figura 3.26. Mappa dell'analisi della viabilità con conseguente proposta di intervento p. 60

Figura 3.27. Un piano per Favara: proposta di intervento con la declinazione del verde nei suoi vari aspetti p. 62

Figura 3.28. Focus del di intervento con la declinazione del verde nei suoi vari aspetti p. 63

Figura 3.29. Focus del di intervento con la declinazione del verde nei suoi vari aspetti p. 64

Figura 3.30. Focus del di intervento con la declinazione del verde nei suoi vari aspetti p. 65

Figura 3.31. Vista di piazza Cavour nel pieno centro storico di Favara p. 66

Figura 3.32. Proposta di progetto: luoghi della

socializzazione: piazza Cavour p. 66

Figura 3.33. Vista di piazza Vespri invasa dalle automobili p. 67

Figura 3.34. Proposta di progetto: valorizzazione dei beni storici - piazza Vespri p. 67

Figura 3.35. Foto storica del Supercinema di Favara dopo la chiusura del agosto del 1981 p. 68

Figura 3.36. Vista dell'ingresso del Supercinema in via Cola di Rienzo p. 68

Figura 3.37. Proposta di progetto: luoghi di socializzazione, il nuovo parco del Supercinema p. 68

Figura 3.38. Vista delle tipiche vie di Favara p. 69

Figura 3.39. Proposta di progetto: greening delle vie del centro storico p. 69

Figura 3.40. Vista di piazza San Vito utilizzata come parcheggio urbano non regolamentato p. 70

Figura 3.41. Vista di via Umberto, nei pressi dell'Opera Pia Collegio di Maria, completamente immersa dalle automobili p. 70

Figura 3.42. Proposta di progetto: greening degli spazi funzionali adibiti a parcheggio p. 70

Figura 3.44. Render del progetto Zahara nella zona degli orti a ridosso del centro storico di Favara p. 71

Figura 3.43. Inquadramento territoriale del progetto Zahara p. 71

Figura 3.46. Render del progetto Rehub Fawar all'interno del complesso di Palazzo Giglia p. 72

Figura 3.45. Inquadramento territoriale del progetto Rehub Fawar p. 72

Figura 3.48. Render del progetto SeaGiglia all'interno del complesso di Palazzo Giglia p. 73

Figura 3.47. Inquadramento territoriale del progetto SeaGiglia p. 73

Figura 3.50. Render del progetto Feed all'interno del complesso di Palazzo Giglia p. 74

Figura 3.49. Inquadramento territoriale del progetto Feed p. 74

Figura 3.52. Render del progetto Farm Children Museum all'interno del complesso di Palazzo Miccichè p. 75

Figura 3.51. Inquadramento territoriale del progetto Farm Children Museum p. 75

## 4 | I SETTE CORTILI

Figura 4.1. Schema si concept. Farm Cultural Park come epicentro di una rivoluzione urbana p. 79

Figura 4.2. Rappresentazione assonometrica degli edifici di Farm allo stato attuale p. 81

Figura 4.3. Schema di funzionamento di una livellazione di tipo composta dal mezzo p. 82

Figura 4.4. Estratto del rilievo altimetrico dei "Sette Cortili" con l'individuazione dei punti ausiliari p. 83

Figura 4.5. Estratto del rilievo planimetrico dei "Sette Cortili" condotto con il metodo della trilaterazione p. 84

Figura 4.6. Serie di fotografie con oggetto il rilievo fotografico dei "Sette Cortili" p. 86

Figura 4.7. Serie di fotografie con oggetto il rilievo fotografico dei "Sette Cortili" p. 87

Figura 4.8. Il rilievo topografico fotogrammetrico dei "Sette Cortili" p. 88

Figura 4.9. Sezione tipo del rifacimento delle strade all'interno dei Sette Cortili p. 91

Figura 4.10. Masterplan planivolumetrico dell'intervento sui Sette Cortili con il disegno ad albero della nuova pavimentazione drenante p. 91

Figura 4.11. Rappresentazione assonometrica degli edifici dei Sette Cortili di Farm con l'inserimento dei tre interventi di progetto p. 93

Figura 4.12. loghi dei nuovi interventi. dall'alto verso il basso: People Museum, Farm Love Share Huse e DTL Delight The Light. p. 93

Figura 4.13. Sezione ambientale di Favara dalla Chiesa di San Vito alla Chiesa Madre Vergine Assunta, passante dai Cortili di Farm Cultural Park p. 94

Figura 4.14. Vista prospettica del cortile in corrispondenza dello slargo dopo lo Spazio 6 p. 95

## 5 | PEOPLE MUSEUM ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Figura 5.1. Vista di parte del "rudere", sito di progetto all'interno dei "Sette Cortili", Favara p. 100

Figura 5.2. Estratto del rilievo planimetrico dei "Sette Cortili" condotto con il metodo della trilaterazione p. 101

Figura 5.3. Estratto del rilievo geometrico del "rudere", sito di progetto; prospetto Nord p. 102

Figura 5.4. Estratto del rilievo geometrico del "rudere", sito di progetto; prospetto Est p. 102

Figura 5.5. Estratto del rilievo geometrico del "rudere", sito di progetto; prospetto Sud p. 103

Figura 5.6. Estratto del rilievo geometrico del "rudere", sito di progetto; sezione trasversale p. 103

Figura 5.7. Serie di fotografie con oggetto il rilievo fotografico del lotto di progetto p. 104

Figura 5.8. Serie di fotografie con oggetto il rilievo fotografico del lotto di progetto p. 105

Figura 5.9. Rilievo fotografico aereo del lotto di progetto p. 106

Figura 5.10. Rilievo fotografico aereo del lotto di progetto p. 107

Figura 5.11. Nella pagina successiva estratto del rilievo materico relativo al prospetto Est p. 108

Figura 5.12. Estratto del rilievo materico del "rudere", sito di progetto; prospetto Nord p. 110

Figura 5.13. Estratto del rilievo materico del "rudere", sito di progetto; prospetto Est p. 110

Figura 5.14. Estratto del rilievo materico del "rudere", sito di progetto; prospetto Sud	p. 111	Figura 6.19. Schema esplicativo	p. 151
Figura 5.15. Estratto del rilievo materico del "rudere", sito di progetto; sezione trasversale	p. 111	Figura 6.20. Foto dai Vicoli di Favara	p. 151
Figura 5.16. Nella pagina successiva estratto del rilievo del degrado relativo al prospetto Est	p. 112	Figura 6.21. Pianta del piano terra	p. 152
Figura 5.17. Estratto del rilievo del degrado del "rudere", sito di progetto; prospetto Nord	p. 118	Figura 6.22. Pianta del primo piano	p. 153
Figura 5.18. Estratto del rilievo del degrado del "rudere", sito di progetto; prospetto Est	p. 118	Figura 6.23. Pianta del secondo piano	p. 154
Figura 5.19. Estratto del rilievo del degrado del "rudere", sito di progetto; prospetto Sud	p. 119	Figura 6.24. Pianta del terzo piano	p. 155
Figura 5.20. Estratto del rilievo del degrado del "rudere", sito di progetto; sezione trasversale	p. 119	Figura 6.25. Pianta dei cannocchiali del belvedere	p. 156

## 6 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO ARCHITETTONICO

Figura 6.1. Serie di fotografie a cura di Santo Eduardo Di Miceli rappresentanti le sale espositive della mostra Co-Dividuality.	p. 136	Figura 6.29. Sezione A-A	p. 160
Figura 6.2. Logo Compasso Volante su disegno di Guido Scarabottolo	p. 138	Figura 6.30. Render interno della sala per le grandi opere	p. 161
Figura 6.3. Il gruppo di studenti partecipanti al Workshop presso la Valle dei Templi	p. 138	Figura 6.31. Sezione B-B	p. 162
Figura 6.4. Momenti di progettazione durante il Workshop Premio Compasso Volante	p. 139	Figura 6.32. Render interno delle sale espositive negli edifici recuperati su via Zanella	p. 163
Figura 6.5. Vista prospettica di ingresso con scarpiera parete	p. 140	Figura 6.33. Prospetto Nord - vista dall'interno della corte di accesso al museo	p. 164
Figura 6.6. Piccola stanza espositiva con due capsule letto di ispirazione giapponese	p. 140	Figura 6.34. Render della torre vista da una terrazza del vicinato da Nord-Est	p. 165
Figura 6.7. Stanza espositiva principale in cui il posto letto centrale diviene l'opera principale.	p. 141	Figura 6.35. Prospetto Nord vista fronte strada da via Zanella	p. 167
Figura 6.8. Docce panoramiche poste nella corte interna	p. 141	Figura 6.36. Render dei sette cortili di Farm con inserimento della torre del People Museum	p. 168
Figura 6.9. Vista delle capsule all'interno della stanza piccola	p. 142		
Figura 6.10. Vista della capsula della terrazza dello Spazio XL	p. 143		
Figura 6.11. Vista della capsula sul Cortile Bentivegna	p. 143		
Figura 6.12. Schema di concept	p. 145		
Figura 6.13. Vegetazione spontanea tra una rovina	p. 145		
Figura 6.14. Volti delle persone di Farm Cultural Park - Credits: FCP	p. 146		
Figura 6.15. Vision del concept di progetto	p. 147		
Figura 6.16. Vista prospettica del progetto e dei sette cortili da Sud-Est	p. 148		
Figura 6.17. Schema del sistema distributivo del museo	p. 148		
Figura 6.18. Schema funzionale	p. 150		

## 7 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO TECNOLOGICO

Figura 7.1. Logo della ricerca Structura Scaff System	p. 173
Figura 7.2. Esempio di radar comparativo di confronto per i pacchetti costruttivi analizzati	p. 174
Figura 7.3. Zone climatiche secondo normativa in cui è suddiviso il territorio italiano	p. 175
Tabella 7.1. Valori di trasmittanza termica per le chiusure verticali secondo D.M. 26/6/2009	p. 176
Tabella 7.2. Valori di trasmittanza termica per le chiusure orizzontali secondo D.M. 26/6/2009	p. 176
Tabella 7.3. Valori di trasmittanza termica per le chiusure orizzontali controterra secondo D.M. 26/6/2009	p. 176
Tabella 7.4. Valori di trasmittanza termica per le chiusure trasparenti controterra secondo D.M. 26/6/2009	p. 177
Tabella 7.5. Valori di trasmittanza termica per le chiusure tra unità confinanti controterra secondo D.M. 26/6/2009	p. 177
Tabella 7.6. Valori di sfasamento e attenuazione secondo D.M. 26/6/2009	p. 178
Tabella 7.7. Prospetto riassuntivo dei parametri energetici invernali ed estivi ottenuti per i pacchetti costruttivi della	

ricerca Structura	p. 179	Figura 8.27. Schematic design primaverile	p. 232
		Figura 8.28. Schematic design primaverile	p. 233
		Figura 8.29. Schematic design estivo	p. 234
		Figura 8.30. Schematic design estivo	p. 235
Figura 8.1. Mappa di Köpper e Gaiger dei climi in Italia (WMO)	p. 218	Figura 8.32. Schema di introduzione al comfort e radar relativo di progetto	p. 237
Figura 8.2. Mappa geografica delle temperature medie annuali in Sicilia secondo dati SlaS	p. 219	Figura 8.42. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti nel mese di gennaio	p. 240
Figura 8.3. Mappa geografica delle precipitazioni medie annuali in Sicilia secondo dati SlaS	p. 219	Figura 8.43. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti al 15 di gennaio	p. 240
Figura 8.4. Mappa geografica della vulnerabilità al rischio di desertificazione in Sicilia secondo SlaS	p. 219	Figura 8.44. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti nel mese di luglio	p. 241
Figura 8.5. Grafico delle temperature medie mensili	p. 220	Figura 8.45. Confronto delle quattro opzioni di gestione degli oscuramenti al 15 di luglio	p. 241
Figura 8.6. Grafico della frequenza di temperaure	p. 220	Figura 8.46. Caso secondo normativa: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.	p. 242
Figura 8.7. Grafico dell'umidità relativa media mensile di Favara	p. 220	Figura 8.47. Caso con ventilazione naturale: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.	p. 243
Figura 8.8. Grafico di correlazione tra temperature e umidità	p. 221	Figura 8.48. Caso di ottimo con variazione nel setup estivo: grafico sul comfort termico con metodo adattivo secondo EN 1525 e grafico a torta del bilancio energetico dell'edificio.	p. 244
Figura 8.9. Grafico delle precipitazioni medie mensili	p. 221	Figura 8.49. Schema di introduzione al energia e radar relativo di progetto	p. 245
Figura 8.10. Climogramma di Peguy di Favara	p. 221	Figura 8.50. Schema di scelta dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento	p. 246
Figura 8.12. Radar grafico dei venti prevalenti	p. 222	Figura 8.51. Schema generale semplificato degli impianti nell'edificio.	p. 247
Figura 8.11. Grafico annuale sull'intensità del vento e le medie mensili.	p. 222	Figura 8.52. Schema assonometrico di distribuzione del sistema di ventilazione	p. 248
Figura 8.13. Confronto tra temperatura e radiazione nel mese di gennaio	p. 222	Figura 8.54. Grafico dell'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico	p. 250
Figura 8.14. Confronto tra temperatura e radiazione nel mese di gennaio	p. 223	Figura 8.53. Grafico dell'irraggiamento globale medio ricevuto per dai pannelli fotovoltaici	p. 250
Figura 8.15. Proiezione sferica del percorso solare	p. 223	Figura 8.55. Immagine di posizione dei pannelli solari e fotovoltaici con i valori percentuali di contributo	p. 252
Figura 8.16. Proiezione dato-grafica del percorso solare	p. 223	Figura 8.56. Schema di introduzione alla valutazione d'impatto ambientale e radar relativo di progetto	p. 253
Figura 8.17. Vista nord-est del modello dell'edificio analizzato	p. 224	Figura 8.57. Informazioni percentuali sulla riciclabilità dell'acciaio	p. 254
Figura 8.18. Viste del modello a sinistra con gli edifici del contesto e a destra vista del solo edificio in analisi	p. 225	Figura 8.58. Grafico a torta sull'incidenza percentuale di energia primaria rinnovabile degli elementi tecnologici	p. 255
Figura 8.19. Schema di analisi del clima di Favara	p. 226	Figura 8.59. Grafico a torta sull'incidenza percentuale di energia primaria non rinnovabile degli elementi tecnologici	p. 255
Figura 8.20. Schema di ottimizzazione architettonica	p. 226	Figura 8.60. Grafico a torta sull'incidenza percentuale del potenziale eutrofizzazione degli elementi tecnologici	p. 255
Figura 8.21. Schema sulla gestione degli oscuramenti	p. 227	Figura 8.61. Grafici a torta che riporta le percentuali di incidenza dei potenziali inquinanti suddivisi per elementi tecnologici	p. 256
Figura 8.22. Schema di ottimizzazione dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento	p. 227		
Figura 8.23. Curtain wall house, Shigeru Ban, Tokyo - Credits: shigerubanarchitects.com	p. 228		
Figura 8.24. Menil Collection, Renzo Piano, Houston - Credits: menil.org	p. 229		
Figura 8.25. Schematic design invernale	p. 230		
Figura 8.26. Schematic design invernale	p. 231		

Figura 8.62. Radar parziali dei tre ambiti di indagine Active House: Comfort, Energy e Environment p. 257

Figura 8.63. Radar complessivo Active House p. 257

## 9 | PEOPLE MUSEUM PROGETTO STRUTTURALE

Figura 9.1. Coolbrokdale Bridge, 1779, Jhon Wilkinson p. 261

Figura 9.2. Esempi di strutture Storiche in metallo. In ordine: Britannia Bridge, 1850 Robert Stephenson, Francis Thompson; Coolbrokdale Bridge, 1779, Jhon Wilkinson; Tour Eiffel 1889; Gustave Eiffel Stephen Sauvestre p. 262

Figura 9.3. Vista della Tour Eiffel dalla piazza del Trocadero p. 263

Figura 9.4. Reliance Building, 1895, Daniel Hudson Burnham p. 263

Tabella 9.1. Proprietà del materiale acciaio p. 264

Figura 9.5. Grafico del legame costitutivo tipo del materiale acciaio p. 264

Figura 9.7. Rapporto tra il carico critico e la snellezza dell'elemento p. 265

Figura 9.6. Confronto tra grafici momento-curvatura di sezioni delle 4 classi p. 265

Figura 9.8. Neue Nationalgalerie, 1968, Mies van der Rohe p. 266

Figura 9.9. Coil di lamiera in acciaio presso i capannoni della linea produttiva Scaff System p. 267

Figura 9.10. Prouvé davanti ai moduli di facciata realizzati in lamiera per la Maison Tropicale, Archivio Vitra p. 267

Figura 9.11. Sedia Jean Prouvé, lamiera di acciaio pressopiegata e legno p. 268

Figura 9.12. Maison tropical, Jean Prouvé p. 268

Figura 9.13. Disegni originali dell'Ateliers Jean Prouvé, Facciata in profili metallici e Maison Tropical p. 269

Figura 9.14. Foto storiche della Casa Alba e del suo montaggio sugli argini della Senna a Parigi p. 269

Figura 9.15. Pagina a sinistra: foto di Buckminster Fuller, disegni rappresentativi dello progetto della Dymaxion House p. 271

Figura 9.16. Locandina per il concept della 4D Tower, Buckminster Fuller p. 271

Figura 9.17. Dymaxion House, Buckminster Fuller p. 271

Figura 9.18. Struttura reticolare geodetica, Buckminster Fuller p. 271

Figura 9.19. Nodo esemplificativo del sistema di assemblaggio Scaff System p. 272

Figura 9.20. Prospetto delle caratteristiche di alcune delle sezioni di profili Scaff System p. 272

Figura 9.21. Strutture di soppalchi industriali realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System p. 273

Figura 9.22. Esempi dei pezzi di design in lamiera d'acciaio

di Officine Tamborrino. Da in alto e da sinistra: sedia NoSmoking, Console Caos, libreria Dedalo - Credits: Officine Tamborrino p. 275

Figura 9.23. Strutture realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System p. 276

Figura 9.24. Strutture realizzate in profili Scaff System - Credits: Scaff System p. 277

Figura 9.25. Foto di dettaglio di un profilo del sistema Scaff System - Credits: Scaff System p. 278

Figura 9.26. Esploso dello schema strutturale p. 279

Figura 9.27. Disegno tecnico della stratigrafia p. 281

Tabella 9.3. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico p. 281

Figura 9.28. Disegno tecnico della stratigrafia p. 281

Tabella 9.4. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico p. 281

Figura 9.29. Disegno tecnico della stratigrafia p. 282

Tabella 9.5. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico p. 282

Figura 9.30. Disegno tecnico della stratigrafia p. 282

Tabella 9.6. Calcolo del peso strutturale del pacchetto tecnologico p. 282

Figura 9.31. Da NTC 2018, valori di riferimento dei carichi di esercizio p. 283

Figura 9.32. Da NTC 2018, Valori di riferimento del coefficiente di forma. p. 283

Figura 9.33. Da NTC 2018, distinzione delle tipologie topografiche del sito di riferimento p. 283

Figura 9.34. Da NTC 2018, tabella e cartina dell'Italia per la distinzione delle zone di riferimento per il calcolo dell'azione del vento p. 284

Figura 9.35. Da NTC 2018, descrizione e catalogazione delle classi di rugosità del terreno p. 284

Figura 9.36. Da NTC 2018, schema per la definizione della categoria di esposizione p. 284

Figura 9.37. Da NTC 2018, riferimento dei valori per il calcolo del coefficiente di esposizione Ce p. 285

Figura 9.38. Grafico delle risultanti della azioni del vento ai vari piani della struttura p. 285

Tabella 9.7. Distinta dei carichi agenti sulla trave 1 p. 286

Tabella 9.8. Distinta dei carichi agenti sulla trave 2 p. 286

Tabella 9.9. Schemi di carico e tipologia di vincoli con dati geometrici delle dimensioni delle travi 1 e 2 p. 287

Tabella 9.10. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave 1 p. 287

Tabella 9.11. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave 1 p. 287

Figura 9.39. Schema esplicativo delle tipologie di membrature di una sezione a parete sottile p. 288

Figura 9.40. Schema esplicativo dal punto di vista geometrico dei valori di riferimento per il calcolo della

lunghezza ideale della membratura p. 288

Tabella 9.12. Riassunto delle aree efficaci per tre dei profili Scaff System p. 289

Figura 9.41. Schema di riferimento per il calcolo della luce di libera inflessione riferito alle tipologie di vincolo dell'elemento considerato p. 289

Tabella 9.13. Verifica di tre profili tipo sollecitati a compressione p. 289

Figura 9.42. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne della trave p. 290

Tabella 9.14. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico lineare P2 p. 290

Tabella 9.15. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico lineare P1 p. 290

Tabella 9.16. Distinta dei carichi parziali partecipanti al carico concentrato R p. 290

Tabella 9.17. Riassunto delle verifiche per tre profili riferiti alla trave p. 291

Tabella 9.18. Riassunto delle verifiche degli spostamenti della trave p. 291

Figura 9.43. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento p. 292

Tabella 9.19. Caratteristiche del materiale considerate nella simulazione p. 292

Figura 9.44. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento p. 292

Figura 9.45. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento p. 293

Tabella 9.20. Caratteristiche del materiale considerate nella simulazione p. 293

Figura 9.46. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento p. 293

Figura 9.47. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento p. 294

Figura 9.48. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento p. 294

Figura 9.49. Schema esplicativo dello schema di vincolo applicato nella modellazione dell'elemento p. 295

Figura 9.50. Diagramma in falsi colori degli spostamenti U dovuti all'instabilità per i primi 5 modi di instabilizzazione dell'elemento p. 295

Figura 9.51. Schema assonometrico del nodo strutturale tipo con profili e staffe del sistema Scaff System p. 296

Figura 9.52. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne della trave 1 p. 297

Tabella 9.21. Riassunto dei calcoli di verifica per la trave 1 p. 297

Figura 9.53. Schema esplicativo dello schema di vincolo e di carico della trave, diagrammi delle azioni interne di ogni trave p. 299

Tabella 9.22. Riassunto dei calcoli di verifica per ogni trave p. 299

Tabella 9.23. Riassunto dei calcoli di verifica per i pilastri 1 2 e 3 p. 299

Figura 9.54. Schema del modello a elementi finiti p. 300

Figura 9.55. Diagrammi degli spostamenti agli stati limiti di esercizio - Sono riportati i valori riferiti a diverse direzione di sollecitazione dell'azione del vento p. 301

Tabella 9.24. Riassunto dei calcoli di verifica. Confronto tra i calcoli F.E.M. e i valori ricavati dal calcolo a mano p. 301

Figura 9.56. Diagrammi a falsi colori delle azioni interne alla struttura soggetta a combinazioni agli stati limiti ultimi p. 302

Figura 9.57. Schema di posizionamento dei tiranti, e grafico di rappresentazione della trave tirantata. p. 302

Figura 9.58. Diagrammi degli spostamenti agli stati limiti di esercizio - Sono riportati i valori riferiti a diverse direzione di sollecitazione dell'azione del vento p. 303

Figura 9.59. Diagrammi a falsi colori delle azioni interne alla struttura soggetta a combinazioni agli stati limiti ultimi p. 303

Figura 9.60. Da N.T.C. 2018, tabella che definisce le caratteristiche della superficie topografica per la determinazione delle categoria di sottosuolo p. 304

Figura 9.61. Da N.T.C. 2018, tabella che definisce le caratteristiche della superficie topografica per la determinazione delle categoria topografica p. 304

Figura 9.62. Spettro di risposta sismica p. 304

Figura 9.63. Diagrammi a falsi colori delle deformazioni del 7° modo di vibrare. p. 306

Figura 9.64. Schemi dell'intervento di consolidamento p. 307

## 10 | LOVE - SHARED HOUSE

Figura 10.1. Scene di vita quotidiana all'interno dei "Sette Cortili", Favara p. 312

Figura 10.3. Facciata Est del lotto di progetto all'interno "Sette Cortili", Favara p. 312

Figura 10.2. Facciata Ovest del lotto di progetto su via Enrico Toti, Favara p. 312

Figura 10.4. Pranzo gogliardico alla Valle dei Templi - Agrigento - Credits: favara.biz p. 313

Figura 10.5. Ritratto di una tipica scena alle porte di un bar storico - San Cataldo p. 314

Figura 10.6. Foto d'epoca di bambini che giocano e vivono la strada p. 314

Figura 10.7. Bambini che leggono in strada p. 315

Figura 10.8. Festa in piazza a Messina p. 315

Figura 10.9. Foto d'epoca di una signora nelle vie di Caltanissetta p. 315

Figura 10.10. Scorcio di un strada con dei bambini e un signore che passeggia - Credits: Favara.biz p. 315

Figura 10.11. Viste del tradizionale roji di Pontocho - Kyoto p. 316

Figura 10.12. Kidai shōran, antica stampa Giapponese che raffigura il sistema urbano di piccole e vitali viette tutte innestate su una grande arteria centrale p. 317

Figura 10.13. Vitsa degli spazi aperti della Moriyama house di Ryue Nishizawa - Tokyo - Credits: ryuenishizawa.com p. 317

Figura 10.14. Schema planimetrico di Moriyama House p. 317

Figura 10.15. La flessibilità dello spazio della Final Wooden House di Sou Fujimoto - Mumamoto - Credits: sou-fujimoto.net p. 318

Figura 10.16. Vista dell'intimità spazio interno di House NA di Sou Fujimoto - Tokyo - Credits: sou-fujimoto.net p. 318

Figura 10.17. La molteplicità degli affacci della shared House dello studio Naruse Inokuma Architects - Nagoya - Credits: narukuma.com p. 319

Figura 10.18. Schema funziona della LOVE Shared House p. 320

Figura 10.19. Render esterno della LOVE Shared House p. 321

Figura 10.20. Pianta LOVE Shared House piano terra p. 322

Figura 10.21. Sezione prospettica della Social kitchen e degli spazi letto individuali p. 322

Figura 10.22. Pianta LOVE Shared House piano primo p. 323

Figura 10.23. Pianta LOVE Shared House piano secondo p. 324

Figura 10.24. Moduli tipo delle camere da letto della LOVE Shared House p. 324

Figura 10.25. Pianta LOVE Shared House piano terzo p. 325

Figura 10.26. Vista prospettica dell' Social laundry Co-Dividual spot p. 325

Figura 10.27. Sezione della LOVE Shared House p. 327

Figura 10.28. Dettaglio della facciata della LOVE Shared House p. 329

Figura 10.29. Dettaglio della texture della mashrabiyye presente all'interno della Cattedrale di Cordoba, Spagna p. 330

Figura 10.30. Esempio di luminarie tipiche nelle feste religiose e patronali del Sud Italia p. 331

Figura 10.31. La Sicilia; reinterpretazione artistica di Domenico Pellegrino p. 331

Figura 10.32. Studio del pattern utilizzato all'interno del progetto p. 331

Figura 10.33. La shared house all'interno della mostra 999. Una collezione di domande sull'abitare contemporaneo presso la Triennale di Milano p. 332

Figura 10.34. Dettagli della Shared House in Triennale p. 333

Figura 10.35. Texture della shared house ispirata all'heritage arabo di Favara p. 333

Figura 10.36. Gli spazi all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano - Credits: a14hub.com p. 334

Figura 10.37. Dettagli degli spazi all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano p. 335

Figura 10.38. Le capsule letto all'interno della Shared House di via Ventura 3 - Milano - Credits: a14hub.com p. 335

Figura 10.39. Il disastro di Miyagi nella prefettura di Fukushima nel 2011. Credits: Atelier OPA Co. Ltd e KOGAKUIN UNIVERSITY p. 336

Figura 10.40. Shelters in cartone per l'accoglienza post-disastro. Credits: Atelier OPA Co. Ltd e KOGAKUIN UNIVERSITY p. 336

Figura 10.41. Occupy TRIENNALE presso la Triennale di Milano il 22 Febbraio 2018 p. 337

Figura 10.42. 999 Codividal Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano p. 338

Figura 10.43. 999 Codividal Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano p. 339

Figura 10.44. Dettagli del 999 Codividal Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano p. 339

Figura 10.45. Scene di vita quotidiana attorno al 999 Codividal Pavilion presso il Campus di Lecco del Politecnico di Milano p. 340

Figura 10.46. Estratto da "La Provincia di Lecco". Edizione del 26 Aprile 2018 p. 341

## 11 | DTL - ATELIER DELL'ARTISTA

Figura 11.1. Vista aerea del lotto di progetto p. 345

Figura 11.2. Elaborato grafico dell'abazia di S. Gallo dal libro "Plants architecture". p. 346

Figura 11.3. Vista aerea del lotto di progetto p. 346

Figura 11.4. Foto dell'installazione artistica "il viaggio della parola" sui muri di Farm Cultural Park p. 347

Figura 11.5. Foto di una mashrabiyya araba. p. 347

Figura 11.6. Gioco d'ombra della struttura metallica con il rivestimento opalino del policarbonato p. 348

Figura 11.7. Effetto notturno del pattern di rivestimento in lamiera forata p. 349

Figura 11.8. Assonometria dei Sette Cortili con in evidenza DTL - Atelier per artisti p. 350

Figura 11.9. Render del progetto con vista sul giardino d'accesso p. 350

Figura 11.10. Planimetria di progetto inserita nel contesto occupato fuoriscala p. 352

Figura 11.11. Pianta delle coperture DTL -atelier per artisti fuoriscala p. 353

Figura 11.12. Sezione orizzontale del padiglione DTL - atelier per artisti fuoriscala p. 353

Figura 11.13. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50 p. 355

Figura 11.14. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista Scala 1:50 p. 356

Figura 11.15. Prospetto sud del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50 p. 359

Figura 11.16. Prospetto Est del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50 p. 360

Figura 11.17. Prospetto Ovest del progetto DTL - atelier dell'artista scala 1:50 p. 361

Figura 11.18. Alla pagina seguente vista renderizzata durante le notti di Favara p. 361

Figura 11.19. Assonometria strutturale con indicazioni degli elementi di campata p. 364

Figura 11.20. Abaco degli elementi utilizzati con vista del prospetto Nord scala 1:50 p. 365

Figura 11.21. Sezione trasversale di dettaglio fuoriscala p. 366

Figura 11.25. Simulazione illuminotecnica del fattore di luce diurna p. 368

Figura 11.26. Render di simulazione della luce all'interno del padiglione p. 369

Figura 11.27. Simulazione illuminotecnica della luminanza all'interno del padiglione p. 369

Figura 11.28. Layout di cantiere del montaggio delle travi di copertura p. 370

Figura 11.29. Il manifesto del padiglione Delight the Light per evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 p. 375

Figura 11.30. Serie di fotografie riguardanti l'incontro con l'azienda Scaff System presso gli stabilimenti di Ostuni p. 376

Figura 11.31. Serie di fotografie riguardanti il meeting di lavoro con l'azienda Scaff System presso gli stabilimenti di Ostuni p. 377

Figura 11.32. Prototipo in scala 1:1 della struttura del padiglione Delight the Light per il Fuorisalone di Milano p. 377

Figura 11.33. AGRAIR, il progetto dello studio Piuarc per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Piuarc p. 378

Figura 11.34. SMART SQUARE, Progetto CMR per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 p. 379

Figura 11.36. SMART BENCH, il progetto dello studio Lab23 in collaborazione con Progetto CMR per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Lab23 p. 379

Figura 11.35. RUBNER SPACESHIP, il progetto dell'architetto Cesare Griffa in collaborazione con Rubner and IED di Torino per l'evento INHABITS Milano Design City per il Fuorisalone 2018 - Photo credits Sebastiano Pellion di Persano p. 379

Figura 11.37. Layout distributivo del padiglione Delight the Light al Fuorisalone p. 380

Figura 11.38. Nelle due pagine successive foto diurna del

padiglione sul fondo di largo Cairoli p. 380

Figura 11.39. Vista del fronte verso largo Cairoli. La social bench verso la piazza e la panca Zaha di D3wood p. 384

Figura 11.40. Vista serale del fronte verso largo Cairoli. Passanti che utilizzano la Social Bench per riposare e chiacchierare p. 385

Figura 11.41. Vista diurna dell'ingresso del padiglione con lo sfondo della torre del Beltrami di Castello Sforzesco p. 386

Figura 11.42. Vista notturna di DTL e Castello Sforzesco. Il padiglione diventa una vera e propria lanterna colorata p. 387

Figura 11.43. Dettaglio dell'interno. Postazione lavorono con piano di lavoro DEWood e sedie in lamiera forata colorata di Officinie Tamborrino. Illuminazione Foscarini p. 388

Figura 11.44. Vista dell'interno della sala. Gli arredi dai colori intensi e saturi contrastano con l'aspetto algido e pulito dell'architettura p. 389

Figura 11.45. Vista di dettaglio di una postazione lavoro p. 391

Figura 11.46. Contrasto tra il caldo color mielato del cedro dei piani D3Wood e la lamiera degli arredi Tamborrino p. 391

Figura 11.47. Foto interna del padiglione. Le aperture zenitali e il rivestimento traslucido in policarbonato crea un ambiente luminoso brillante e omogeneo, ideale per il lavoro da scrivania p. 391

Figura 11.48. Foto della struttura in fase di montaggio p. 394

Figura 11.49. Foto della fase di fissaggio delle travi di copertura p. 395

Figura 11.50. Pagine seguenti. Serie di foto che riportano tutte le fasi del montaggio p. 395

Figura 11.51. Schematic design del padiglione p. 398

Figura 11.52. Analisi illuminotecnica con confronto tra simulazioni di progetto e rilevazioni in sito. p. 399

Figura 11.53. Foto a fine delle operazioni di smontaggio con Diego Tanzariello di scaff System, Titino e Piero i due montatori esperti di Scaff System p. 400

Figura 11.55. Foto del sito di progetto di scorcio e della biblioteca limitrofa. p. 402

Figura 11.54. Foto frontale del sito di progetto p. 402

Figura 11.56. Planivolumetrico di inserimento del padiglione p. 403

Figura 11.57. Prospetto d'ingresso in scala 1:50 p. 404

Figura 11.58. Vista renderizzata dell'ingresso p. 405

Figura 11.59. Planivolumetrico di copertura in scala 1:100 p. 406

Figura 11.60. Pianta del padiglione in scala 1:100 p. 406

Figura 11.61. Prospetto nord in scala 1:50 p. 406

Figura 11.62. Vista renderizzata del prospetto nord del padiglione p. 406

Si precisa che i credits fotografici di tutte le immagini nel Book A3 fanno riferimento alla relazione.

## RINGRAZIAMENTI

Giunti al termine del percorso accademico, vogliamo soffermarci sul ringraziare professori, professionisti e colleghi, che insieme hanno condiviso ed arricchito la nostra crescita professionale e personale. In particolare al:

**Prof. Marco Imperadori**, guida appassionata e sempre stimolante che, credendo in noi, ci ha trasmesso in ogni occasione la sua passione, la sua esperienza e soprattutto la voglia e la curiosità di scoprire e approfondire ogni aspetto del nostro lavoro. Grazie al modo in cui ci ha spronato e spinto a dare quel massimo che lui ha sempre ritenuto fosse alla nostra portata. Grazie per averci fatto toccare con mano, come la realtà delle cose sia diversa dallo schermo di un computer, e come, nella sua infinita difficoltà, sia la più bella sfida che si possa affrontare.

**Ing. Graziano Salvalai** e **l'Ing. Marta Sesana**, con i quali per, la prima volta, ci siamo approcciati alla ricerca universitaria condividendo l'esperienza nel laboratorio del R3Lab.

**Ing. Giulio Zani**, per la disponibilità, la professionalità e la pazienza con i quali ci ha guidati nell'approccio alle strutture e alla comprensione delle complesse analisi legate.

**Prof. Salvator-John A. Liotta** e allo studio **Laps Architecture**, un grazie sentito per le innumerevoli esperienze stimolanti che abbiamo condiviso, dal workshop a Favara, al concorso urbanistico "Sharing the in-betweenes" passando per la mostra 999 in Triennale.

**Prof. G. Masera**, grazie per essere stato fin dal secondo anno un punto di riferimento per la nostra avventura accademica, per la disponibilità, i consigli e gli spunti di riflessioni che è sempre stato felice di darci, cercando di arginare la nostra infinita ignoranza.

**Andrea Bartoli** e **Florinda Saieva** e con loro le incredibili persone che rendono Farm un'esperienza unica, grazie per averci accolti e coccolati per ben due volte nei Sette Cortili ormai divenuti una seconda casa.

**Scaff System** nella figura di **Licio Tamborrino**, per averci permesso di vedere per la prima volta la concretizzazione di un progetto concretizzato e per l'esperienza formativa della visita in azienda.

Al PhD scolar Ing. **Federica Brunone**, che con tutti i suoi titoli nobiliari ha condiviso le giornate, i bei momenti ,come quelli più difficili tra il cleaneo del VELUXLab aiutandoci in tutti i nostri progetti e rimanendoci sempre vicina nei suoi viaggi, anche solo grazie a team viewer.

Un grazie poi a tutti i nostri compagni e colleghi, con i quali abbiamo vissuto momenti irripetibili ed in particolare a **Federica, Clara, Coraly** e **Lucia** con le quali abbiamo condiviso sei anni di università tra lezioni, nottate interminabili e uscite insieme, tra momenti di sconforto e felicità, grazie per esserci state sempre e comunque pronte a supportarci e sopportarci.

## [ANDREA]

Arrivato a questo importante traguardo voglio ringraziare per primi, i miei genitori a cui dire grazie è troppo semplice, quasi riduttivo a confronto del supporto incondizionato, dell'affetto con cui mi hanno sempre aiutato e spronato. Li ringrazio per tutte le opportunità che mi hanno assicurato, sempre con gioia malgrado i sacrifici, li ringrazio insomma per esserci sempre stati, non importa quanto lontani.

Grazie anche a mia sorella Elisa e a Jacopo, in ogni occasione, mi sono stati di supporto in questi anni con fiducia e affetto. Un grazie, per essersi sorbiti ogni sfogo sempre con parole di conforto.

Un grazie ai miei amici che anche sono sempre stati al mio fianco anche quando scomparivo per gli esami e per le consegne. In particolari ai miei compagni di avventura. Massi e Chiara, grazie. Per quanti chilometri siamo sempre riusciti a mettere tra noi, siamo sempre stati capaci di vederli come una scusa per prendere il prossimo aereo.

Un ringraziamento anche alla mia famiglia d'adozione, a Luciana e a Cora che, per quanto nera e densa fosse la "nube" del momento, hanno sempre dimostrato, con una risata e un abbraccio, che dopo la tempesta c'è sempre il sereno.

Infine, un grazie ai miei compagni di viaggio. Avete sempre sopportato i miei lievi attimi di pazzia. Grazie quindi, per avermi accompagnato passo dopo passo in questi anni. Le nostre peripezie rimarranno con me per sempre, consapevole che durante questo tragitto siamo cambiati, tra una risata, un litigio e mille parole non dette, sempre insieme e uniti, imparando e crescendo senza accorgercene. A Marco e Luca, i miei prodi amici, grazie. Sono sicuro che tra un po' di tempo mi mancherà non vedervi più ogni giorno per 20 ore su 24. Vi voglio bene.

## [LUCA]

Un grazie va a mia Mamma e mio Papà, per avermi sempre sostenuto e incoraggiato, per essere esempio di passione e correttezza nel mondo del lavoro e nella vita permettendomi realizzare ciò che volevo. A loro il merito di avermi sempre spinto a fare ciò che desideravo, senza mai smettere di credere in me e nelle mie capacità. Un ringraziamento va anche a mia sorella Sara e alla mia nipotina, Matilde in grado di strapparmi sempre un sorriso anche nei momenti più duri del percorso universitario.

Agli amici di una vita, al Belgio e alle persone meravigliose conosciute durante i 10 mesi di studio all'estero: a loro devo una ritrovata capacità di mettermi in gioco, affrontando la vita con la faccia tosta necessaria per superare qualsiasi difficoltà. Un ringraziamento particolare va a Giuditta, Eugenia, Arnaud e Alessandra che hanno condiviso con me innumerevoli "béfore" e birre accompagnate da risate infinite.

A tutte le persone conosciute durante il percorso universitario, con cui ho condiviso paure, sogni e risate ma, soprattutto, la passione per questo mestiere.

Infine, un ringraziamento speciale va ai miei compagni di tesi, Marco e Andrea, amici con cui ho condiviso tutti i giorni di duro lavoro necessario per arrivare fino a questo importante traguardo, ma anche imperdibili giornate insieme divertendoci.

## [MARCO]

Grazie a mia Mamma e mio Papà per avermi dato la possibilità di raggiungere questo importante traguardo, per avermi sostenuto ed incoraggiato sempre e comunque in tutte le situazioni, per aver sempre creduto in me e nelle mie capacità anche nei momenti più difficili; la loro passione impegno e dedizione sono per me da esempio oggi come in futuro.

Grazie a mio fratello Mauro per la sua stima nei miei confronti, che mi ha sempre spinto a dare il massimo senza fermarmi alle prime difficoltà, inseguendo sempre sogni ed aspirazioni.

Grazie ai miei nonni, che tanto avrebbero voluto che questo giorno così speciale si realizzasse, per i loro insegnamenti di vita fatti di gesti semplici, ma autentici, per avermi sempre sostenuto e per aver creduto in me

Un ringraziamento speciale per una persona speciale, Lilli per esserci sempre stata al mio fianco supportandomi e sopportandomi, per le sue parole di conforto nei momenti più difficili e per aver sempre creduto nelle mie capacità spingendomi a dare sempre il meglio.

Grazie a tutti gli amici di una vita che nonostante la lontananza da casa, mi hanno fatto sempre sentire come se non fosse mai cambiato nulla; grazie a Federica, Martina, Sara e Francesca sempre pronte a regalarmi momenti di disintossicazione dal troppo studio. Grazie alle amiche di infanzia Francesca e Cristina in grado di sostenermi nei momenti del bisogno senza mai tirarsi indietro.

Grazie a tutte le persone conosciute durante il percorso universitario, con cui ho condiviso momenti importanti di questa esperienza

Ed infine, grazie ai miei compagni di tesi, Andrea e Luca, amici sinceri con i quali ho condiviso questa fantastica avventura, per avermi sopportato in tutti questi anni e per i bellissimi momenti passati assieme, che ricorderò per tutta la vita.

