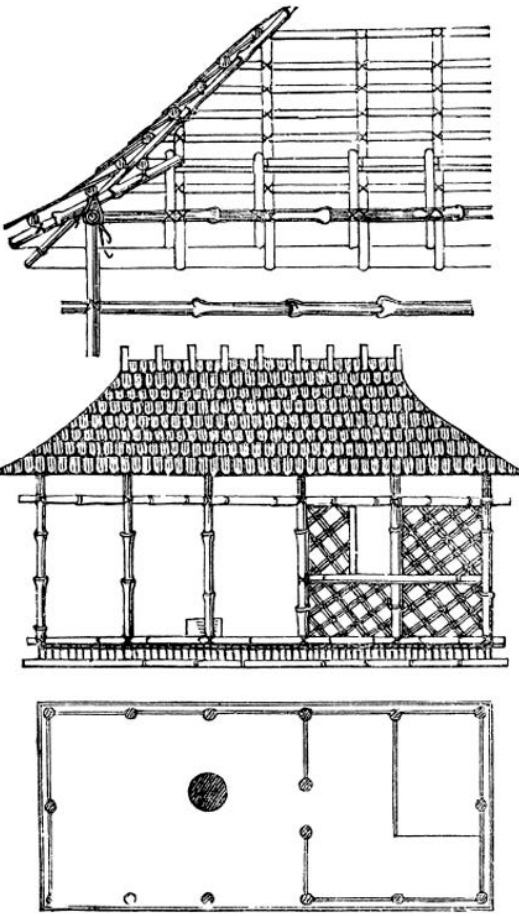
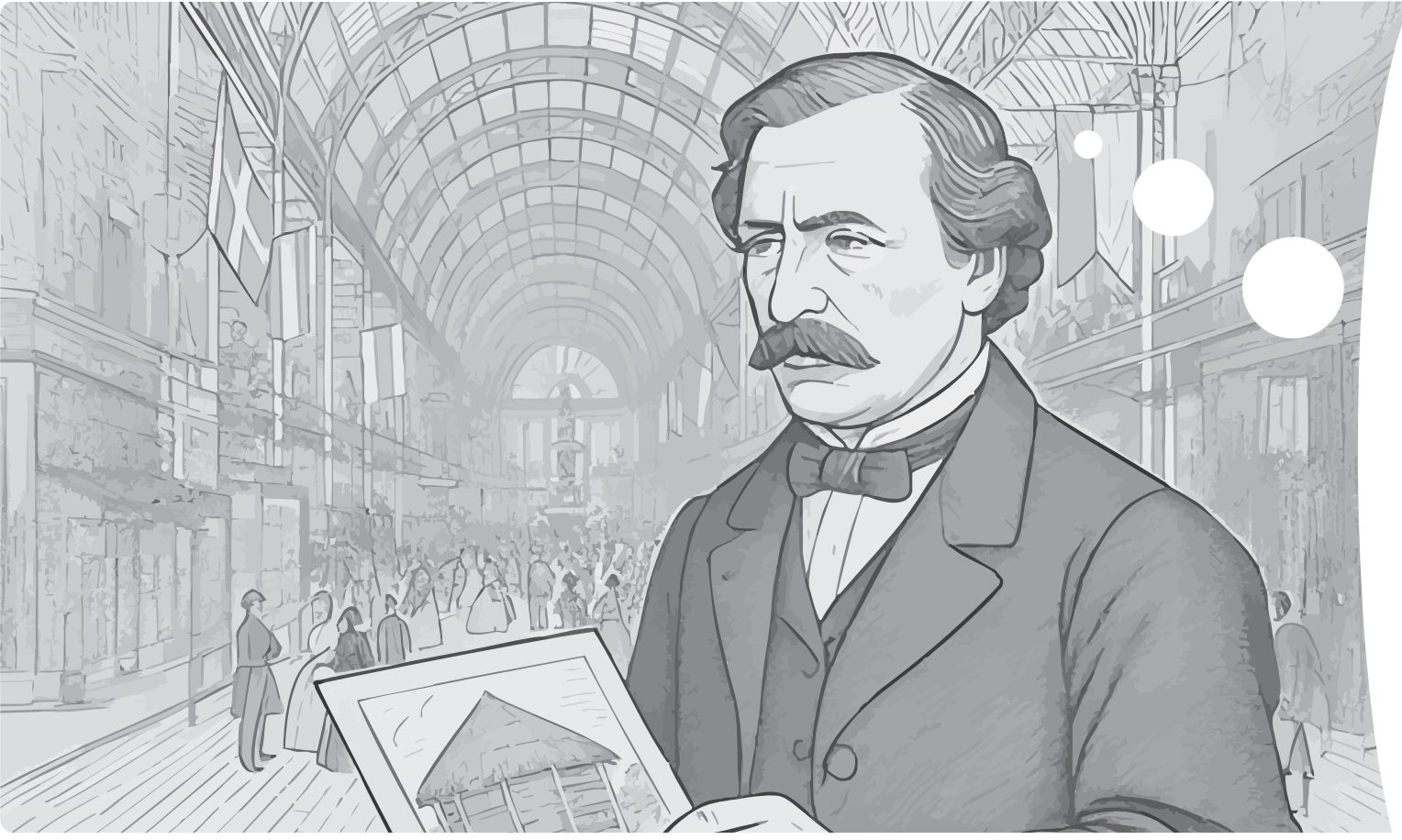
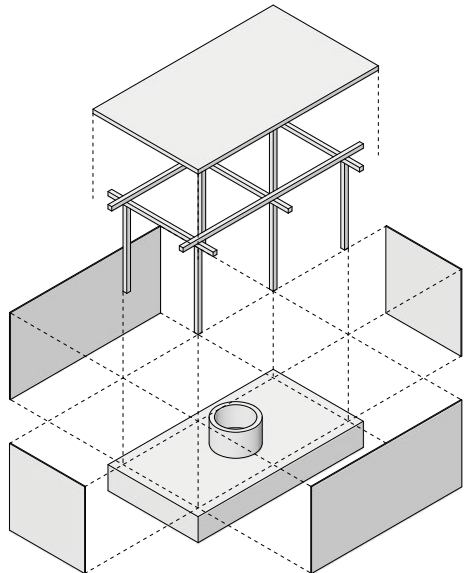


SEMPER E LA CAPANNA CARAIBICA



Osservando la capanna caraibica esposta all'Esposizione Universale di Londra del 1851, Semper individua quattro categorie primarie che costituiscono l'essenza di ogni costruzione indipendentemente dal materiale, dallo stile o dalla cultura.

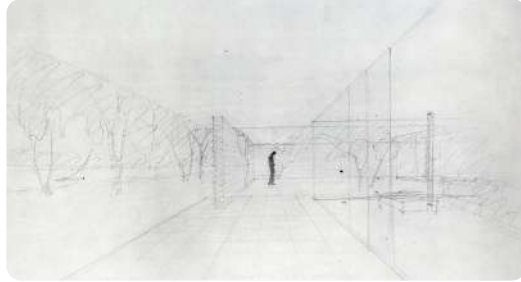
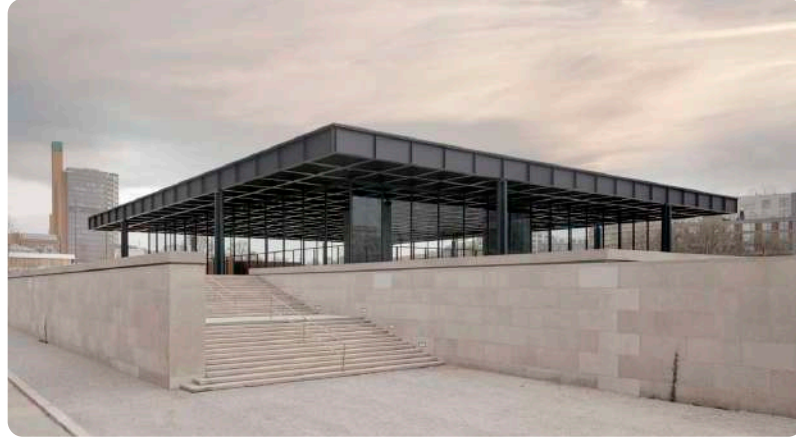
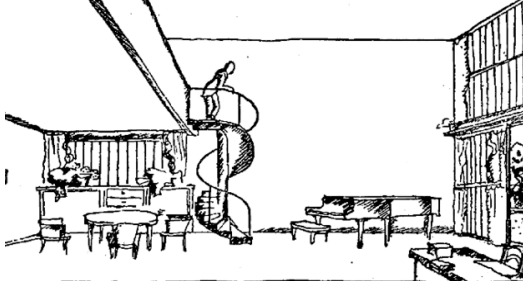
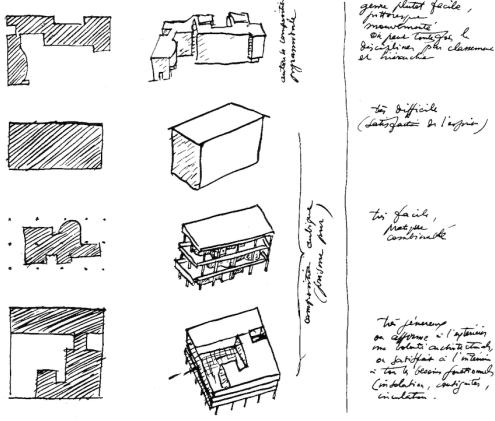
	Materiali	Tecnica	Elementi fondamentali dell'architettura
	Creta	Ceramica	Focolare (luogo dello stare)
	Legno	Carpenteria (tettonica)	Sostegni e tetto
	Tessuto	Tessitura	Recinto
	Pietra	Arte muraria (stereotomia)	Sostruzioni



È possibile proporre un'ulteriore riflessione sul ruolo degli elementi dell'architettura, in particolare il basamento, che contiene l'atto primordiale di fondazione dell'architettura, ci riconduce alla logica della stereotomia, alla plasmatura della pesantezza, mentre la tettonica si scardina dal proprio significato etimologico (tektoniké, arte del costruire), identificando con la carpenteria sistemi costruttivi discreti basati sul paradigma dell'assemblaggio, ma comunque regolatori del dispositivo spaziale.

COSTRUZIONE PESANTE VS COSTRUZIONE LEGGERA

Nel Novecento, il contrasto tra architettura leggera e architettura pesante è stato uno dei temi centrali della sperimentazione e dell'evoluzione del linguaggio architettonico. Questo dualismo si è declinato non solo in termini di materiali (leggeri vs. massicci), ma anche in termini di ideologia progettuale, estetica, tecnologia e rapporto con il contesto. Mentre l'architettura pesante si declinava in strutture portanti monolitiche ed era più adatta a temi di monumentalità e di sacralità, l'architettura leggera si concentrava sulle ricerche sperimentali sviluppando tipologie edilizie che privilegiano la flessibilità spaziale, la semplicità del trasporto dei componenti, nonché la previsione della reversibilità delle strutture. La ricerca della leggerezza, al contrario delle costruzioni massive, conduce inevitabilmente all'utilizzo del telaio e di elementi di tamponamento caratterizzati da facilità di impiego, montaggio e smontaggio.



INNOVAZIONI DIGITALI IN NEL CAMPO DELL'ARCHITETTURA

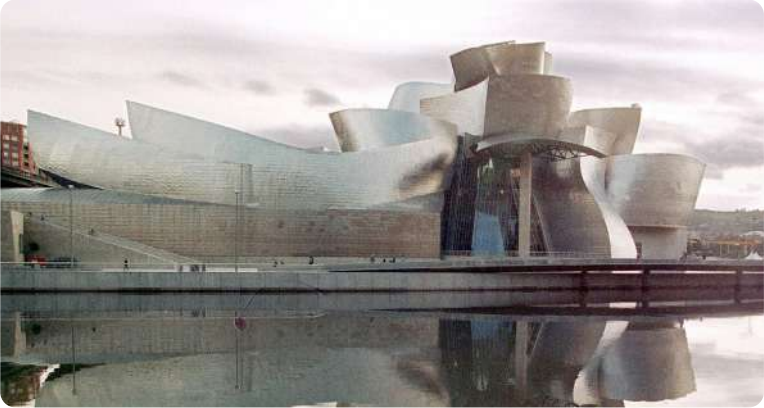
DIGITAL WORKFLOW

RICERCA

PROGETTAZIONE

PRODUZIONE

ASSEMBLAGGIO



Nel corso degli anni '80 la comparsa dei primi software CAD innaugura un continuo processo di digitalizzazione, i tools informatici evolvono rapidamente e sono in grado di gestire geometrie più complesse, parametrizzate e simulare comportamenti strutturali. La 4ª Rivoluzione industriale rimpiazza la standardizzazione e la produzione in serie con processi di customizzazione. Tuttavia, in questa fase pionieristica in cui l'innovazione rimane confinata nell'ambito della progettazione, solo nelle sperimentazioni più recenti si comprendono le potenzialità dei nuovi processi produttivi.

LA CAPANNA DIGITALE

TETTONICA (CNC)

Ad oggi le macchine a controllo numerico sono accessibili dalla maggior parte delle falegnamerie specializzate, ciò rende la produzione degli elementi discreti un'opportunità, già molto approfondita, per una nuova tettonica digitale, basata su reversibilità, assemblaggio di componenti e precisione costruttiva.

Meditation House in The Forrest

KENGO KUMA & Associates / Germania / 2018

Pubblico



De Stripmaker

WIKI HOUSE / Olanda / 2021

Residenza



STEREOTOMIA (3DCP)

In un ipotetica digitalizzazione dei processi di plasmatura del materiale, la stampa additiva ha il potenziale per riassumere le capacità stereotomiche e rapportarsi con un'idea di "Mass Customization". La stampa 3D del calcestruzzo trova ancora difficoltà nell'affermarsi in ambito edilizio, la tecnologia ancora in sviluppo e i limiti tridimensionali del materiale si interfacciano con una ancora incompleta regolamentazione e spesso la risultante dei progetti stampanti è la "brandizzazione" del materiale innovativo, il monolite stampato in 3D è la soluzione alla maggior parte delle sperimentazioni odierne.

TECNOLOGIE

- Robot a portale
- Sistema a cavo
- Braccio robotico

MATERIALI

- Miscela cementizie
- Miscela a base di Calcestruzzo
- Miscela a base di terra cruda

PROCESSI

- Stampa monolitica
- Stampa a segmentazione orizzontale
- Stampa a segmentazione verticale
- Stampa discreta

3D Housing 05

ARUP e CLS Architetti / Milano / Giugno 2018

Residenza | Esposizione



Project Milestone

HOUBEN & VAN MIERLO ARCHITECTEN / Paesi Bassi / 2021

Residenza



First Community of 3D Printed Homes

FUSEPROJECT / Messico / 2019

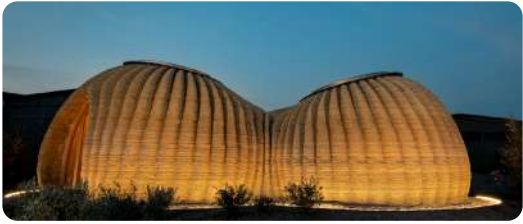
Residenza



TECLA

Mario Cucinella Architects, TECLA Technology and Clay e WASP / Italia / 2021

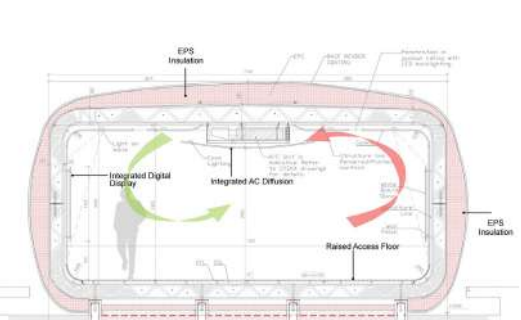
Residenza



Office of the future

KILLA DESIGN / Dubai / 2017

Pubblico



The Genesis Collection at Wolf Ranch

BIG e ICON / Texas / 2023

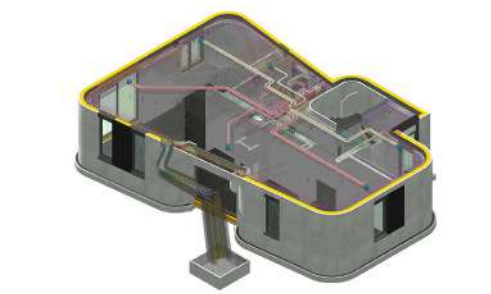
Residenza

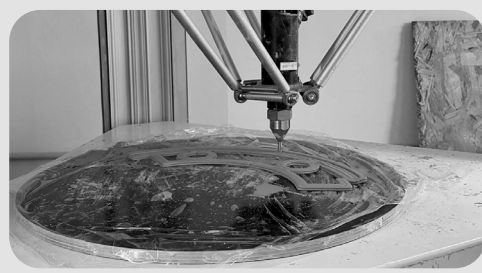
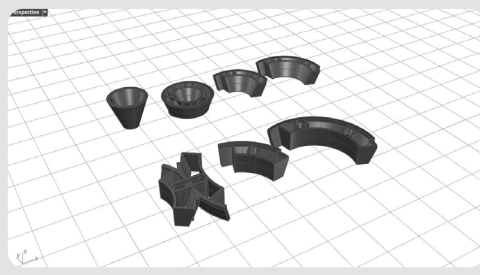


House Beckum

MENSE-KORTE INGENIEUR+ARCHITEKTEN / Germania / 2020

Residenza





PARADIGMA, IBRIDAZIONE

L'architettura leggera contiene in sé una cultura millenaria che si è evoluta fino ai giorni nostri per essere efficace e raffinata. Contrariamente, l'architettura pesante in epoca digitale ha bisogno di essere riprogettata, attraverso anche delle tecniche derivanti dalle sperimentazioni tettoniche; la discretizzazione diventa un tema interessante poiché, a differenza della prefabbricazione del novecento, oggi la stampa 3D ci consente di rendere il giunto più sofisticato, risparmiare materiale ottimizzando la forma e riusare materiali derivanti dalle demolizioni come inerti nelle miscele. Un pensiero digitale si deve fare carico di un nuovo paradigma l'ibridazione e alcune sperimentazioni fanno ben sperare.

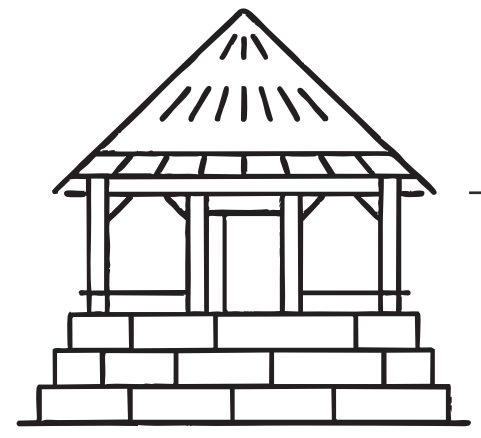
House Zero
LAKE | FLA / Texas / 2022
Residenza



Ashen Cabin
HANNAH / Ithaca, New York / 2019
Residenza



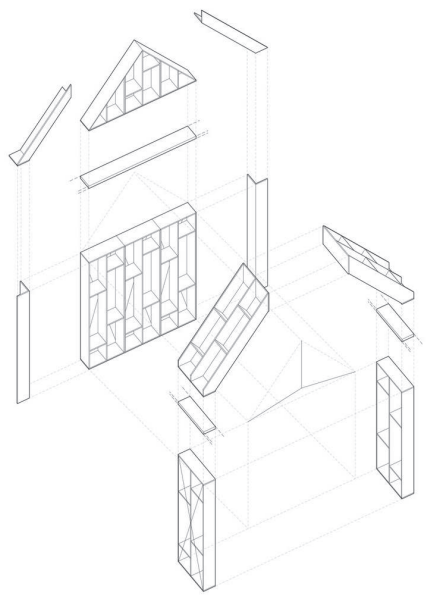
OBIETTIVI



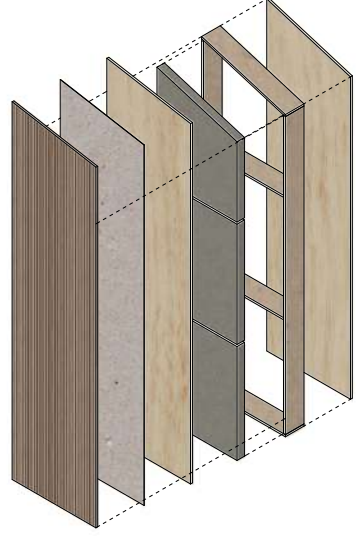
- Ibridazione
- Discretizzazione
- Customizzazione
- Design for disassembly
- Riduzione costi e tempi
- Off-site
- Minimo impatto
- Design by machine

TETTONICA DIGITALE

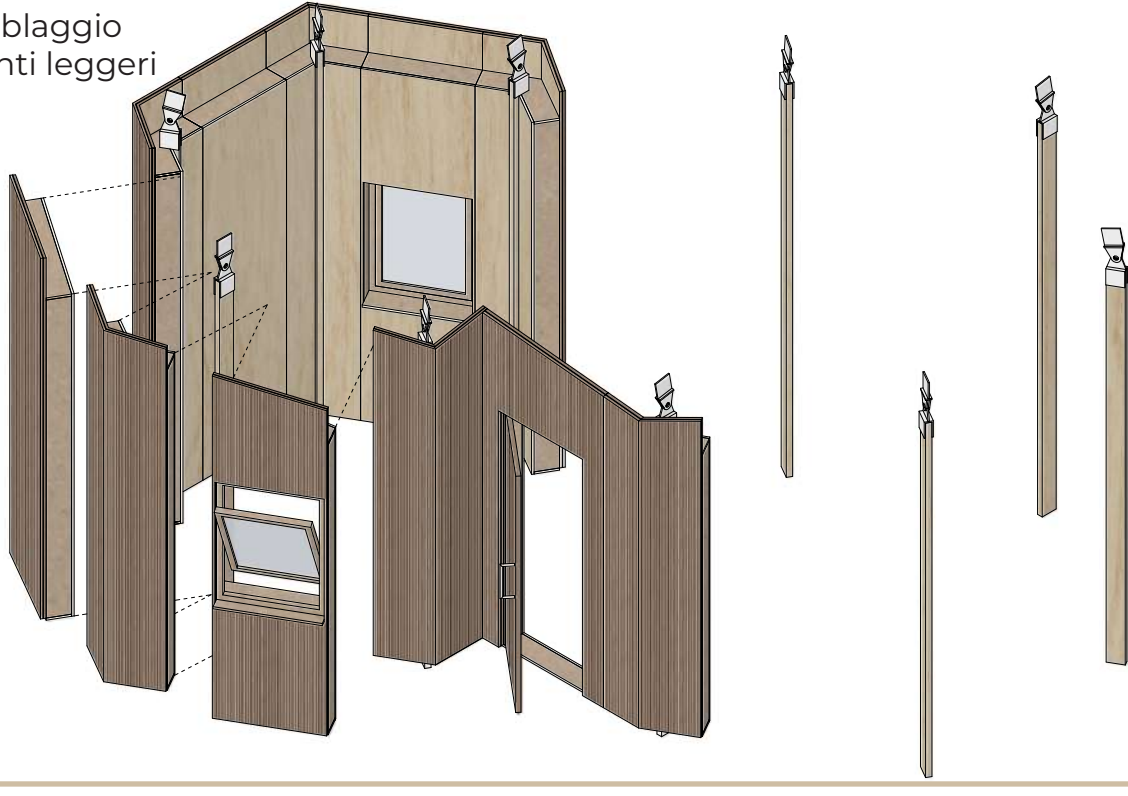
Plug-in
UNIVERSITÀ TECNICA DI BERLINO / Berlino / 2018
Pubblico



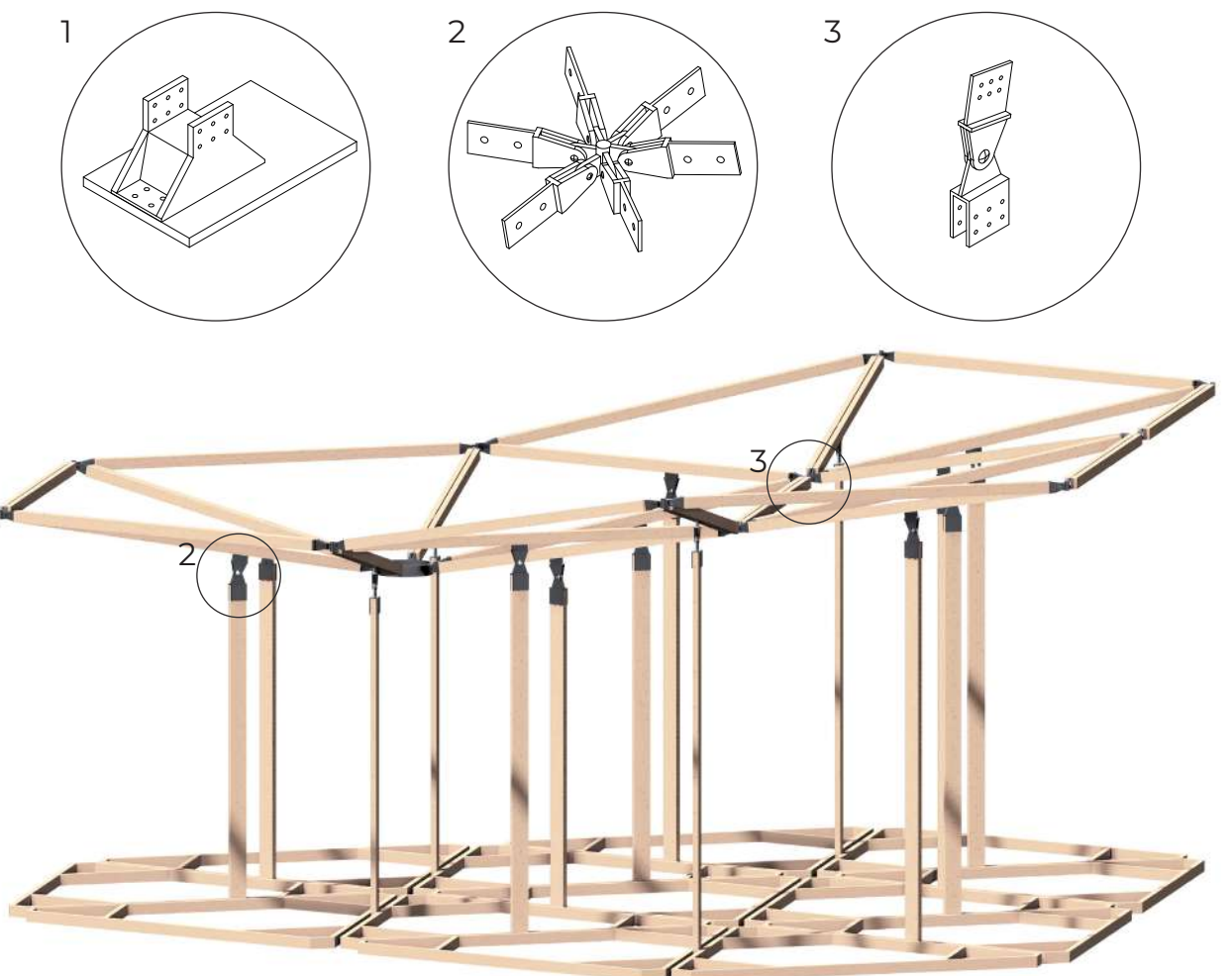
Esploso parete leggera



Assemblaggio elementi leggeri

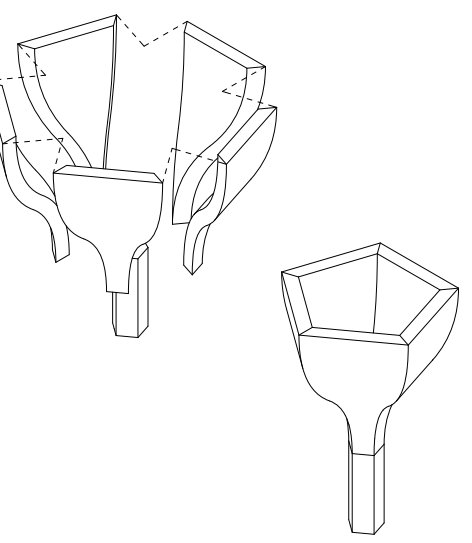


ESPLOSO STRUTTURA

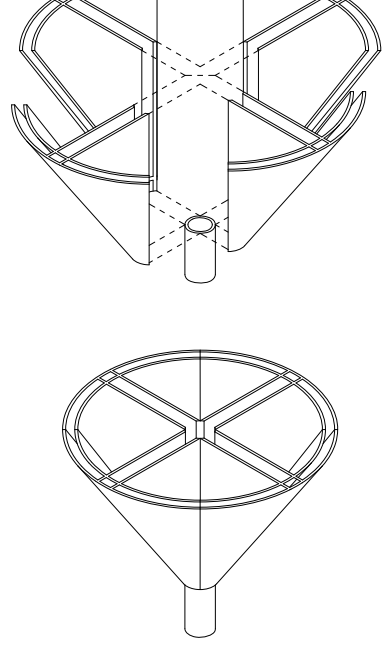


STEREOTOMIA DIGITALE

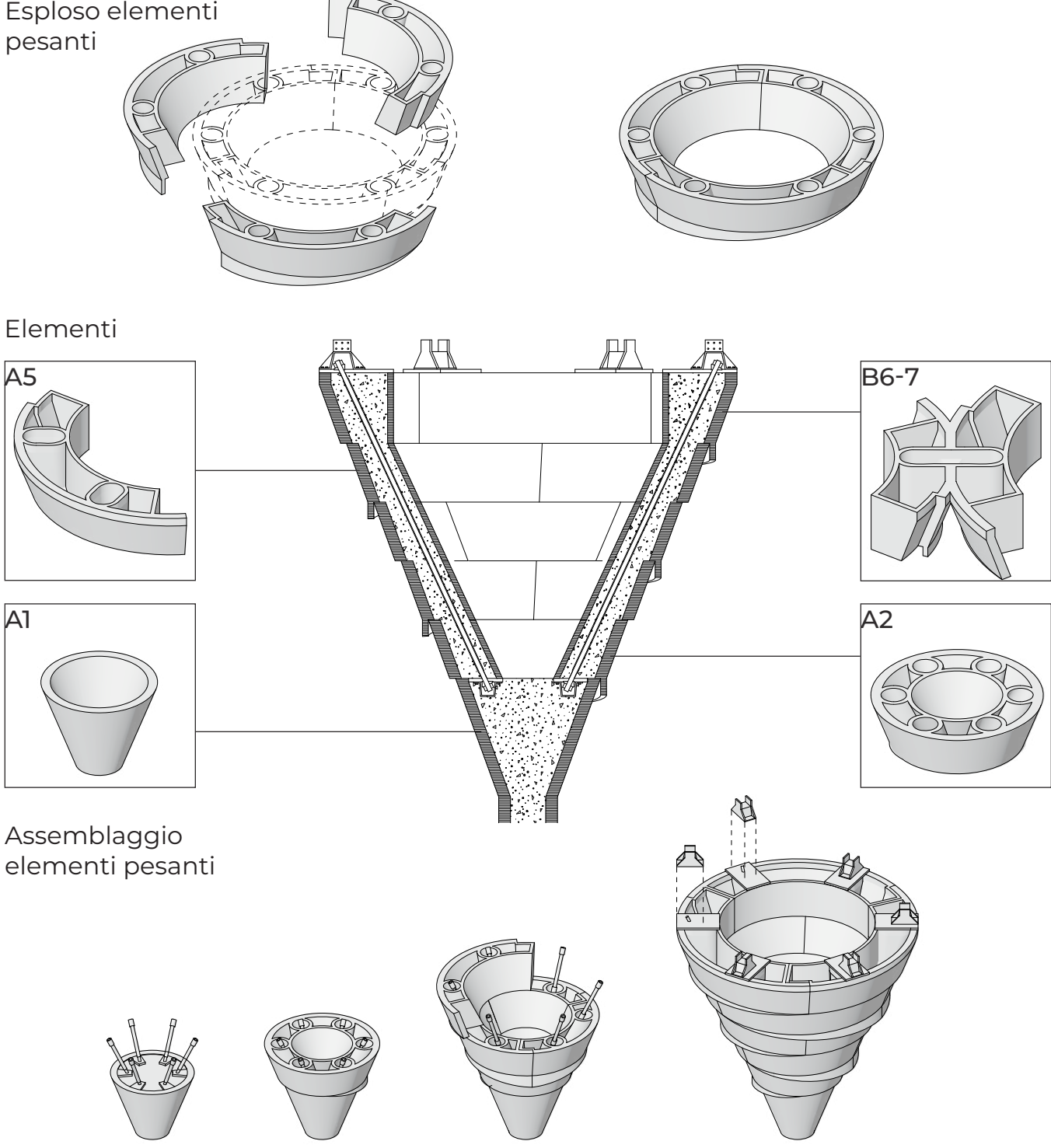
Little Island
HEATHERWICK STUDIO + MNLA / New York / 2021
Pubblico



Primi approcci



Approccio finale



OCCASIONE DI PROGETTO

L'area delle Marche, e in particolare l'entroterra montano e collinare dove si trova Cessapalombo (MC), è situata nel versante interno dell'Appennino centrale, una zona ad alta sismicità in Italia. Il comune di Cessapalombo presenta un tessuto edilizio misto con centri storici con edifici in muratura portante tradizionale, presenza di abitazioni in cemento armato e strutture agricole e rurali.

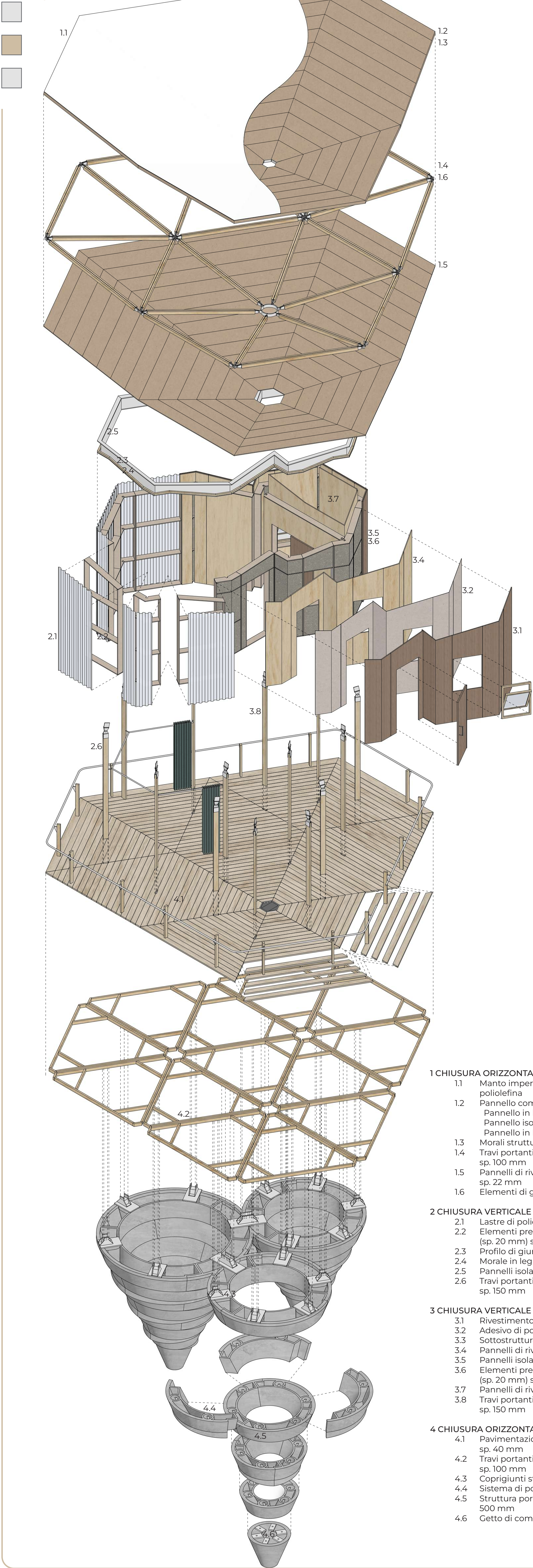
A seguito del sisma, molti edifici sono stati dichiarati inagibili e diverse strutture sono state demolite per ragioni di sicurezza o impossibilità di recupero.

Nel 2022 il comune di Cessapalombo ha emesso un Piano urbanistico attuativo di ricostruzione (Pua) in Contrada Valle dove, oltre alla ricostruzione dell'intera frazione, ha previsto la costruzione di un Info-Point realizzato con tecnologie all'avanguardia.

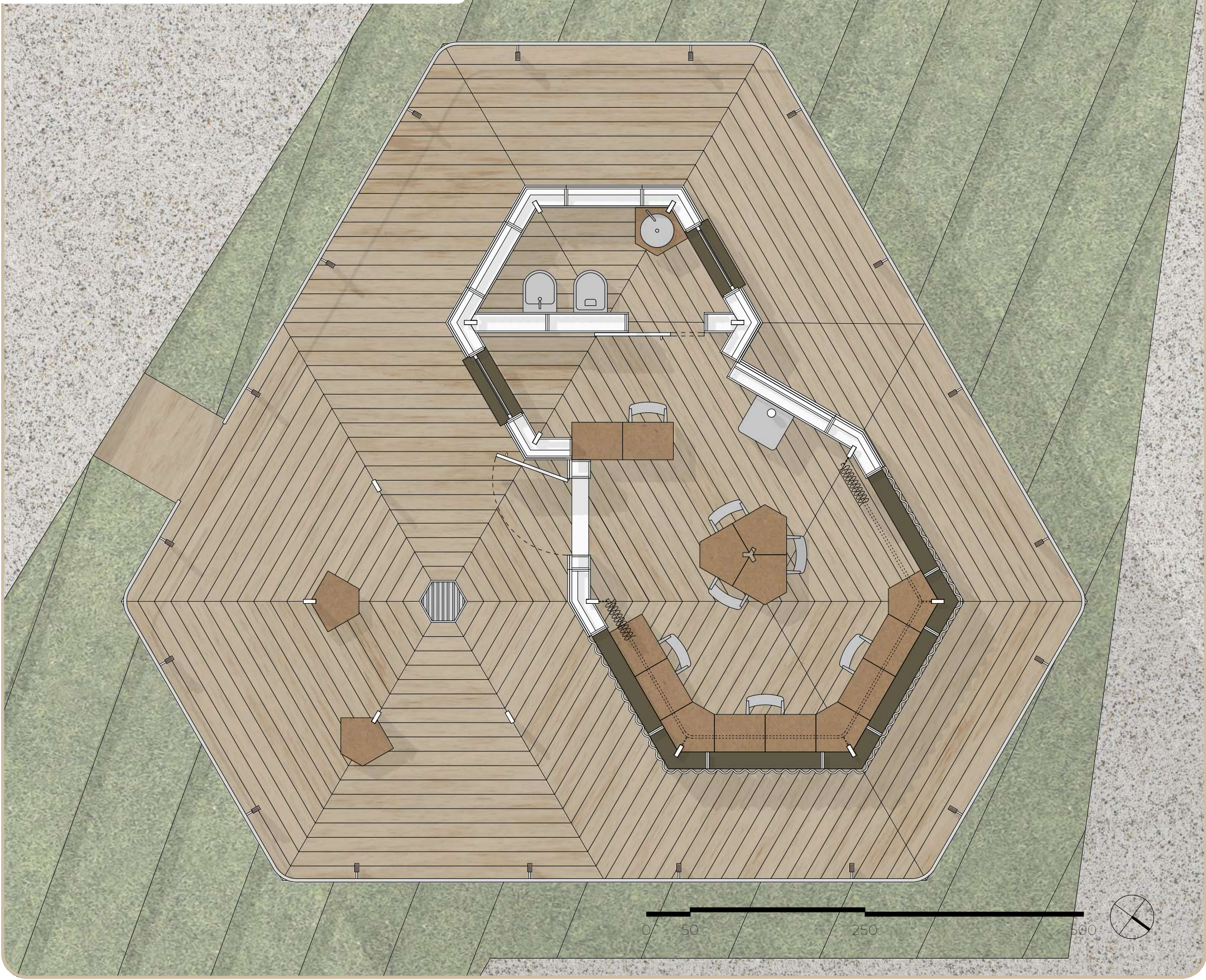
La demolizione ha prodotto grandi volumi di macerie eterogenee con difficoltà proprio nello smaltimento, spesso dovuta a una rete viaria secondaria non dimensionata per un flusso intenso di mezzi pesanti e una dislocazione dei centri di raccolta troppo lontani rispetto al sito di produzione delle macerie. Le macerie da sisma sono classificate dal codice C.E.R come rifiuti speciali non pericolosi, ma con presenza occasionale di componenti pericolosi (amianto, piombo, vernici).



SISTEMA COSTRUTTIVO
Esploso assonometrico



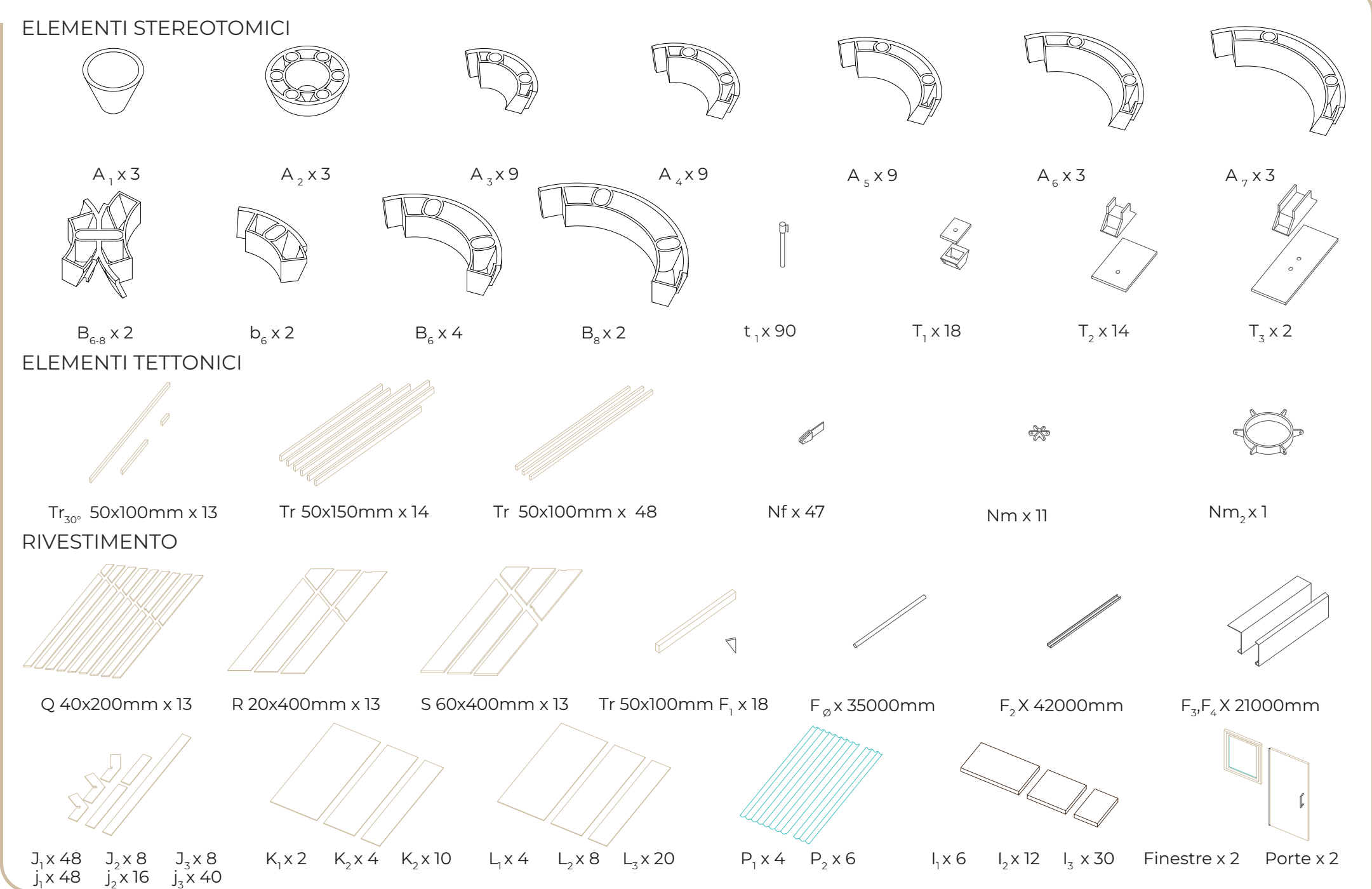
DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI
Pianta scala 1:50



VERSATILITÀ DEGLI SPAZI



KIT OF PART

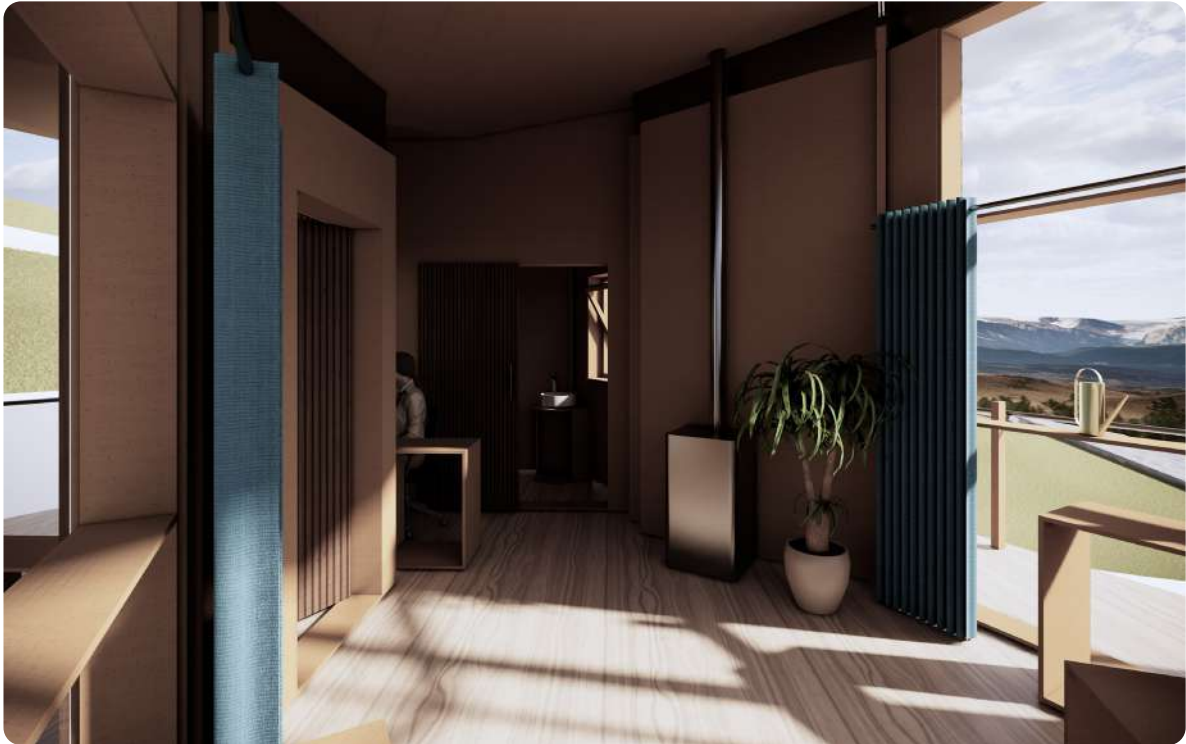


- 1 CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE sp. 241 mm**
- 1.1 Manto impermeabile sintetico di rivestimento in poliolefina
 - 1.2 Pannello composto da:
 - Pannello in legno di larice sp. 20 mm
 - Pannello isolante in sughero sp. 20 mm
 - Pannello in legno di abete sp. 20 mm
 - 1.3 Morali strutturali in legno di abete sp. 40 mm
 - 1.4 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 100 mm
 - 1.5 Pannelli di rivestimento in cementolegno (Betonwood) sp. 22 mm
 - 1.6 Elementi di giunzione in alluminio
- 2 CHIUSURA VERTICALE TRASPARENTE sp. 10mm**
- 2.1 Lastre di policarbonato alveolare ondulato sp. 10 mm
 - 2.2 Elementi prefabbricati strutturali pannelli di abete (sp. 20 mm) sp. 200 mm
 - 2.3 Profilo di giunzione in alluminio sp. 5 mm
 - 2.4 Morale in legno a sezione quadrata sp. 50 mm
 - 2.5 Pannelli isolanti termoacustici in sughero sp. 40 mm
 - 2.6 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 150 mm
- 3 CHIUSURA VERTICALE OPACA sp. 248 mm**
- 3.1 Rivestimento in listelli di pino impregnato sp. 20 mm
 - 3.2 Adesivo di posa sp. 3 mm
 - 3.3 Sottostruttura in rete in fibra di vetro sp. 1 mm
 - 3.4 Pannelli di rivestimento in cementolegno sp. 22 mm
 - 3.5 Pannelli isolanti termoacustici in sughero sp. 80 mm
 - 3.6 Elementi prefabbricati strutturali in pannelli di abete (sp. 20 mm) sp. 200 mm
 - 3.7 Pannelli di rivestimento in legno di abete sp. 2 mm
 - 3.8 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 150 mm
- 4 CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE sp. 140 mm**
- 4.1 Pavimentazione in lastre di legno di rovere trattato sp. 40 mm
 - 4.2 Travi portanti in legno d'abete a sezione rettangolare sp. 100 mm
 - 4.3 Coprigiunti strutturali in acciaio modellati sp. 10 mm
 - 4.4 Sistema di post-tensionamento Freyssibar Ø 20 mm
 - 4.5 Struttura portante con elementi stampati in CLS h. 500 mm
 - 4.6 Getto di completamento in CLS ad alte prestazioni

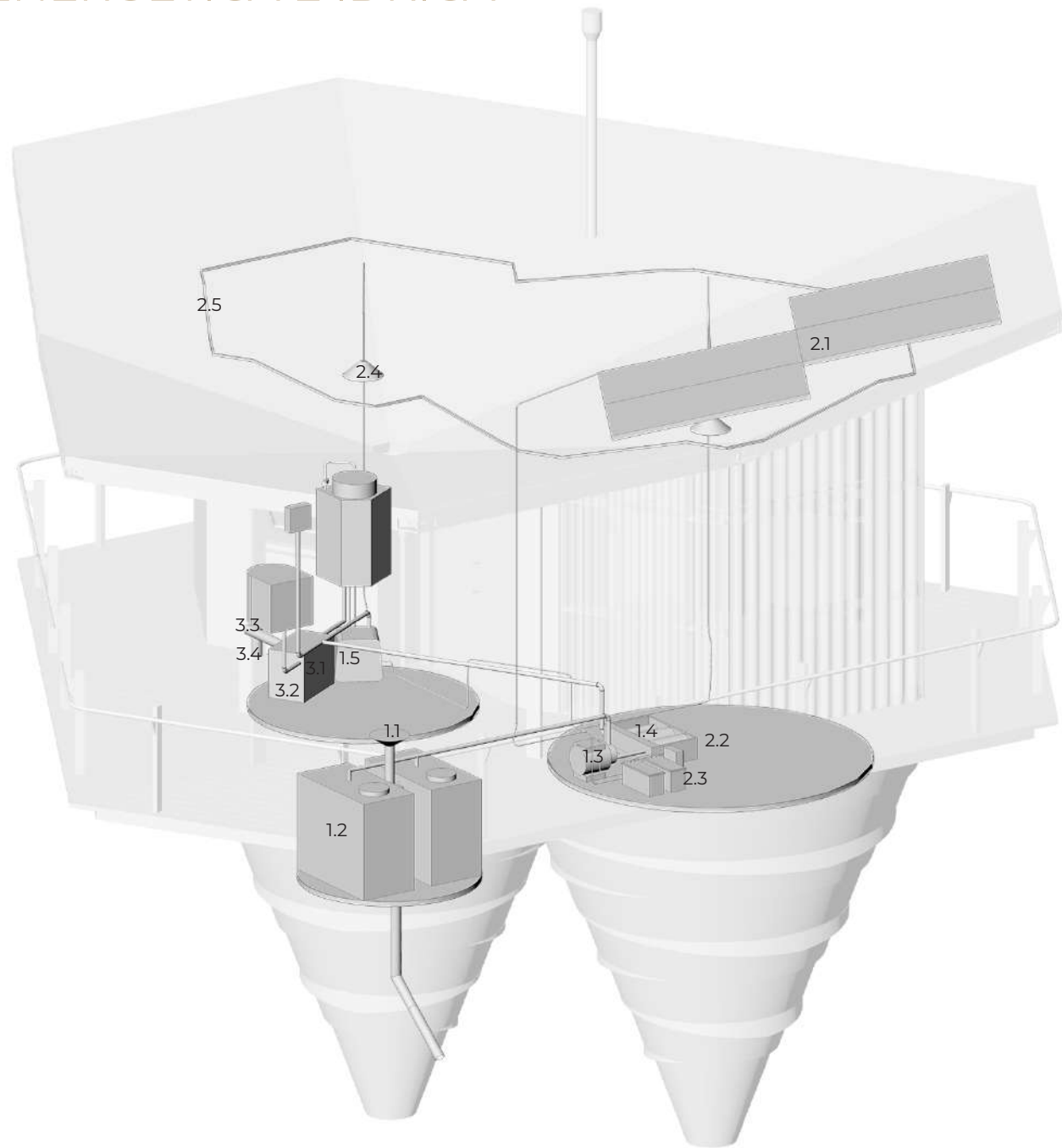
LEGNO DI ABETE	Bio-based Coltura Riciclabile Marche	LISTELLI IN LEGNO	Bio-based Coltura Riciclabile Marche	LEGNO DI ROVERE	Bio-based Coltura Riciclabile Marche
CLS STAMPATO	Neo-classici Riciclo Riutilizzabile Marche	ACCIAIO	Neo-classici Riciclo Riciclabile Umbria	POLICARBONATO	Neo-classici Riciclo Riciclabile Lombardia

ESECUTIVO

	PESO MATERIALI	COSTO MATERIALI	COSTO MATERIALI
STEREOTOMIA			
-Calcestruzzo stampato	9.51 m³	22.82 ton	300.00 €*m³
-Inerti	4.07 m³	9.768 ton	45.60 €*m³
-Getto di completamento	12.53 m³	30.07 ton	150.00 €*m³
-Sistema Post-tensione Freyssbar	x90	225 kg	30.00 € al pz
-Coprigiunti in acciaio	x34	2720 Kg	1000.00 € al pz
TETTONICA			
-Listelli in legno d'abete 50x100x3000 mm	x110	825 Kg	10.00 € al pz
-Travetti in legno d'abete 50x150x4000 mm	x14	400 Kg	40.00 € al pz
-Giunti in alluminio	x59	660 Kg	35.00 € al pz
RIVESTIMENTO			
-Listelli in legno di rovere 40x170x3050 mm	x160	2400 Kg	50.00 € al pz
-Pannelli in cementolegno 20x1250x3200 mm	x28	3024 Kg	17.45 €*m²
-Pannelli Sandwich con anima in sughero rivestita in legno d'abete 60x1200x1800 mm	x52	2475 Kg	150 € al pz
-Pannelli in legno d'abete 20x2000x5000 mm	x25	2650 Kg	140.00 € al pz
-Listelli di legno di pino impregnato 20x94x4200 mm	x140	826 Kg	18.50 € al pz
-Pannelli isolanti in sughero 100x500x1000mm	x60	330 Kg	10.60 €*m²
-Policarbonato ondulato 10x1000x3000 mm	x10	260 Kg	100 € al pz
TOTALE		79.45 ton	40.784 €
INFORMAZIONI DI STAMPA			
Infrastruttura di stampa:			
6 Axis Robot: Yaskawa Motoman GP200R	Parametri di Stampa:	Larghezza layer:	5 cm
Mixing Pump: Mtec Connect 2000		Altezza layer:	2.5 cm
Sistema di stampa: Proprietario Centauroos Srl		Lunghezza percorso di stampa	16.112.004 mm
Software di stampa:		Velocità di stampa	95 mm/sec
Software CAM: Rhinoceros 8		Tempo di stampa ipotetico	50 h
Plug-in : HAL Robotics			



GESTIONE ENERGETICA E IDRICA



1. APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

- 1.1 Pluviale di raccolta
- 1.2 Doppia tanica d'acqua da 700l
- 1.3 Pompa idraulica
- 1.4 Depuratore
- 1.5 Boiler

2. APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO

- 2.1 Quadruplo modulo fotovoltaico policristallino
- 2.2 Inverter off-grid
- 2.3 Doppia batteria di accumulo
- 2.4 Impianto illuminazione interna
- 2.5 Impianto illuminazione esterna

3. IMPIANTO IGENICO

- 3.1 Serbatoio acque nere
- 3.2 Maceratore
- 3.3 Sfiato serbatoio con filtro antiodore
- 3.4 Tappo di prelievo

RECUPERO ACQUA PIOVANA

Resa annuale = Superficie del tetto * Valore di precipitazione * Valore di scabrosità
 $R = 80 \text{ m}^2 * 900 \text{ l/m}^2 * 0.9 = 64.800 \text{ l}$

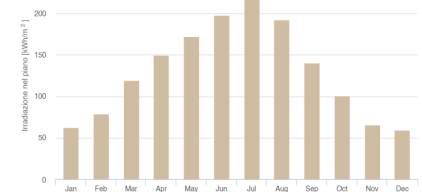
Dimensionamento serbatoio = Resa annuale * Periodo secco / Giorni dell'anno
 $S = 64.800 \text{ l} * 14 / 365 = 2500 \text{ l}$

PRODUZIONE ENERGETICA

Pannello solare fotovoltaico monocristallino
Potenza di picco 440 W
Efficienza modulo 22.53%
Dimensioni 1722x1134x30 mm
Peso 20.2 Kg
N. pannelli 4

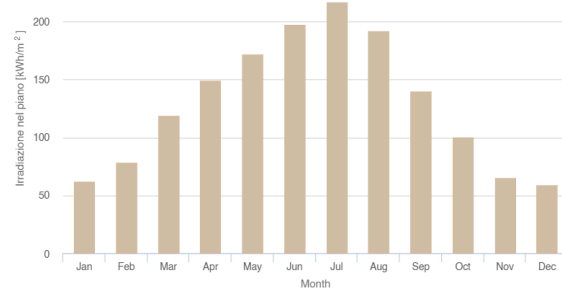
Potenza di picco 1760 kWp
Angolo di inclinazione 10°
Azimut -3°
Irradiazione annuale 1554 kW/m²
Produzione annua PV 1979 kWh

Produzione mensile d'energia

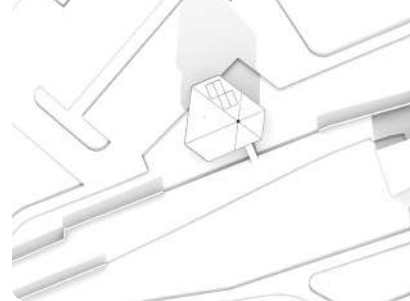


IRRADIAZIONE SOLARE

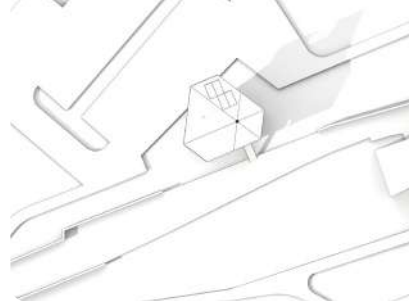
Irradiazione mensile



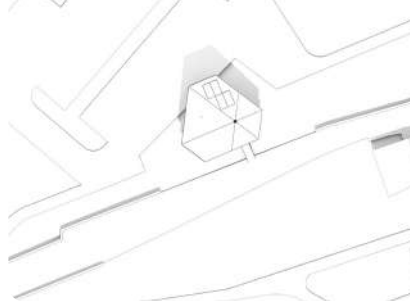
21 Marzo
h 12.00



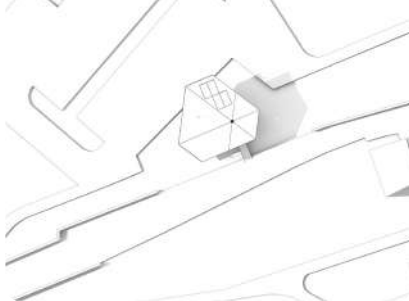
21 Marzo
h 16.00



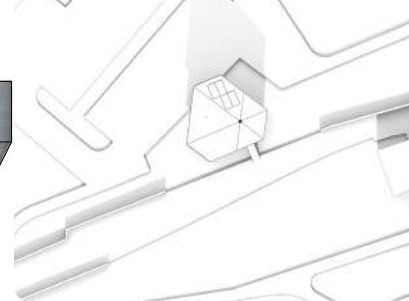
21 Giugno
h 12.00



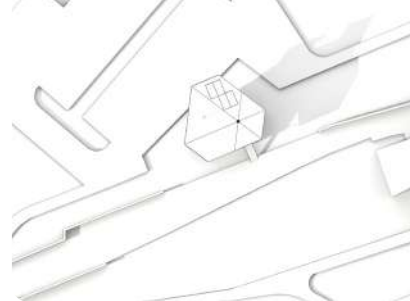
21 Giugno
h 16.00



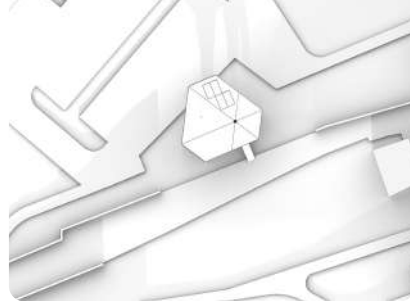
21 Settembre
h 12.00



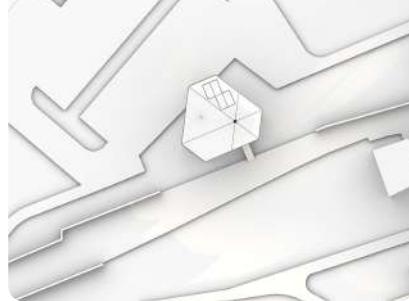
21 Settembre
h 16.00



21 Dicembre
h 12.00



21 Dicembre
h 12.00



SEZIONE COSTRUTTIVA

scala 1:25



1 CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE sp. 241 mm

- 1.1 Manto impermeabile sintetico di rivestimento in poliolefina
- 1.2 Pannello composto da:
 - Pannello in legno di larice sp. 20 mm
 - Pannello isolante in sughero sp. 20 mm
 - Pannello in legno di abete sp. 20 mm
- 1.3 Morali strutturali in legno di abete sp. 40 mm
- 1.4 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 100 mm
- 1.5 Pannelli di rivestimento in cementolegno sp. 22 mm
- 1.6 Elementi di giunzione in alluminio

2 CHIUSURA VERTICALE TRASPARENTE sp. 10mm

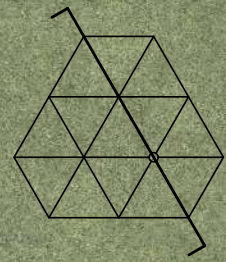
- 2.1 Lastre di policarbonato alveolare ondulato sp. 10 mm
- 2.2 Elementi prefabbricati strutturali pannelli di abete (sp. 20 mm) sp. 200 mm
- 2.3 Profilo di giunzione in alluminio sp. 5 mm
- 2.4 Morale in legno a sezione quadrata sp. 50 mm
- 2.5 Pannelli isolanti termoacustici in sughero sp. 40 mm
- 2.6 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 150 mm

3 CHIUSURA VERTICALE OPACA sp. 248 mm

- 3.1 Rivestimento in listelli di pino impregnato sp. 20 mm
- 3.2 Adesivo di posa sp. 3 mm
- 3.3 Sottostruttura in rete in fibra di vetro sp. 1 mm
- 3.4 Pannelli di rivestimento in cementolegno (Betonwood) sp. 22 mm
- 3.5 Pannelli isolanti termoacustici in sughero sp. 80 mm
- 3.6 Elementi prefabbricati strutturali in pannelli di abete (sp. 20 mm) sp. 200 mm
- 3.7 Pannelli di rivestimento in legno di abete sp. 2 mm
- 3.8 Travi portanti in legno di abete a sezione rettangolare sp. 150 mm

4 CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE sp. 140 mm

- 4.1 Pavimentazione in lastre di legno di rovere trattato sp. 40 mm
- 4.2 Travi portanti in legno d'abete a sezione rettangolare sp. 100 mm
- 4.3 Coprigiunti strutturali in acciaio modellati sp. 10 mm
- 4.4 Sistema di post-tensionamento Freyssibar Ø 20 mm
- 4.5 Struttura portante con elementi stampati in CLS h. 500 mm
- 4.6 Getto di completamento in CLS ad alte prestazioni



0 25 125 250



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO
SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

CORSO DI LAUREA IN
ARCHITETTURA

TITOLO DELLA TESI

...THE...DIGITAL...HUT...
...TETTONICA...E...STEREOTOMIA NELL'ERA...
...DIGITALE...

Laureando/a

Nome...CHRISTIAN PAOLI MARTORELLI

Firma...*Christ. Paoli Martorelli*

Relatore

Nome...ROBERTO RUGGIERO

Firma...*Roberto Ruggiero*

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

...ROBERTO COGNOLI, MARCO GALASSO...

ANNO ACCADEMICO

...2024/2025...