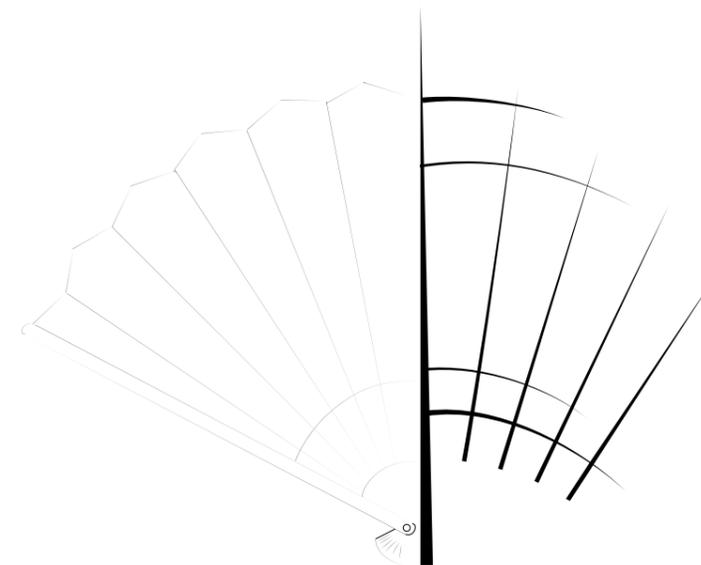


THE FAN[©]

PROGETTO DI UN BOX SOCIO-CULTURALE PER LE EMERGENZE



THE FAN[©]



PROGETTO DI UN BOX SOCIO-CULTURALE PER LE EMERGENZE

Tesi di Laurea Magistrale
Corso Di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile
Politecnico di Torino, A.A. 2017-2018

Relatore:
prof. Valentino Mani (tecnologia)

Correlatore:
prof.ssa Silvia Gron (composizione architettonica)



MASSIMILIANO MANCO 227012
DANILO MESSINA 221259

INDICE

INTRODUZIONE	9		
IL BANDO	10		
PRIMA FASE : LA RICERCA			
1. I DISASTRI	15		
1.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI DEI DISASTRI	16		
1.2 I TERREMOTI NEL MONDO E IN ITALIA	20		
1.3 REAZIONI UMANE AI DISASTRI	28		
2. EMERGENZA	31		
2.1 PROGRAMMARE L'EMERGENZA	32		
3. ARCHITETTURA PER L'EMERGENZA	41		
3.1 L'EVOLUZIONE DELL'ARCHITETTURA PER L'EMERGENZA	44		
3.2 MICROARCHITETTURA TEMPORANEA SOCIO-CULTURALE	64		
3.3 LA SOSTENIBILITÀ NELL'EMERGENZA	72		
SECONDA FASE : IL CASO STUDIO			
4. IL CENTRO ITALIA ED AMATRICE	85		
4.1 IL TERREMOTO DEL CENTRO ITALIA	86		
4.2 AMATRICE: UN CASO STUDIO AL LIMITE	89		
4.3 ESPERIENZA SUL LUOGO	94		
		TERZA FASE: IL PROGETTO	
		5. THE FAN®: PROGETTO DI UN BOX SOCIO CULTURALE PER LE EMERGENZE	103
		5.1 LO SVILUPPO DEL PROGETTO	105
		5.2 IL PROGETTO THE FAN®	178
		CONCLUSIONI	224
		BIBLIOGRAFIA	227
		MANUALE DI COSTRUZIONE	
		ALLEGATI	

INTRODUZIONE

La parola emergenza si associa prevalentemente ad un evento negativo, ad uno stato limite ed improvviso, ad una condizione che si viene a creare a seguito della successione di uno o più disastri che alterano la normalità delle popolazioni creando danni alle persone o alle cose. Le cause che portano allo stato di emergenza sono molteplici e di diversa natura, come diverse sono anche le tipologie che ne conseguono: politica, sanitaria, abitativa, ambientale, **sociale** ecc.

Attraverso questa tesi si è voluto dare importanza all'ultimo degli aspetti sopra citati, qualcosa che non viene considerato prioritario durante le fasi di ricostruzione ma che viene definito come **superfluo necessario**. Tale termine indica un bene non di prima necessità come lo è un'abitazione ma qualcosa non meno importante, ossia uno spazio in cui ogni persona facente parte di una società colpita da una catastrofe può riemergere dal senso di vuoto che improvvisamente ha colpito se stesso e la propria famiglia, ritrovando così un "rifugio" sicuro all'interno della propria comunità.

L'obiettivo principale dell'elaborato quindi è stato quello di conferire un'anima concreta al rifugio, realizzando un luogo ricreativo che serva da pretesto per ripartire ed all'interno del quale ogni cittadino abbia la possibilità di interagire con gli altri attraverso attività di tipo **socio-culturali**.

Essendo un argomento poco trattato sia in ambito scolastico che non, il lavoro è stato strutturato in modo tale che la progettazione potesse essere supportata da una conoscenza preliminare delle tematiche da affrontare. Iniziando con l'approfondire il significato di disastro e individuando le cause scatenanti e le conseguenze,

sia dal punto di vista dei danni materiali che da quello psicologico ed emotivo, si è proceduto col definire quali fossero le fasi di gestione e organizzazione dell'emergenza, identificando così in quale fra queste potesse collocarsi la proposta progettuale.

A seguito di queste prime riflessioni sul quadro d'intervento, la ricerca ha concentrato la sua attenzione sullo stato dell'arte, partendo dall'evoluzione dell'architettura dell'emergenza nel tempo (tende nomadi, *housing* coloniale, case per gli operai, interventi bellici e post), passando dalle micro-architetture in ambito sociale, per finire a modelli sostenibili realizzati attraverso l'uso di materiali alternativi. L'elemento che ha accomunato tutti questi esempi è stato quello della temporaneità, concetto che si è visto poi come sia strettamente legato a quello di emergenza.

L'ultimo step che ha preceduto la progettazione è stato quello del caso studio di Amatrice. Attraverso l'esperienza diretta sul luogo si sono potute valutare le condizioni al contorno che versano su un luogo colpito da una calamità, utilizzandole come situazioni al limite su cui fondare il progetto; inoltre si è potuto toccare con mano quale fosse lo stato della città ad un anno di distanza dell'evento e quali esigenze e i desideri avesse la popolazione una volta ricevuta un'abitazione.

La fase conclusiva ha riguardato l'elaborazione del box TH F F AN[®], una soluzione architettonica che ha conciliato l'aspetto architettonico con quello tecnologico sviluppando un sistema trasportabile, assemblabile e leggero attraverso l'uso innovativo di un materiale versatile come il **cartone ondulato**. Il progetto rappresenta una proposta per le situazioni

⁰Cfr: Ordine degli Architetti di Verona, *Box 336am - Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma*, Bando di concorso (URL: <http://www.box336am.org/concorso-di-progettazione>).

d'emergenza e vuole essere una distrazione dai disagi umanitari che avvengono nei casi di emergenza attraverso le attività per il tempo libero. Per potersi confrontare con un caso reale si è scelto di rispondere ad un concorso istituito dall'Ordine degli Architetti P.P.C di Verona, dal titolo "Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma", il quale ha fornito i vincoli progettuali per lo sviluppo del quadro esigenziale di supporto alla progettazione. Ogni requisito da soddisfare è stato affrontato seguendo un ordine cronologico preciso; si è partiti dalla scala architettonica per la concezione dell'involucro, dello spazio e delle possibili attività da svolgere all'interno dell'edificio, per arrivare allo studio del dettaglio che ha reso possibile la definizione delle componenti indispensabili per la sua costruzione. Il risultato raggiunto, tramite questo processo, rappresenta la composizione di un manuale di costruzione del Box all'interno del quale si sono illustrate tutte le sue fasi di montaggio, indicati gli elementi necessari al loro completamento e le loro quantità.

IL BANDO⁰

Istituzione del Concorso

Il Coordinamento delle associazioni "Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma", con il supporto dell'Ordine degli Architetti P.P.C. di Verona, istituisce un concorso di progettazione aperto a varie figure professionali ed in forma palese, per la selezione di un progetto

di una microarchitettura effimera, ma durevole e realizzabile con le modalità di autocostruzione, al fine di aiutare le popolazioni colpite da gravi calamità naturali.

Finalità

"Box 336 am" propone quindi attraverso questo concorso di progettazione, la possibilità concreta di dare un contributo fattivo per la vita di persone che vogliono ricostruire la propria esistenza, rinnovandola, ricominciando da dove si erano fermati.

L'Ordine degli Architetti P.P.C. di Verona collabora a questa iniziativa in virtù dello scopo benefico della stessa e della sua totale gratuità. L'idea del concorso è semplice e chiara: portare all'interno delle comunità colpite dal sisma e dalle altre calamità il "superfluo necessario", non aiuti per la sussistenza quotidiana quindi ma qualcosa di impalpabile, qualcosa in grado di risvegliare il senso di comunità, unità, coesione.

La memoria collettiva è la base della nostra cultura; essa non è semplicemente un elenco di accadimenti storici, ma racchiude le tradizioni, le esperienze, i fallimenti, le abilità, le speranze.

L'obiettivo del concorso quindi è declinare questi aspetti in qualcosa di tangibile: una piccola libreria, una sala prove, un piccolo museo, un luogo per giocare, sono solo alcuni esempi tra le possibili destinazioni di un contenitore culturale.

Lo scopo del concorso non è solo progettare il contenitore, ma pensare anche al contenuto, alle funzioni che esso può potenzialmente ospitare al suo interno.

Obiettivi del progetto

Il progetto deve necessariamente esaudire le seguenti caratteristiche:

- deve rappresentare una architettura effimera - cioè non permanente e soprattutto non ancorata stabilmente al suolo - ma strutturalmente adeguata, resistente al sisma ed agli agenti atmosferici;
- deve essere inserito in contesti facili, come uno spazio aperto (come ad esempio un piazzale pianeggiante), ma anche in condizioni più difficili e precarie (spazi poco accessibili in leggero pendio);
- deve essere replicabile e connettabile, in modo funzionale;
- deve essere facilmente trasportabile, montabile e smontabile (meglio se in autocostruzione);
- deve essere flessibile e facilmente trasformabile,
- deve essere flessibile e facilmente trasformabile, al fine di contenere gli arredi specifici alle varie destinazioni d'uso ipotizzate;
- deve essere prevista la predisposizione di alloggiamenti per il passaggio di impianti elettrici, di riscaldamento, idrici e sanitari adeguati a contesti precari;
- deve essere realizzabile con materiali facilmente reperibili;
- deve occupare una superficie lorda complessiva di circa mq 18,00, con una altezza interna minima di m 2,70 (se con copertura inclinata, l'altezza media della stessa deve essere di m 2,70);
- anche nella versione più completa, deve avere un costo inferiore ad euro 3.360,00 a modulo, ad esclusione degli impianti e degli arredi (non si considerano i costi di imballaggio, trasporto, montaggio e smontaggio);

- deve possedere una immagine riconoscibile, caratterizzante e facilmente contestualizzabile nelle diverse situazioni prevedibili (contesti urbani, storici o periferici, ma anche contesti paesaggistici e rurali).



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI VERONA



box336am

|_contenitore culturale_|

PRIMA FASE : LA RICERCA

Questa prima fase si è sviluppata attraverso la ricerca di tutte quelle informazioni preliminari necessarie allo sviluppo del “progetto per l'emergenza” oggetto del bando di concorso.

In primo luogo sono state individuate e analizzate le cause scatenanti l'emergenza, classificandole per tipologia, danni e vittime provocate, sia a livello globale che nazionale. Inoltre sono state messe a confronto più teorie di diversi sociologi in merito alle reazioni umane dal punto di vista psicologico ed emotivo in seguito agli eventi calamitosi.

Successivamente si è esaminato il significato di emergenza, quali sono le fasi della sua organizzazione e come affrontarle.

In ultimo, sono state riportate in ordine cronologico le più importanti forme di architettura temporanea che l'uomo ha realizzato per affrontare le situazioni di emergenza, identificando le principali caratteristiche che le accomunano.

1. I DISASTRI

2. EMERGENZA

3. ARCHITETTURA PER L'EMERGENZA



1. I DISASTRI

1.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI DEI DISASTRI¹

Per capire bene cosa sono effettivamente i disastri, cosa comportano, come si classificano e da dove nascono, bisogna porsi qualche riflessione preliminare su questo tema. Per fare ciò, infatti, in questo sottocapitolo si è partiti dallo studio etimologico della parola “disastro” e i suoi apparenti sinonimi, passando da definizioni generali, definizioni proposte da alcuni sociologi e studiosi del tema, fino ad arrivare alle classificazioni correnti di eventi catastrofici.

Definizioni

Vi sono molte espressioni che si usano nell'impiego comune per definire i fenomeni calamitosi, come avversità, calamità, cataclisma, sciagura, quelli più diffusi sono però disastro e catastrofe.

La prima è una parola composta da *dis-*, un prefisso che conferisce un senso negativo, e *astro*: quindi il suo significato iniziale è “cattiva stella”.

Catastrofe invece, deriva dal greco *Katastròphè*, cioè rivolgimento, parola che a sua volta proviene dal verbo *Katastréphein* (rivoltare, rovesciare), composto da *kata* (giù) e *stréphein* (voltare).

Anche in inglese il termine catastrophe è associato al concetto di repentinità: «un cambiamento improvviso e violento... un improvviso disastro» (The Shorter Oxford English Dictionary, 1974).

Secondo il *Lessico Universale Italiano* (1970) un disastro è «una grave sciagura che provochi danni di vaste proporzioni o causi la morte di parecchie persone; una catastrofe è invece un esito imprevisto e doloroso o luttuoso... un improvviso disastro»¹.

In sociologia e nella letteratura psicologica poi, vi sono tante altre definizioni su questo tema, questo dimostra che vi è difficile trovare un'unica

espressione che descriva precisamente il disastro in tutte le sue sfaccettature e in tutti i casi.

Ad esempio, un noto sociologo e studioso di eventi catastrofici, Charles Fritz nel 1961 afferma che «un disastro è un evento, concentrato nel tempo e nello spazio, nel quale una società o una sua parte relativamente autosufficiente subisce gravi danni e va incontro a perdite tali per le persone e le proprietà che la struttura sociale ne risulta sconvolta ed è impedito, in tutto o in parte, lo svolgimento delle funzioni sociali essenziali»¹.

Altri sociologi come Crocq, Doutheau e Sailhan nel 1987, danno la seguente definizione di catastrofe:

«una catastrofe è costituita dal sopraggiungere di un evento nefasto, per lo più improvviso e brutale, che provoca: distruzioni materiali (o di geografia umana) importanti, o un gran numero di vittime, o una disorganizzazione sociale notevole, o due o tre di queste conseguenze contemporaneamente»¹.

Gli studiosi Gist e Lubin invece, nel 1999 dichiarano che «Il disastro viene concepito come crisi durante la quale le domande del sistema umano eccedono la capacità di risposta della comunità»¹.

Un'altra spiegazione da cui si sono estrapolate alcune considerazioni sul tema, è stata quella di Michel Lechat. Questo sociologo sottolinea che «Un disastro è una rottura dell'ecologia umana che la comunità colpita non è in grado di assorbire con le sue sole risorse»¹.

Tra le definizioni sopra citate sono stati individuati alcuni aspetti che le accomunano. Uno su tutti è l'imprevedibilità, un elemento che caratterizza principalmente un evento catastrofico e che causa successivamente l'incapacità della comunità di fronteggiarlo prontamente. Tale incapacità crea

disorganizzazione sociale, causata dall'alterazione dei sistemi d'informazione, di circolazione di persone e mezzi, di distribuzione di acqua e alimenti, di smaltimento dei rifiuti, di mantenimento dell'ordine pubblico e della sicurezza sociale, di organizzazione delle cure mediche per le vittime e della gestione purtroppo di eventuali salme.

Non esistono ancora degli accordi generali su che tipo di avvenimenti fanno parte della categoria disastri. Quest'ultima, infatti, raccoglie molti fenomeni diversi tra loro sia per dimensioni sia per caratteristiche; gli eventi catastrofici si differenziano tra loro in base a delle caratteristiche peculiari molto importanti:

- Causa**
- Frequenza**
- Controllabilità**
- Rapidità di inizio**
- Durata della fase di allarme**
- Durata della fase di impatto**
- Estensione dell'area di impatto**
- Potenziale distruttivo**
- Durata del rischio successivo**
- Probabilità che l'evento si ripeta**¹

Tutti questi elementi agiscono inevitabilmente anche sull'aspetto psicologico della popolazione colpita.

Classificazioni

Vi sono vari tipi di disastri, classificabili in due principali macrogruppi:

- **disastri naturali** (tab. 1.1);
- **disastri provocati dall'uomo, man-made disasters** (tab. 1.2);

La distinzione tra questi due macro gruppi però non è totale, perchè alcuni eventi naturali possono essere anche lo stadio finale di processi avviati da azioni umane. Alcuni esempi sono:

- gli incendi,
- crolli di edifici costruiti in zone a rischio frana, o che non rispettano alcune norme antisismiche in base alle zona sismica di riferimento, (zonizzazione del territorio Italiano che vedremo poi più avanti);
- inondazioni causate da deforestazioni non controllate;

Un altro esempio di queste catastrofi apparentemente ambientali è quello dei disastri causati dai cambiamenti climatici, di cui il nostro Pianeta sta soffrendo già da anni e che sono sempre in continua crescita. Stiamo infatti iniziando a pagare a caro prezzo l'inquinamento, che si traspone in importanti mutamenti profondi che provocano un gran numero sempre più crescente di disagi. Partendo da alluvioni, siccità totale, innalzamento del livello del mari, erosione delle coste, fino ad arrivare all'insufficiente quantità di risorse indispensabili come l'acqua. Portando così, sempre più zone della Terra a non essere più in grado di garantire una vita sicura all'uomo che la vive. Da qui nasce l'esigenza di allontanarsi da questi posti, spostarsi verso “ambienti più sicuri”, causando così una nuova categoria di migranti spesso trascurata: i rifugiati ambientali (un tema non ancora molto approfondito).

Il rapporto redatto dall'ONU *The Human Cost of Weather related Disasters*, fa vedere infatti che, negli ultimi vent'anni anche le catastrofi apparentemente naturali e slegate da fattori terzi scatenanti come i

terremoti, le inondazioni e i cicloni sembrerebbero essere stati causati dai cambiamenti climatici indotti dall'uomo (fig. 1.1).

Definizione dei vari disastri naturali	
Terremoto (earthquake) Movimento (con una o più scosse) della crosta terrestre, che si verifica in tempi estremamente rapidi, causato dal rilascio dello stress accumulatosi lungo faglie sismogenetiche o da attività vulcanica.	Uragano (hurricane) Un severo ciclone tropicale che ha origine nelle regioni equatoriali (tra il Tropico del Cancro ed il Tropico del Capricorno) dell'Oceano Atlantico (in genere sulla costa dell'Africa) o del Mar dei Caraibi o nelle regioni orientali dell'Oceano Pacifico, e si muove in direzione nord, nord-ovest o nordest rispetto al punto d'origine; caratterizzato di norma da grandi piogge. Sinonimo: ciclone tropicale.
Tsunami o maremoto Ondata (o più ondate) marina anomala causata da un'eruzione vulcanica sottomarina o da una frana sommersa emersa con scivolamento a mare.	Tifone (typhoon) Un ciclone tropicale che si verifica nell'Oceano Pacifico occidentale o nell'Oceano Indiano.
Eruzione vulcanica (volcanic eruption) Espulsione di materiale vulcanico (lava, materiale piroclastico, gas vulcanici), tramite uno o più condotti vulcanici, sulla superficie terrestre.	Tornado Una violenta tempesta di vento caratterizzata dalla presenza di una colonna d'aria, dal diametro da qualche metro fino ad un paio di chilometri, che ruota a velocità alta e distruttiva (in genere accompagnata da un'estensione serpentina a forma di imbuto verso il basso proveniente da una nuvola cumulonebbo sovrastante) e si muove lungo un percorso ben definito sulla superficie terrestre; in alcuni casi, si osservano sciami di diversi mini-imbusti; un tornado, per definizione, deve essere in contatto sia con una nuvola che con il suolo. In inglese, esistono numerosi sinonimi, anche in gergo: twister, whirlwind, wedge, funnel, gustnado, landspout, willy-willy, rope.
Tempesta (storm) Un disturbo atmosferico che si manifesta con venti forti accompagnati da pioggia, neve o altre precipitazioni e spesso da tuoni e fulmini.	Ondata di calore (heat wave) Condizioni diffuse e persistenti di tempo meteorologico eccezionalmente caldo (specialmente a causa di alte temperature).
Ciclone (cyclone) Un sistema atmosferico caratterizzato da una rapida rotazione verso l'interno di masse d'aria intorno ad un centro di bassa pressione atmosferica, in genere accompagnato da un tempo meteorologico tempestoso, spesso distruttivo; i cicloni ruotano in senso antiorario nell'Emisfero Nord ed in senso orario nell'Emisfero Sud.	Ondata di freddo (cold wave) Insorgenza entro il periodo di 24 ore di un tempo meteorologico eccezionalmente freddo caratterizzato da una caduta della temperatura rapida e considerevole, su un'area relativamente ampia.

Tempesta tropicale (tropical storm) Una tempesta ciclonica con venti con velocità da 48 a 121 km (30 a 75 miglia) all'ora.	Incendio (fire) Una rapida, persistente modificazione chimica che rilascia calore e luce ed è accompagnata da fiamma – in particolare l'ossidazione esotermica di una sostanza combustibile – con effetti sul terreno, vegetazione, fauna, paesaggio, infrastrutture.
Ciclone extratropicale Ciclone di dimensioni vaste ma con contenuto energetico più modesto rispetto al ciclone tropicale, che nasce in aree oltre i 20 gradi di latitudine, nella zona temperata, nel periodo dall'autunno all'inverno; può colpire, tra l'altro, le coste del Mediterraneo e le coste atlantiche dell'Europa centro-meridionale.	Ondata di freddo (cold wave) Insorgenza entro il periodo di 24 ore di un tempo meteorologico eccezionalmente freddo caratterizzato da una caduta della temperatura rapida e considerevole, su un'area relativamente ampia.
Inondazione (flood) Lo straripamento dell'acqua di fiumi, laghi o mare ad inondare dei suoli normalmente non allagati.	Meteorite Una massa metallica o rocciosa di materia di origine asteroidale o cometaria che, provenendo dallo spazio interplanetario, attraversa l'atmosfera terrestre e raggiunge il suolo causando un impatto anche disastroso.
Frana (landslide) Crollo o scivolamento più o meno rapido verso il basso di una massa rocciosa o terrosa (o mista); benché sia la gravità che agisce sul pendio la causa primaria delle frane, vi sono altri fattori concomitanti: erosione esercitata dall'acqua dei fiumi, dai ghiacciai e dalle onde marine; azione delle piogge ed altre precipitazioni; terremoti; eruzioni vulcaniche; vibrazioni naturali o di origine antropica; eccesso di peso sul terreno; azione delle acque superficiali e sotterranee. Sinonimo in inglese: landslip.	Tromba d'aria o marina Vortici depressionari di piccola estensione in cui i venti (in genere con rotazione antioraria nell'emisfero nord) possono raggiungere elevate velocità (anche di alcune decine di km/h), che si verificano alla base delle nuvole temporalesche chiamate cumulonembi. Si formano a seguito di forti instabilità dell'aria; una tromba tipica presenta la forma a tubo o a cono a pareti ripide, spesso con andamento sinuoso, con la base che tocca a terra e il vertice verso l'alto. Si parla di tromba d'aria (funnel cloud, tornado nelle forme più violente quando il vertice di base corre sul suolo e di tromba marina (waterspout) quando corre sul mare o sulle acque interne.
Siccità (drought) Un lungo periodo di eccezionalmente scarse precipitazioni, specialmente quando ha come effetto un serio squilibrio idrologico con conseguenze negative sulle condizioni di vita e di crescita nelle aree colpite.	

Fonte: www.archivistoricoefilano.it

TABELLA 1.1: DEFINIZIONI DEI VARI DISASTRI NATURALI

Disastri provocati dall'uomo

catastrofe ecologica	ecological catastrophe
delitto, violenza, terrorismo	crime, violence, terrorism
diga, crollo di	dam collapse
esplosione	explosion
incendio	fire
incidente di massa	mass accident
incidente nucleare	nuclear accident
inquinamento chimico	chemical pollution

Fonte: M.Cuzzolato, L.Frighi, *Reazioni Umane alle Catastrofi*, Gangemi, Roma 2008.

Number of weather-related disasters reported per country (1995-2015)

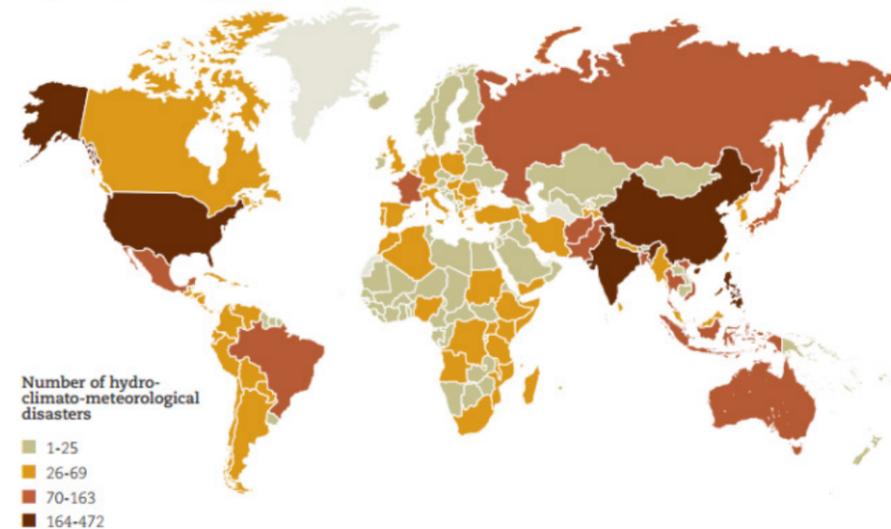


TABELLA 1.2: DISASTRI PROVOCATI DALL'UOMO

FIGURA 1.1: "NUMBER OF WEATHER-RELATED DISASTERS REPORTED PER COUNTRY (1995-2015)"
TRA IL 1995 E IL 2015, L'EM-DAT HA REGISTRATO 6.457 DISASTRI LEGATI ALLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE, CHE HANNO CAUSATO UN TOTALE DI 606.000 VITTIME E HANNO COLPITO OLTRE 4 MILIARDI DI PERSONE. IN MEDIA, 205 MILIONI DI PERSONE SONO STATE COLPITE DA TALI DISASTRI OGNI ANNO.

² Cfr: M. Signorino, F. Mauro, *Disastri Naturali - conoscere per prevenire*, Isat, Roma 2006.

³ Cfr: Protezione Civile, *Classificazione sismica*, protezionecivile.gov.it (URL: <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wpsjession-id=3707DF9BFB344489AB39A0BE-885F1FD9.worker3>).

1.2 I TERREMOTI NEL MONDO E IN ITALIA^{2; 3}

Vista la richiesta del bando di progettare un'architettura temporanea che rispondesse all'emergenza sismica avvenuta nel Centro Italia, si è entrati poi più nello specifico di una delle tipologie di disastri precedentemente elencati, i Terremoti.

La storia dei terremoti è naturalmente molto antica. Per fare qualche esempio in tempi storici, si può assegnare ad effetti sismici l'episodio biblico della caduta delle mura di Gerico nel 1250 a.C. circa; è stato causato da un terremoto la caduta del Colosso di Rodi nel 224 a.C. e anche quella del Faro di Alessandria nel 365 a.C. (con 50.000 morti come effetto del sisma), come pure la distruzione di Antiochia in Siria nel 526 (250.000 morti); fino ad arrivare al terremoto di San Francisco del 1906, che fu seguito poi da un grande incendio e fece solo 700 vittime (forse una sottostima).

Tra i maggiori disastri registrati in tutta la storia dell'uomo, quella che forse ha provocato il maggior numero di vittime (800.000 morti) secondo lo *United States Geological Survey* è il terremoto nello Shansi (Cina) del 1556 (tab. 1.3).

Secondo altri cataloghi, come quello del *National Geophysical Data Center* statunitense che copre l'arco temporale compreso tra il 2150 a.C. ed il 2005 d.C., riportano un maggior numero di eventi disastrosi, tra i quali:

- **Terremoto in Antiochia** nell'odierna Turchia nel 115 (260.000), nel 526 (250.000) e nel 533 (130.000);
- **Kiapas in Azerbaijan** nel 1139 (300.000);
- **Egitto o Siria** nel 1201 (1.100.000 morti);
- **Kwanto in Giappone** (compresa la zona di Tokyo) nel 1703 (140.000);
- **Tabriz in Iran** nel 1780 (200.000);

- **La Baia del Bengala in India** nel 1876 (215.000);
- **Tovin in Armenia** nell'893, pochi mesi dopo quello di Ardabil (180.000) ².

Terremoti con il maggior numero di vittime nel mondo

DATA	LOCALITÀ	VITTIME	MAGNITUDO
23-01-1556	Shansi, Cina	830.000	~8
26-12-2004	Sumatra, Indonesia	283.106	9.0
27-07-1976	Tangshan, Cina	255.000	7.5
9-08-1138	Aleppo, Siria	230.000	N. D.
22-12-856	Damghan, Iran	200.000	N. D.
16-12-1920	Ningxia-Gansu, Cina	200.000	7.8
22-05-1927	Tsinghai, Cina	200.000	7.9
23-03-893	Ardabil, Iran	150.000	N.D.
01-09-1923	Kwanto, Giappone	143.000	7.9
05-10-1948	Ashgabat, Turkmenistan	110.000	7.3
27-09-1290	Chihli, Cina	100.000	6.7

Fonte: M. Cuzzolato, L. Frighi, *Reazioni Umane alle Catastrofi*, Gangemi, Roma 2008.

TABELLA 1.3: TERREMOTI CON IL MAGGIOR NUMERO DI VITTIME NEL MONDO

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), a demonstration project of the UN International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program. Global map assembled by D. Giardini, G. Grünthal, K. Shedok, and P. Zhang 1999

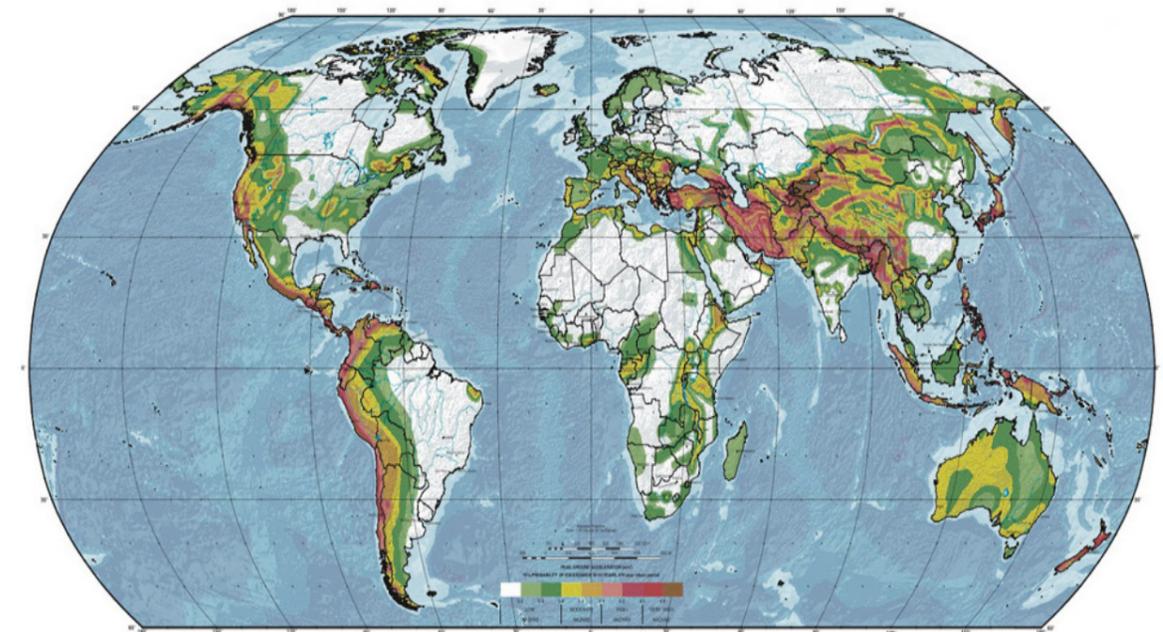


FIGURA 1.2: MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL MONDO NELLA QUALE LA DIVERSA PROBABILE PERICOLOSITÀ È RAPPRESENTATA CON VARI COLORI DA NERO, ROSSO, ARANCIONE A VERDE E AL BLU.

IL RISCHIO SISMICO IN ITALIA

Come si può osservare dalla mappa della pericolosità sismica nel Mondo (fig. 1.2), l'Italia è uno tra i Paesi con il più alto rischio sismico nell'Europa Settentrionale ma anche nell'intero Pianeta Terra. Infatti, l'Italia è caratterizzata da un'acuta attività vulcanico-tettonica (endogena) che causa eruzioni vulcaniche e soprattutto terremoti.

In termini geodinamici questi fenomeni si spiegano per la presenza di una grande linea di subduzione (fig. 1.3) lungo la quale la zolla africana scorre al di sotto di quella europea. Nel Mediterraneo tale linea passa per Cipro, compie un arco nel Mar Egeo, raggiunge le Isole Ioniche, continua lungo il bordo orientale dell'Adriatico, passa lungo la Linea Insubrica, per ridiscendere lungo il bordo occidentale dell'Adriatico e, attraverso la fossa del Bradano, raggiungere lo Ionio, dove continua verso sud-ovest lungo il margine meridionale della Sicilia e lungo il fronte della Catena Kabilo-Maghrebide in Nord Africa, fino ad arrivare al Rif marocchino. Tale processo di sovrascorrimento di Europa su Africa ha anche determinato, nelle zone di retrocatena, l'apertura di bacini estensionali, di cui il Tirreno rappresenta l'esempio più importante. Quasi l'intero territorio italiano è a rischio sismico, perchè la penisola è geologicamente "giovane" e il fenomeno delle dislocazioni delle rocce nella crosta terrestre è molto attivo. Infatti le principali catene montuose, le Alpi e gli Appennini, sono in continuo movimento. Quest'ultimi si spostano di alcuni centimetri all'anno verso est-nordest, mentre le Alpi si sollevano di alcuni millimetri all'anno.

A causa di questi movimenti si scontrano grandi masse rocciose, provocando così i terremoti, a volte di grande intensità. Gli Appennini sono molto più

giovani rispetto alle Alpi e per questo sono distinti da maggiore intensità e frequenza sismica. Infatti il maggior numero di terremoti che ha colpito lo "stivale" si sono verificati proprio lungo gli Appennini. L'Italia inoltre, è il Paese con le testimonianze più antiche e ricche di informazioni sui terremoti avvenuti sul territorio sin dall'epoca storica, arrivati a noi attraverso taccuini, diari, manoscritti ecc. Infatti, grazie a migliaia di anni da queste informazioni sismiche riusciamo a dimostrare che in Italia sono molto comuni terremoti di almeno magnitudo 7 della scala Richter. (La scala Richter non è una vera e propria scala in quanto la magnitudo consiste nel logaritmo dell'ampiezza massima dell'onda sismica registrata da un sismografo posto a 100 km all'epicentro. La scala Richter pertanto non ha né un massimo né un minimo, né degli intervalli predeterminati (tab. 1.4). Quando ancora non si disponeva di strumenti di misura delle onde sismiche, per classificare i terremoti era possibile utilizzare solo gli effetti da essi prodotti e di conseguenza furono introdotte le scale macrosismiche, come la *Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS)*, la *Mercalli Modificata (MM)*, la *Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK)* (tab. 1.5). La loro immediata utilità è quella di rappresentare la severità degli effetti di un terremoto, in una determinata area, attraverso un valore numerico: l'intensità macrosismica. I rilievi macrosismici che si conducono dopo un terremoto, e che consistono nella valutazione degli effetti (danni agli edifici e alle persone, frane, fagliazioni superficiali, ecc.) nelle varie località colpite, consentono una veloce stima della distribuzione areale dell'intensità.

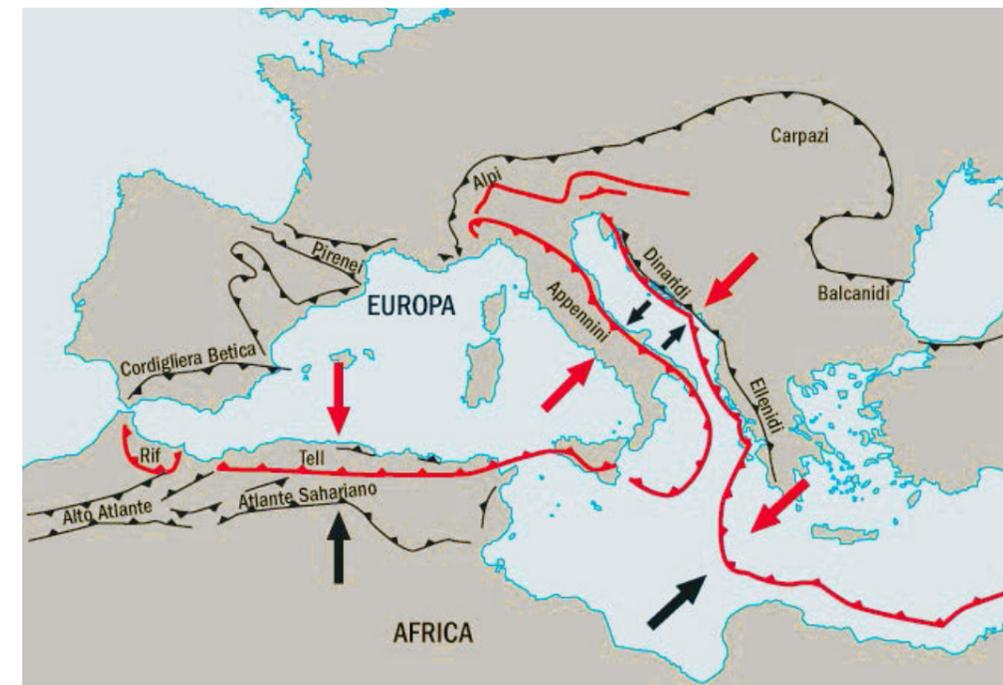


FIGURA 1.3: IL RISCHIO SISMICO IN ITALIA
 IN ROSSO È EVIDENZIATA LA LINEA DI SUBDUZIONE LUNGO LA QUALE LA
 CROSTA CONTINENTALE AFRICANA SCORRE AL DI SOTTO DI QUELLA EUROPEA.
 LE FRECCHE NERE INDICANO LA PARTE DI TERRITORIO CHE SCENDE
 AL DI SOTTO DI QUELLA INDICATA CON LE FRECCHE ROSSE.
 L'AREA LIMITROFA A TALE LINEA TETTONICA È INTERESSATA DA INTENSA
 SISMICITÀ.

La scala Richter	
Magnitudo	Effetti del terremoto
0 - 1	Sisma molto lieve registrato dai sismografi locali
2 - 4	Scossa avvertita solo nelle immediate vicinanze
>4 <5	Può causare danni localmente
5	L'energia sprigionata è pari a quella della bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945
6	Sisma distruttivo in un'area ristretta (10 Km di raggio)
7	Sisma distruttivo in un'area di oltre 30 Km di raggio (potenza pari alla più grande bomba termonucleare)
>7 - 8	Grande terremoto distruttivo** (il terremoto di S. Francisco del 1906 fu di magnitudo 8)
8,5	Potenza pari a quella di 5 miliardi di tonnellate di tritolo (terremoto di Anchorage 1964)
8,6	L'energia prodotta dal sisma è tre milioni di volte superiore a quella della prima bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945
9	Catastrofe con notevole spostamento della superficie terrestre (terremoto di Sumatra 2004)
9,5	Terremoto più forte che si sia mai verificato (Valdivia, Cile 1960), con effetti devastanti su un'area di centinaia di km²

Fonte: M.Signorino, F.Mauro, *Disastri Naturali - conoscere per prevenire*, Isat, Roma 2006.

TABELLA 1.4: CLASSIFICAZIONE DELLA SCALA RICHTER

La scala Mercalli - Cancani - Sieberg (1930)

Intensità	Descrizione
I	Impercettibile: rilevato soltanto da sismografi.
II	Molto leggero: recepito soltanto da rari soggetti nervosi che si trovano in perfetta quiete, oppure estremamente sensibili, e quasi sempre nei piani superiori dei caseggiati.
III	Leggero: anche in zone densamente abitate viene recepito come scuotimento soltanto da una piccola parte degli abitanti nell'interno delle case, come nel caso del passaggio di un'automobile a velocità elevata. Da alcuni viene riconosciuto quale fenomeno sismico soltanto dopo averne ragionato tra di loro.
IV	Moderato: delle persone che si trovano all'esterno degli abitati, non molte percepiscono il terremoto. All'interno delle case viene identificato da molte, ma non da tutte le persone, in seguito al tremare oppure ad oscillazioni leggere di mobili; cristalleria e vasellame, posti a breve distanza, urtano come al passaggio di un pesante autocarro su pavimentazione irregolare. Finestre tintinnano, porte, travi e assi si muovono, scricchiolano i soffitti. In recipienti aperti, liquidi vengono leggermente mossi. Si ha la sensazione che, in casa, un oggetto pesante (sacco, mobili) si rovesci, oppure di oscillare con tutta la sedia o il letto come su una nave con mare mosso. Questo movimento provoca poca paura a persone che sono diventate nervose o apprensive a causa di terremoti precedenti. In rari casi i dormienti si svegliano.
V	Abbastanza forte: perfino nel pieno delle attività giornaliere, il sisma viene percepito da numerose persone sulle strade o comunque in campo aperto. Negli appartamenti si perviene all'osservazione in seguito allo scuotere dell'intero edificio. Piante e rami deboli di cespugli ed alberi si muovono visibilmente come con un vento moderato. Oggetti pendenti entrano in oscillazione, per esempio: tendaggi, semafori e lampade pendenti, lampadari non troppo pesanti; campanelli suonano, orologi a pendolo si fermano od oscillano con maggior periodo, a seconda della direzione della scossa, se perpendicolare o normale al moto di oscillazione; a volte orologi a pendolo fermi possono rifunzionare; molle dell'orologio risuonano; la luce elettrica guizza o cade in seguito a movimenti della linea; quadri urtano battendo contro le pareti oppure si spostano; vengono versate piccole quantità di liquido da aperti recipienti colmi; ninnoi ed oggetti del genere si possono rovesciare, e pure oggetti addossati alle pareti, arredi leggeri possono essere spostati di poco dal posto; mobili rintonano; porte ed imposte si aprono o si chiudono sbattendo; i vetri delle finestre si infrangono. Quasi tutti i dormienti si svegliano. Sporadicamente persone fuggono all'aperto.
VI	Forte: il terremoto viene notato da tutti con paura, molti fuggono all'aperto, alcuni credono di dover cadere. Liquidi si muovono fortemente; quadri, libri e oggetti simili cadono dalle pareti e dagli scaffali; porcellane si frantumano; suppellettili assai stabili, perfino isolati pezzi d'arredo vengono spostati o cadono; campane minori in cappelle e chiese, orologi di campanili battono. In singole case costruite solidamente sorgono danni leggeri: spaccature all'intonaco, caduta del rinzafo di soffitti e di pareti. Danni più forti, ma non ancora perniciosi, si hanno sugli edifici mal costruiti. Qualche tegola o pietra di camino può cadere.
VII	Molto forte: lesioni notevoli vengono provocate ad oggetti e arredamento degli appartamenti, anche di grande peso, con il rovesciamento e la frantumazione. Le campane maggiori rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi generano onde e intorpidiscono a causa della melma mosca. Parti delle sponde di sabbia e ghiaia scivolano via. Pozzi variano il livello d'acqua. Danni moderati a numerosi edifici costruiti solidamente: piccole spaccature nei muri, caduta di parti piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco, di mattoni; generale caduta di tegole. Molti fumaioi vengono lesi da incrinature, da caduta di tegole, da fuoriuscita di pietre; camini già rovinati si rovesciano sopra il tetto e lo danneggiano. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Con case a pareti intelaiate, i danni all'incalcinatura e all'intelaiatura sono abbastanza forti. Crollo singolo di case mal costruite oppure riattate.
VIII	Distruigente (rovinoso): interi tronchi d'alberi ondeggiavano vivacemente o perfino si staccano. Anche i mobili più pesanti vengono in parte portati lontano dal proprio luogo d'origine e in parte rovesciati. Statue, pietre miliari nel terreno o anche in chiese, in cimiteri e parchi pubblici ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra sono aperti ed atterrati. Un quarto circa delle case riporta gravi distruzioni; alcune crollano; molte divengono inabitabili. Negli edifici ad intelaiatura, cade gran parte della tamponatura. Case in legno vengono schiacciate o rovesciate. In particolare campanili di chiese e camini di fabbriche con la loro caduta provocano a edifici vicini lesioni. In pendii e terreni acquirinosi si formano crepe. In terreni bagnati si ha espulsione di sabbia e di melma.
IX	Rovinoso (distruttivo): circa la metà di case in pietra sono gravemente distrutte; molte crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiatura sono divelte dalle proprie fondamenta e schiacciate su se stesse, con travi strappate, che possono contribuire molto alla rovina.
X	Anniante (completamente distruttivo): gravissima distruzione di circa 2/3 degli edifici; la maggior parte crolla. Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe, ecc. sono danneggiati notevolmente, binari leggermente piegati e tubature (gas, acqua e scarichi) troncate, rotte e schiacciate. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e, per pressione, sporgono larghe pieghe ondose. In terre meno dense e specialmente in quelle umide si creano spaccature; in particolar modo sorgono parallelamente ai corsi d'acqua crepature che raggiungono larghezze fino a un metro. Non soltanto scivola terreno piuttosto molle dai pendii, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e da coste scoscese, in riviere si spostano masse sabbiose e fangose, per cui il rilievo del terreno subisce cambiamenti. I pozzi variano di frequente il livello dell'acqua. Da fiumi, canali e laghi, le acque vengono gettate contro le sponde.
XI	Catastrofico crollo del complesso degli edifici in muratura; solide costruzioni e capanne di legno ad incastro di grande elasticità possono ancora reggere singolarmente. Anche i più grandi e sicuri tra i ponti crollano a causa della caduta dei pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Argini e dighe vengono completamente staccati l'uno dall'altro, spesso anche per lunghi tratti; binari fortemente piegati e compressi. Tubature nel terreno vengono staccate l'una dall'altra e rese irreparabili. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, che sono determinati dalla natura del suolo: grandi crepe e spaccature si aprono; e soprattutto in terreni morbidi e acquirinosi il dissesto è considerevole in direzione orizzontale e verticale. Ne segue il trabocco di acqua che porta sabbia e melma con le diverse manifestazioni. Sfaldamento di terreni e caduta di massi sono numerosi.
XII	Grandemente catastrofico: non resiste alcuna opera dell'uomo. Lo scombusolio del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corrispondentemente flussi d'acqua sotterranei e superficiali subiscono i mutamenti più vari: si formano cascate, laghi scompaiono, fiumi deviano.

Fonte: Sieberg A., (1930), *Geologie der Erdbeben, Handbuch der Geophysik*, traduzione a cura di L. Serva, pp.

TABELLA 1.5: CLASSIFICAZIONE DELLA SCALA MERCALLI

²Cfr: M.Signorino, F.Mauro, *Disastri Naturali*, cit., p.22.

³Cfr: Protezione Civile, *Classificazione sismica*, cit., p.22.

La pericolosità sismica e la sua classificazione in Italia

La pericolosità sismica (definita dalla frequenza e dall'intensità dei fenomeni) in Italia è considerata medio-alta nel contesto dell'area mediterranea. Non vi sono ancora sistemi efficaci e precisi in grado di prevedere un terremoto, la sua intensità, l'orario e il posto che colpirà, ma è stato possibile costruire una mappa della pericolosità sismica sulla base dell'analisi della serie storica di eventi e delle caratteristiche sismo-genetiche del territorio. In Italia il primo tentativo di classificazione del territorio risale ai primi decenni del '900, implementato poi negli anni '80 ma in maniera sempre generica. Nel 2003 invece, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo, per la prima volta ha stabilito i criteri di riferimento per la definizione delle zone sismiche e ha permesso di allineare il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei.

La zonizzazione ha previsto quattro zone in funzione dell'accelerazione massima del suolo, in inglese PGA (*Peak Ground Acceleration*):

Zona 1: sismicità alta (PGA oltre 0,25 g), comprende 708 comuni.

Zona 2: sismicità medio-alta (PGA fra 0,15 e 0,25 g), comprende 2.345 comuni (in Toscana alcuni comuni sono classificati in Zona 3S, sismicità media, che prevede obbligo di calcolo dell'azione sismica identica alla Zona 2).

Zona 3: sismicità medio-bassa (PGA fra 0,05 e 0,15 g), comprende 1.560 comuni.

Zona 4: sismicità bassa (PGA inferiore a 0,05 g), comprende 3.488 comuni³.

L'ultimo aggiornamento di questa classificazione risale al 2015 (fig. 1.5).

Nonostante questo, l'intero territorio nazionale comunque va considerato a rischio sismico, in quanto ogni sua parte può essere colpita da onde sismiche prodotte da terremoti anche con epicentro distante.

Le zone a maggior pericolosità sismica (zona 1) risiedono lungo l'arco appenninico a partire dall'Umbria fino ad arrivare in Sicilia, mentre lungo l'arco alpino solo l'area del Friuli è classificata in zona 1.

I Terremoti più catastrofici avvenuti in Italia

Storicamente, per quanto riguarda le vittime, il terremoto più catastrofico registrato in Italia è quello di Messina del 1908 (con epicentro sullo Stretto tra Messina e Reggio, con effetti devastanti dalla Sicilia orientale alla Calabria meridionale), con annesso tsunami (87.000 morti circa tra Sicilia e Calabria – le stime variano fra 60.000 e oltre 90.000 - di cui almeno 2.000 inghiottiti dalle onde).

Nei cataloghi sismici italiani risulta che altri cinque terremoti, oltre quello appena citato, hanno raggiunto o superato il grado 7 di magnitudo Richter o equivalente: quello del 1349 nell'Aquilano, quello del 1456 in Molise, del 1693 nella Val di Noto (60.000 morti), con effetti in tutta la Sicilia orientale, del 1743 nel Basso Ionio (con 50.000 morti nel complesso) e del 1915 di Avezzano (33.000 morti)².

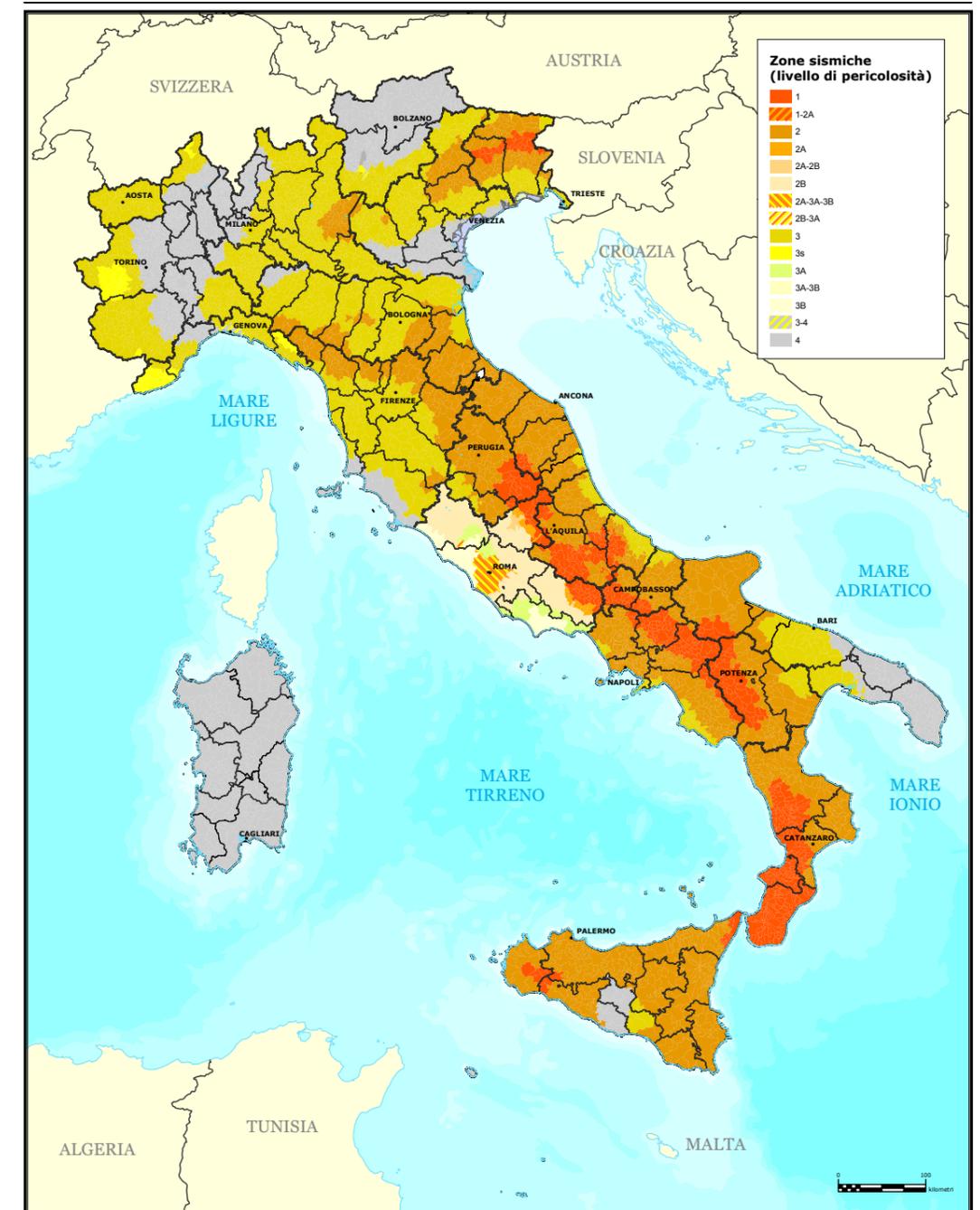


FIGURA 1.5: CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'ITALIA (2015). TUTTO IL TERRITORIO È COPERTO DA ZONE A DIVERSA PERICOLOSITÀ (CRESCENTE DALLA 4 ALLA 1).

¹ Cfr: M.Cuzzolato, L.Frighi, *Reazioni Umane alle Catastrofi*, cit., p.18.

⁴ Cfr: Tesi di laurea magistrale in Architettura di Vacca D'Avino Simone, "Scuola: progetto per una scuola temporanea in contesti di emergenza", Rel. Lorena Alessio, Politecnico di Torino 2017.

1.3 REAZIONI UMANE AI DISASTRI^{1, 4}

Nella progettazione e attuazione di interventi in caso di disastri e emergenze in generale, è necessario tenere conto dell'aspetto psico-sociale e analizzare con attenzione le reazioni umane che si creano successivamente ad un evento catastrofico.

I comportamenti umani rappresentano variabili estremamente complesse, ancor meno trascurabili in un contesto dove le emozioni acquistano una innegabile rilevanza.

Secondo Bolin (1982) le reazioni umane possono variare a seconda di quattro fattori che influenzano i processi di recupero di queste comunità colpite (emozionale, economico, dell'alloggio e della qualità della vita):

- *Emotional Recovery*;
- *Economic Recovery*;
- *Housing Recovery*;
- *Quality of Life Recovery*⁴.

Secondo Drabek (1975), pur sottolineando che ogni evento ed ogni individuo sono in sé unici, intravede una certa regolarità e prevedibilità nei comportamenti successivi a un disastro e distingue quattro fasi generali che può essere utile ricordare perché coincidono con lo schema proposto anche da altri ricercatori:

- una fase di stordimento e confusione;
- una fase altruistica di iperattività volta al soccorso degli altri;
- una fase di identificazione euforica col gruppo;
- una fase di normalizzazione con sentimenti ambivalenti¹.

Il Center of Mental Health Service invece, analizzando i comportamenti delle persone alla reazione di un disastro ha riscontrato una dimensione temporale della reazione psicologica dividendola in quattro fasi

- *Fase eroica*;
- *Fase della luna di miele*;
- *Fase di disillusione*;
- *Fase di stabilizzazione*¹.

Le prime due fasi terminano nei primi due mesi successivi all'evento e sono contraddistinte dalla richiesta di aiuti in vari campi e di solidarietà (anche psicologica) da tutta la Nazione, cercando di trasmettere più ottimismo possibile. Le fasi successive invece, come quelle della disillusione e ristabilizzazione, in cui la popolazione colpita inizia a fare veramente i conti in prima persona con la realtà dei fatti. Un fattore molto importante da considerare in queste fasi è la volontà delle "vittime" di rimanere nel luogo di appartenenza e quindi nel territorio colpito dalla catastrofe in modo da tenere ancora viva ed accrescere sempre più il modello di comunità e società.

Quindi, nella previsione, nella programmazione e nella attuazione degli interventi in caso di disastro, è necessaria una prospettiva psico-sociale, attenta ai processi collettivi, macro e micro-sociali, che accompagnano le varie fasi dell'evento nella popolazione colpita.

Tale punto di vista è indispensabile, in particolare, nella valutazione delle risposte individuali, psicologiche e psicopatologiche, agli stress da catastrofe e nella pianificazione del loro eventuale trattamento. Una costruttiva gestione del disastro deve tener conto delle caratteristiche della popolazione colpita e non costringerla in schemi che richiedono comportamenti in conflitto con la sua cultura. La pianificazione degli interventi nei disastri non deve essere affidata a un codice rigido, ma deve essere considerata come un work in progress, un processo in continua evoluzione, che si alimenta sempre di nuove conoscenze. I comportamenti umani rappresentano variabili estremamente complesse, ancor meno trascurabili in un contesto dove le emozioni acquistano una innegabile rilevanza. Infatti, vi sono molti tipi di scelta di sistemazione da parte delle persone colpite da calamità e potrebbero essere:

- Rimanere il più possibile vicino alla propria casa;
- Spostarsi temporaneamente a casa di familiari o amici;
- Spostarsi in rifugi improvvisati vicino alla zona del disastro;
- Occupare edifici adibiti ad altri usi;
- Utilizzare tende da campo, vicino alla propria casa;
- Utilizzare rifugi forniti da organizzazioni di soccorso;
- Spostarsi in siti distanti dal luogo di abitazione¹.



2. L'EMERGENZA



2.1 PROGRAMMARE L'EMERGENZA⁵

La parola emergenza si associa prevalentemente ad un evento negativo, ad uno stato limite ed improvviso, ad una condizione che si viene a creare a seguito della successione di uno o più disastri che alterano la normalità delle popolazioni creando danni alle persone o alle cose.

Le cause che portano allo stato di emergenza sono molteplici e di diversa natura, di conseguenza sono diversi anche i tipi di emergenza che ne conseguono: politica, sanitaria, abitativa, ambientale ecc.

La tipologia che interessa il caso studio è l'emergenza abitativa, nella fattispecie quella derivante da eventi calamitosi che in molti casi distruggono totalmente o in parte edifici ed infrastrutture.

Le condizioni di emergenza sono spesso difficili, pericolose, a volte riconducibili a situazioni estreme, e necessitano della corretta prevenzione e gestione. Programmare l'emergenza vuol dire attuare tutta una serie di interventi di prevenzione, soccorso e sicurezza con lo scopo di riportare una situazione abitativa, di risorse, servizi e infrastrutture il più vicina possibile a quella prima del disastro.

Le fasi che riassumono questa serie di interventi possono essere suddivise in 5 grandi step:

FASE 1 – Primo Soccorso;

FASE 2 – Ripresa delle Attività;

FASE 3 – Sistemazione;

FASE 4 – Ricostruzione;

FASE 5 – Rientro⁵.



FIGURE 2.1-2.2-2.3: FOTO CHE RITRAGGONO I PRIMI SOCCORSI DA PARTE DI VOLONTARI PROVENIENTI DA TUTTO IL PAESE DOPO IL TERREMOTO AVVENUTO AD AMATRICE IL 24/08/16

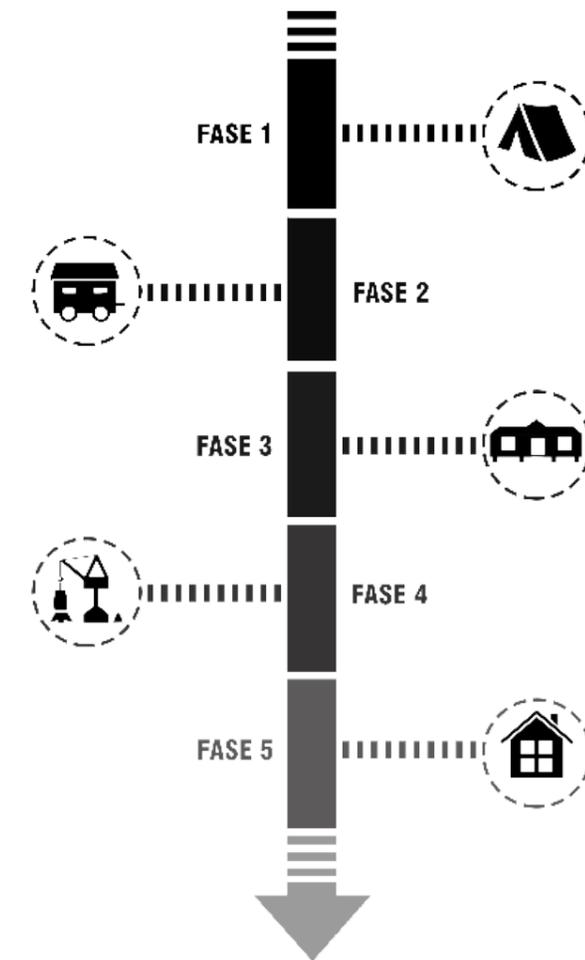


FIGURA 2.4: TIME LINE DELLE FASI DI EMERGENZA

FASE 1 - Primo soccorso

La prima fase è definita anche come fase di primo soccorso; infatti rappresenta ciò che succede dai primi 5 giorni, fino ai 2-3 mesi successivi al disastro. In primo luogo vengono allontanati i superstiti dalle zone a rischio e sistemati in degli spazi appositi, chiamate *aree di ammassamento dei soccorritori*, all'interno dei quali viene servito il primo soccorso. Successivamente si passa ad una prima sistemazione della persona all'interno di tendopoli, realizzate appositamente per prestare la necessaria assistenza alla popolazione e ripristinare le funzioni primarie di una comunità.

Una tendopoli deve essere realizzata in aree idonee, in genere campi sportivi o spazi provvisti di allacciamenti alla rete fognaria, idrica, elettrica e che siano serviti da almeno una strada di accesso e parcheggi ove organizzare i soccorsi.

Se le aree vengono individuate dopo l'evento calamitoso bisogna assicurarsi che siano ben pianeggianti e drenate, riparate dai venti, non inquinate e non interessate da colture pregiate. Devono inoltre essere sicure (ovvero lontane da tralicci, corsi d'acqua, elettrodi interrati, condutture di acquedotti e gasdotti, elementi a rischio incendi, crolli, cedimenti, frane) e sufficientemente lontane dalle operazioni di soccorso sanitario. In aggiunta, queste zone devono essere ben raggiungibili anche da mezzi pesanti di grandi dimensioni.

Una tendopoli è composta in genere da 16 moduli tenda (4x4) ciascuno contenente 6 tende da 7x6 m (fig. 2.5) per un massimo di 50 tende (trasportabili in un solo container); tra una tenda e l'altra c'è una distanza di un metro per pulizia e passaggio di tubazioni e 4 metri dalle strade per un totale di

23x16 m effettivi occupati dal modulo tenda.

In genere una tendopoli per 400 persone necessita di 10 container a servizi posizionati su due file da 5 separate da una strada di servizio; la distanza massima tra essi e le abitazioni deve essere di 50 m. Per la mensa possono predisporre due grandi tendoni da 12x15 m, mentre il numero e le dimensioni dei blocchi amministrativi non sono normati in quanto gli spazi a disposizione non sono sempre gli stessi. Allo stesso tempo si provvede alla messa in sicurezza delle zone inaccessibili e la chiusura delle strade che conducono lì o che presentano rischi di crollo.

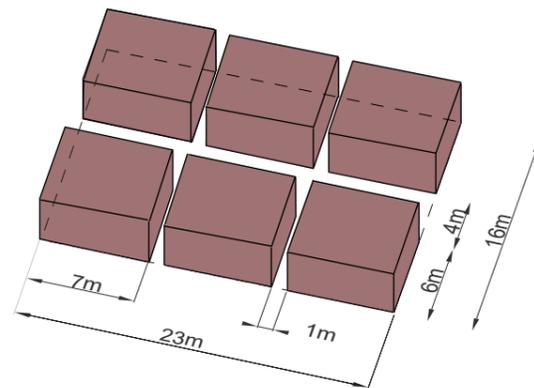


FIGURA 2.5: SCHEMA DI UN MODULO TENDA

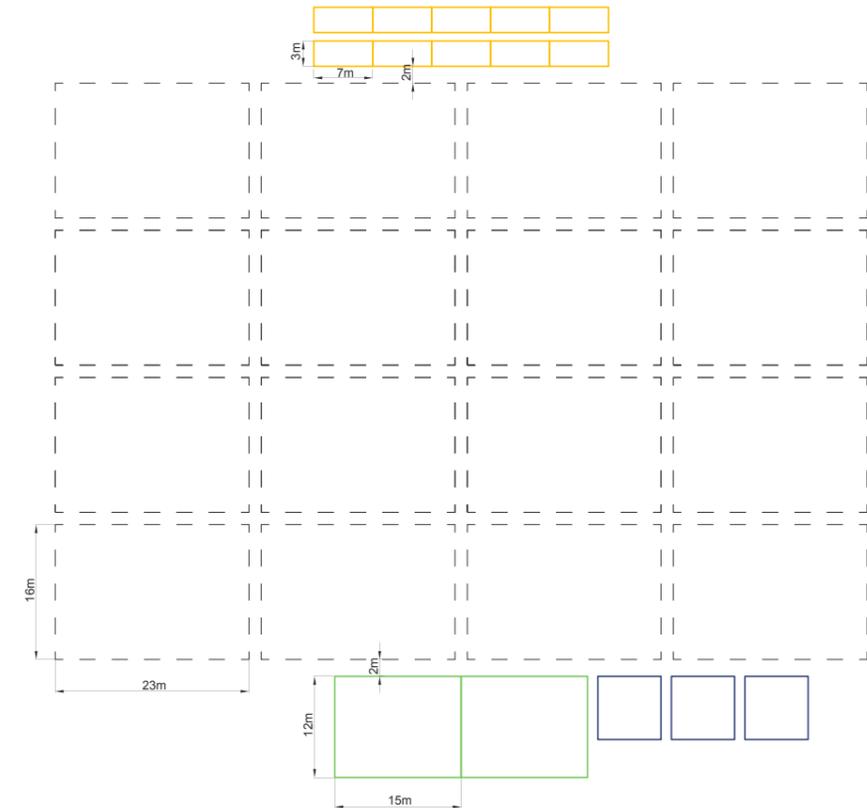


FIGURA 2.6: SCHEMA DI UNA TENDOPOLI
FIGURA 2.7: VISTA AREA DI UNA TENDOPOLI

FASE 2 - Ripresa dell'attività

La seconda fase invece, comprende un periodo che va dai 3 ai 6 mesi successivi all'evento calamitoso; si continuano a prestare soccorsi ai superstiti che non sono ancora stati salvati e mantenute le condizioni descritte nella fase 1.

Ad ogni persona o famiglia viene assegnata una soluzione abitativa: alcuni decidono di rimanere all'interno delle tendopoli o roulotte o container, altri vengono sistemati all'interno di alberghi, strutture militari, centri sportivi. Altri ancora decidono di raggiungere amici e familiari altrove, fuori città.

Una volta garantiti ad ognuno i beni di prima necessità si passa alla realizzazione di quello che può essere definito il *superfluo necessario*: scuole, centri sociali, aree ricettive, tutto ciò che ha la funzione specifica di riattivare la vita sociale tra le persone.

Ogni forma architettonica realizzata in questa fase, come le tende, i centri culturali e le scuole, è di carattere puramente provvisorio; piccole unità realizzate con sistemi di montaggio a secco che non prevedono un ancoraggio permanente al suolo e che possono essere realizzate facilmente, in poco tempo e con un budget limitato.



FIGURA 2.8: VISSERSHOK CONTAINER CLASSROOM
SCUOLA TEMPORANEA PER LE EMERGENZE

FIGURA 2.9: UNITÀ MOBILI SOCIALI

FIGURA 2.10: BIBLIOS

FASE 3 - Sistemazione

Passati i primi 10 mesi, fino a 2 o 3 anni dal disastro, inizia la fase di sistemazione vera e propria: le persone vengono trasferite dalle tendopoli ai nuovi alloggi temporanei che nel frattempo sono stati costruiti; questa fase rappresenta il momento in cui la popolazione si riappropria del confort di una casa, anche se di carattere semi-permanente.

Generalmente queste cassette prefabbricate vengono costruite in un raggio massimo di 2 km di distanza dall'abitazione di origine che è stata distrutta, per non creare un distacco tra l'abitante e la sua vecchia casa; inoltre si cerca sempre di renderle il meno isolate possibili (no frammentazione), sia per un fattore sociale, che per ridurre interventi infrastrutturali; un caso eccezionale può essere considerato per agricoltori e allevatori. Viene costituito un gruppo tecnico a cui viene affidata la tempestività d'intervento, ad esempio l'acquisizione dell'area per le opere temporanee; in merito a questo le modalità sono due:

Aree di proprietà comunale - delibera della giunta comunale per destinare l'area ad uso di area attrezzata della protezione civile.

Aree di proprietà privata - requisizione in uso temporaneo per grave necessità pubblica indicando la relativa indennità in base alla durata.

L'insediamento può comprendere da 8/10 moduli abitativi, fino a 120/130 in posizione baricentrica rispetto all'area da occupare. Le caratteristiche dell'insediamento sono simili a quelle della tendopoli; inizialmente vengono realizzate le opere di urbanizzazione primaria: 8-10 m per strade carrabili, 5 m per percorsi per traffico leggero, 3 m tra le unità abitative. I percorsi inoltre, devono

essere più lineari possibili, affinché la circolazione dei mezzi e i rifornimenti siano più agevolati.

La distribuzione planimetrica deve favorire la ventilazione e l'illuminazione naturale rispettando la distanza minima di 8 metri.

Bisogna inoltre predisporre un'allacciamento alla rete elettrica per ogni alloggio (6kW) e per i moduli ad uso sociale (3kW), una messa a terra, un collegamento a rete idrica, fognaria, l'illuminazione pubblica e rete antincendio a anello chiuso.

Ogni unità abitativa deve avere le seguenti caratteristiche: altezza utile interna maggiore o uguale a 2,70 m, con distribuzione a schiera o a corte in base alla morfologia del terreno.

Tipologia a schiera: ciascuna unità occupa uno spazio compreso tra 112 mq e 220 mq, seguendo una disposizione a scacchiera:

il lato lungo di ciascuna abitazione viene mantenuto parallelo o obliquo alla strada (fig. 2.11 - 2.12).

Questa tipologia permette inoltre di ridurre gli interventi di urbanizzazione e facilita l'allacciamento degli impianti.

Tipologia a corte: moduli aggregati in gruppi di 4 o 6, orientati in modo da favorire l'illuminazione interna e riparare dai venti prevalenti.

In entrambi i casi devono essere garantiti degli spazi d'interazione dove organizzare i servizi e le attività comuni, anche se la tipologia a corte è più adatta all'aggregazione sociale.

In ultimo questa fase prevede l'inizio della gestione delle macerie; spesso questo passo risulta difficoltoso in quanto le risorse e i costi di queste operazioni sono elevati.

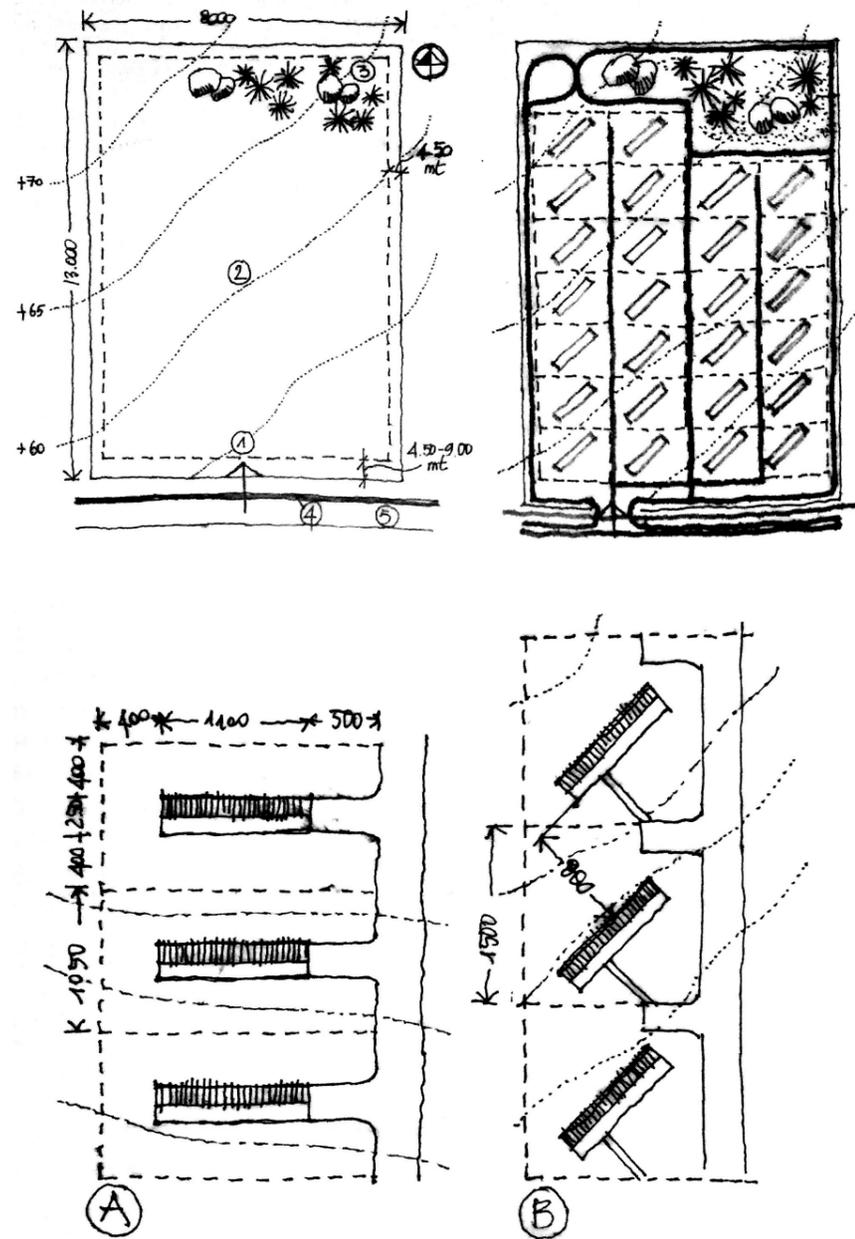


FIGURA 2.11: DISPOSIZIONE A SCACCHIERE DELLE UNITÀ ABITATIVE
TIPOLOGIA CON ORIENTAMENTO OBLIQUO

FIGURA 2.12: CONFRONTO TRA LE DUE TIPOLOGIE DI ORIENTAMENTO
A: LATO LUNGO DELL'UNITÀ ABITATIVA PARALLELO ALLA STRADA
B: LATO LUNGO DELL'UNITÀ ABITATIVA OBLIQUO ALLA STRADA

FASE 4 - Ricostruzione

Durante la quarta fase la comunità riprende a vivere come prima: ogni abitante ha la sua sistemazione all'interno di una abitazione prefabbricata semi permanente, gli interventi di soccorso e gestione dell'emergenza hanno superato la fase critica, le attività commerciali, mercatini e gli impianti sportivi riaprono; si delinea un nuovo tessuto urbano cucito dalla rete viaria e dai trasporti.

Una volta riportate quindi le condizioni di vita pre-calamità, si inizia la fase di ricostruzione della vera città, attraverso la realizzazione di edifici di carattere permanente sostitutivi alle case prefabbricate; organi addetti, imprese, volontari, associazioni umanitarie e cittadini tutti insieme collaborano nei lavori. Nello stesso tempo continua la fase di gestione e smaltimento delle macerie.

La durata di questa fase è difficilmente quantificabile vista l'imprevedibilità degli eventi; solitamente però, i lavori di ricostruzione iniziano dopo circa 2, 3 anni dall'evento.

FASE 5 - Rientro

Il quinto step è l'ultimo tra le fasi dell'emergenza e non ha una durata effettiva; può volerci qualche anno o qualche decennio, ma al completamento di questo periodo la ricostruzione delle nuove case di carattere permanente viene ultimata; ogni abitante può riappropriarsi di una vera abitazione.

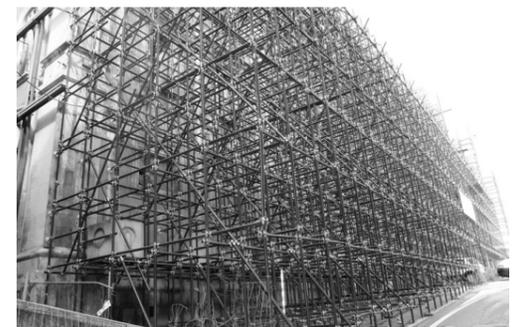


FIGURA 2.13: FASI DI RICOSTRUZIONE DELL'AQUILA DOPO
QUALCHE ANNO DAL TERREMOTO DEL 2009

FIGURA 2.14: SCUOLA DE AMICIS ALL'AQUILA DURANTE IL
RESTAURO



3. ARCHITETTURA PER L'EMERGENZA

Le soluzioni progettuali di cui l'essere umano si è avvalso per rispondere all'*emergenza*, intesa come descritto nel capitolo precedente, partono tutte da una vecchia concezione architettonica, quella della *temporaneità*.

A partire dalla tradizione dell'abitare provvisorio dei popoli nomadi, passando per l'housing coloniale e le case per gli operai, fino alle esigenze belliche e post belliche, questa tipologia si è evoluta ed ormai rappresenta un vero e proprio campo di ricerca architettonica, oltre che di utilizzo.

Nella nostra cultura associamo il concetto di provvisorio, o temporaneo, come tutto ciò che non dura all'infinito; in architettura, con questo termine, possono essere identificati quei manufatti il cui utilizzo è limitato nel tempo, ma che allo stesso momento non modificano in maniera permanente il territorio.

Un tempo, quando a seconda del variare delle stagioni e delle risorse naturali a disposizione i popoli avevano la necessità di migrare da un posto all'altro, la provvisorietà dell'insediamento era alla base; per questo oltre alla temporaneità si richiedevano altre tre caratteristiche tipiche di uno stile di vita nomade, che erano la *trasportabilità*, la semplicità costruttiva determinata dall'*assemblabilità* a secco dei materiali, i quali dovevano avere una *reperibilità*.

Ciò determinò l'aspetto di quelli che sono gli archetipi a cui noi tutti oggi facciamo riferimento: strutture fatte di *dimensioni minime*, tra il design e l'architettura, capaci di rispondere a delle esigenze che l'edilizia tradizionale non era in grado di affrontare; microabitazioni (o banalmente tende) trasportabili per intero, viste le dimensioni ridotte, o in parti separate grazie alla possibilità di montarle

e smontarle autonomamente e in breve tempo, realizzate a secco con materiali tipici delle zone da cui provenivano. Col passare dei secoli, la crescita economica e l'avvento della produzione industriale insieme alle nuove esigenze, portarono ad un cambiamento nell'architettura temporanea; si passò dalla tenda trasportabile realizzata in *autocostruzione*, a dei prodotti prefabbricati di natura industriale, la cui temporaneità non era più dovuta al tempo di occupazione del suolo, ma alla durata del suo utilizzo. È così che nascono negli Stati Uniti e in alcune parti d'Europa tipo Francia e Germania le *case basse*, architetture provvisorie, trasportabili e assemblabili in sito di massimo due piani.

Fra l'800 e il '900, periodo in cui si susseguirono diverse guerre, l'esigenza principale fu quella della tempestività d'intervento, alla quale si associavano una qualità, sicurezza e semplicità costruttiva adeguata, garantita dalla nascita di nuove tecniche costruttive che utilizzavano materiali sempre più leggeri e performanti. L'ultimo grosso cambiamento è riconducibile ai giorni nostri, periodo in cui l'inquinamento ambientale e l'esaurimento delle risorse naturali sono il principale problema da risolvere, e in cui è nata una nuova corrente di pensiero che ha abbracciato ogni campo: la *sostenibilità*. Il modo in cui l'architettura ha contribuito allo sviluppo sostenibile è attraverso strategie rivolte all'uso razionale delle risorse e al risparmio energetico. È così che, tra le microarchitetture, sono nati progetti realizzati con l'utilizzo di materiali alternativi provenienti da riciclo o riuso, o da materiali poveri, che fossero il più autosufficienti possibili dal punto di vista energetico.

In ultimo, visto l'aumento dei campi di utilizzo

hanno acquisito importanza altre due caratteristiche: la *flessibilità* di utilizzo, o *adattabilità*, e la *replicabilità* o *ampliabilità*. La prima rappresenta la facoltà di uno spazio di adeguarsi sia alla funzione che li ospita, che alle condizioni di contorno a cui è sottoposto (climatiche, morfologiche, culturali), mentre la seconda permette di aumentare lo spazio a disposizione a seconda delle esigenze⁵.

Nelle pagine che seguono sono stati raccolti una serie di esempi che raccontano l'evoluzione di questa tipologia di architettura, come essa sia stata utilizzata per diverse esigenze e come siano stati applicati svariati sistemi costruttivi per la loro realizzazione; ad ognuno di questi esempi si sono assegnate le rispettive caratteristiche qui sotto elencate:

TEMPORANEITÀ:
quando l'utilizzo è limitato nel tempo e/o la struttura non è ancorata in maniera permanente al suolo; può essere definito temporaneo anche un manufatto il quale uso cambia al termine di un determinato periodo di tempo.

TRASPORTABILITÀ:
quando è possibile trasportare da un posto ad un altro un'architettura; le soluzioni di trasporto sono due: per intero, quando le piccole dimensioni permettono il rispetto delle normative stradali riguardo l'ingombro massimo; in pezzi singoli assemblabili e smontabili tra loro.

ASSEMBLABILITÀ:
riguarda esclusivamente la tipologia costruttiva e quindi costituisce la possibilità di montare e smontare facilmente la struttura; questa proprietà è resa possibile attraverso l'uso di tecnologie a secco.

REPERIBILITÀ:
riguarda la provenienza dei materiali, i quali vengono definiti reperibili quando si possono trovare in loco o nelle vicinanze;

DIMENSIONI MINIME:
quando lo spazio interno e l'arredo sono ridotti al minimo necessario per vivere, questa caratteristica tipica del modo di vivere nomade, è necessaria quando si vuole rendere trasportabile un oggetto architettonico.

AUTOCOSTRUZIONE:
quando non è necessario l'intervento di un'impresa di costruzione per la realizzazione di un'immobile. L'impresa quindi è sostituita da operatori dilettanti, ai quali possono aggiungersi i futuri utenti del bene.

SOSTENIBILITÀ:
quando le strategie sono indirizzate verso la salvaguardia dell'ambiente, quindi limitare le emissioni di sostanze inquinanti nell'atmosfera e utilizzare in maniera razionale le risorse naturali.

FLESSIBILITÀ/ADATTABILITÀ:
capacità di adattarsi alle diverse condizioni a cui si è sottoposti, che siano esse di tipo climatico, morfologico, culturale, o di tipo funzionale.

REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ:
capacità di rendere uno spazio ampliabile o viceversa a seconda delle esigenze; solitamente vengono configurati dei moduli che hanno la possibilità di essere giuntati l'uno con l'altro⁶.

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

⁷ Cfr: Torvald Faegre, *Tende. Architettura dei nomadi*, Dedalo, Torino 1981. Traduzione a cura di M. Giannuzzi Bruno.

3.1 L'EVOLUZIONE DELL'ARCHITETTURA PER L'EMERGENZA^{5;7}

EPOCA PRIMITIVA

LE TENDE DEI POPOLI NOMADI

La prima forma abitativa di carattere provvisorio è rappresentata dalla tenda che i popoli nomadi usavano per spostarsi da un posto all'altro.

Queste abitazioni, che dovevano semplicemente rappresentare un riparo dal caldo diurno e dal freddo notturno; erano costituite da teli, solitamente di colore scuro, corde (tiranti e funi) che lavoravano a trazione e da puntoni sottoposti invece a compressione. I tre elementi insieme rappresentavano la struttura di copertura-elevazione-accesso, la quale sorgeva al di sopra del terreno naturale, che veniva adeguatamente ripulito e spianato.

Ne sono esistite di vari generi, riconducibili tutte al modello tenda; ciò nonostante ognuna presentava alcune differenze di base: numero di pali portanti e la lunghezza ed ampiezza delle coperture.

Tra i modelli di tenda conosciuti si possono individuare tre grosse categorie:

- La struttura in legno è interna e lungo il perimetro della superficie coperta:

Tekna del Marocco, Tenda Nera degli Ouled Nail, Tenda Capanna dei Curdi, Toldo della Patagonia, Kababish, Tenda Tuareg, Tenda degli Ad Scek (fig. 3.1-3.2-3.3);

- La struttura in legno è contemporaneamente sia interna che esterna alla superficie coperta:

Rebò Tibetana nelle due varianti a pianta rettangolare ed esagonale;

- La struttura in legno è solo sul perimetro della tenda:

Yurta, Kibitka entrambe autoportanti e con la possibilità di essere rimosse senza essere smontate⁷.

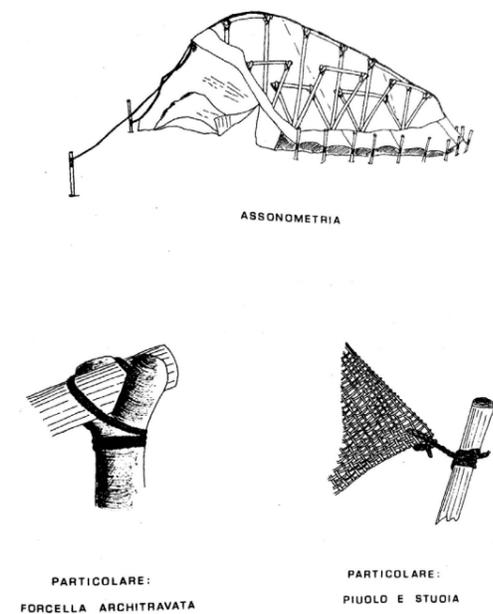


FIGURA 3.1: ASSONOMETRIA E PARTICOLARI DI TENDA DEGLI AD SCEK

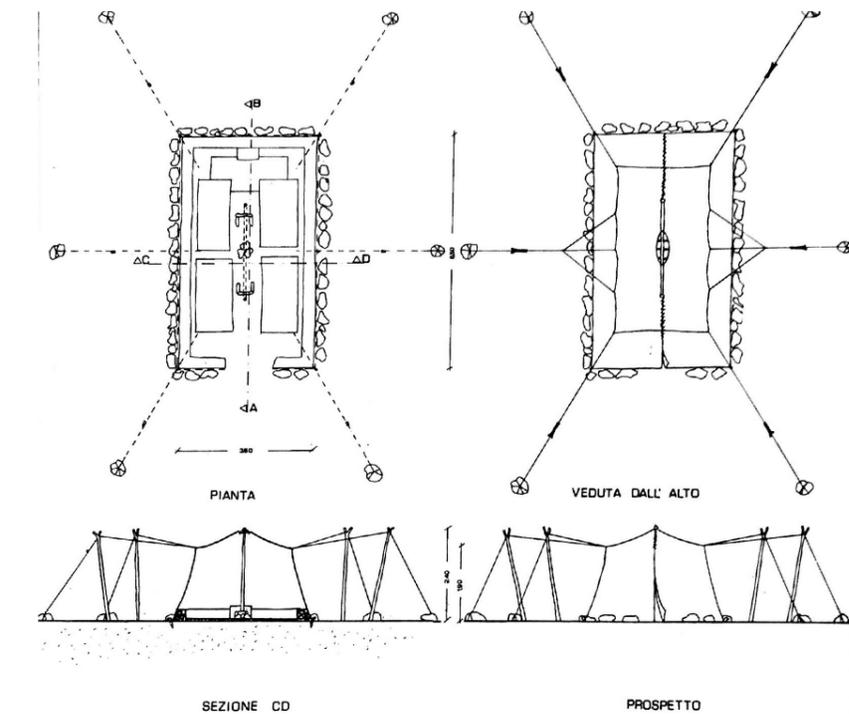
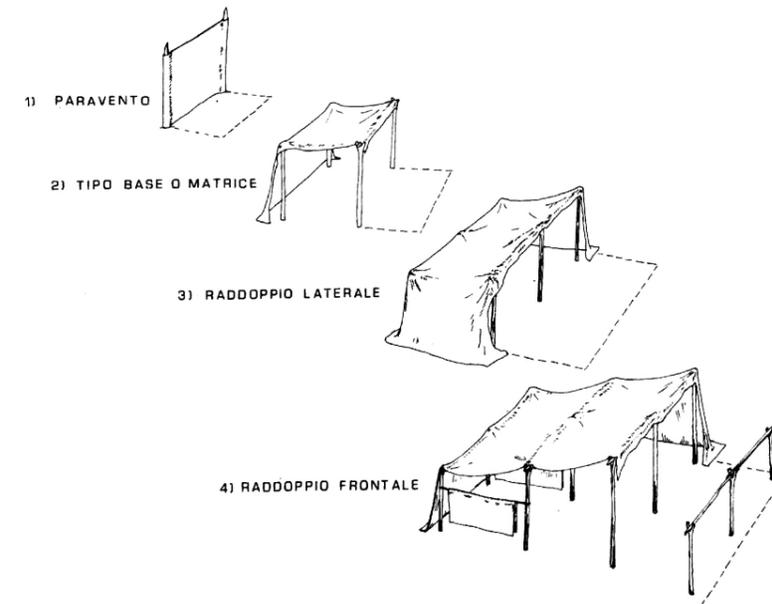


FIGURA 3.2: IPOTESI DI SVILUPPO DELLA TOLDO DELLA PATAGONIA
FIGURA 3.3: PIANTE, PROSPETTI, SEZIONI E VEDUTE DELLA REBÒ TIBETANA

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

⁷ Cfr: Torvald Faegre, *Tende. Architettura dei nomadi*, cit., p.46.

LA TENDA DEI TUAREG⁵

Questa tipologia di tenda rappresentava l'abitazione dei popoli provenienti dalla Nigeria ed era costituita da coperture realizzate da una serie di strisce in tela, proveniente dalla lana delle capre, cucite tra loro.

La lana usata per queste tende, grazie alla sua igroscopicità, è in grado di assorbire il vapore acqueo ma non l'acqua; grazie a questa caratteristica, l'involucro esposto a basse temperature invernali comincia ad assorbire umidità invece che raffreddarsi, aumentando di 2-3 gradi la sua temperatura.

In questo modo il calore interno si disperde più lentamente e chi vi abita ha la possibilità di adattarsi più gradualmente alle nuove condizioni climatiche (fig. 3.4).

Allo stesso modo, durante i periodi caldi l'ambiente interno mantiene una temperatura gradevole isolando dal calore esterno (fig. 3.5)

L'isolamento è garantito dalla presenza di interstizi nella struttura della lana che ne aumentano la superficie e allo stesso tempo permettono di trattenere una più grande quantità d'aria.

I Tuareg inoltre usavano questo materiale come capo d'abbigliamento, in quanto è in grado di assorbire il sudore umano e rilasciarlo all'esterno.

Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE**

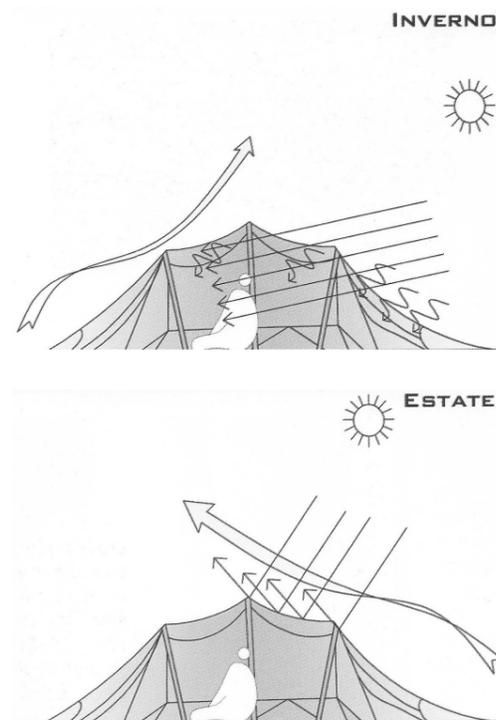


FIGURA 3.4: ESPOSIZIONE DELLA TENDA DURANTE IL PERIODO INVERNALE

FIGURA 3.5: ESPOSIZIONE DELLA TENDA DURANTE IL PERIODO ESTIVO



FIGURA 3.6: ESEMPIO DI TENDA TUAREG

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

⁷ Cfr: Torvald Faegre, *Tende. Architettura dei nomadi*, cit., p.46.

YURTA^{7,8}

Chiamata anche Gher, la Yurta è un'abitazione mongola a pianta circolare con una superficie di circa 30 mq.

La caratteristica principale e più particolare riguarda la sua ingegnosa struttura: un intreccio di tralicci di legno autoportante di misure standard che insieme compongono la forma circolare, e che possono facilmente essere montati e smontati permettendo all'abitazione di essere trasferita durante il cambio dei pascoli.

Le altre componenti che costituiscono questa tipologia di tenda sono:

Khalga: è la porta, fatta di legno decorato che viene posizionata sempre a sud;

Baghana: si tratta di due grandi pali a funzione portante, che sorreggono gli Uni, pali in legno che costituiscono la copertura.

Toono: è la copertura a cupola costituita da un'apertura centrale (all'occorrenza chiudibile) che permette alla luce di entrare, il ricambio d'aria e lo sfogo dei fumi della stufa (fig. 3.7).

A seconda della stagioni l'esterno può essere rivestito in panni di feltro o teli di cotone bianco cosparsi di grasso animale che garantiscono l'isolamento termico dal freddo invernale, o da cortine di stuoia che favoriscono la ventilazione interna durante l'estate e ne mantengono la privacy e sicurezza.

All'interno non è consentito accomodarsi in ogni parte della tenda: ogni posto è pensato per una ragione sociale secondo un ordine gerarchico. Il posto a nord è quello di maggior prestigio destinato alla divinità, mentre man mano che si va verso la

porta di ingresso, verso sud, sono distribuiti quelli di minor importanza; inoltre vi è un'ulteriore divisione tra la zona degli uomini a sinistra e quella delle donne a destra. Al centro infine è situata la stufa col fuoco all'interno che simboleggiano rispettivamente la famiglia e la continuazione genealogica (fig. 3.8).

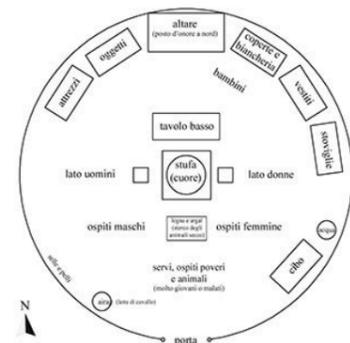
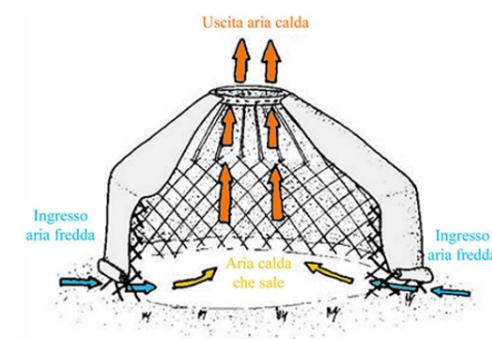


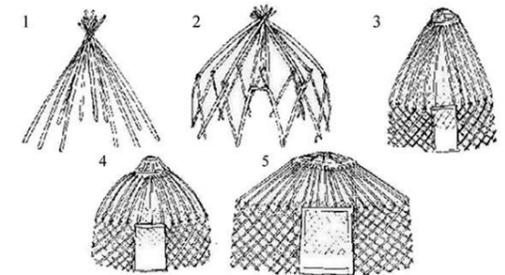
FIGURA 3.7: SCHEMA DEL SISTEMA DI RAFFRESCAMENTO NATURALE

FIGURA 3.8: SCHEMA DELLA DISTRIBUZIONE INTERNA DI UNA YURTA

⁸ Cfr: L. Schiaretta, *L'abitare temporaneo per i popoli nomadi: l'evoluzione delle tende tradizionali*, architetturacosostenibile.it, 2/04/14 (URL: <https://www.architetturacosostenibile.it/progetti/nel-mondo/abitare-temporaneo-nomadi-tende-835>).

Anche la yurta che conosciamo oggi ha subito un'evoluzione (fig. 3.9):

1. Buheg: origine preistorica, usato dagli allevatori di renne Siberiani e del nord della Mongolia;
2. Piccola modifica della Buheg per la creazione di pareti lungo il perimetro;
3. Rifinitura del disegno precedente con l'aggiunta di Khana pieghevoli e pali di legno;
4. Abbassamento del tetto che assume un profilo curvo;
5. Yurta moderna: si perde il profilo curvo della copertura che viene ribassata⁸.



Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE**

FIGURA 3.9: EVOLUZIONI DELLA YURTA

FIGURA 3.10: FOTO DI UNA VERSIONE MODERNA DELLA YURTA

XIX E XX SECOLO

CASE PER GLI OPERAI

Questa tipologia di abitazione si sviluppò prevalentemente negli Stati Uniti tra la fine del 1800 e i primi anni del '900. Le esigenze a cui dovevano rispondere erano: la velocità realizzativa e i bassi costi; tutto ciò fu possibile grazie a nuovi sistemi costruttivi nati a seguito dello sviluppo industriale. I sistemi a cui si fa riferimento prevedevano l'uso del legno sotto forma di pannelli di compensato a lamine tese, i quali erano autoportanti; inoltre, grazie alla modularità nella produzione dei pannelli in compensato (1,2x2,45), queste abitazioni potevano essere montate in cantiere oppure trasportate per intero o in sezioni dopo essere state premontate in officina (fig. 3.11).

Denominate anche case basse, perché divise in massimo due piani fuori terra, queste case per gli operai garantivano un buon livello di confort abitativo, combinato al minimalismo dello spazio e dell'arredo interno. Solitamente sorgevano in una zona poco urbanizzata, particolare che, secondo sociologi e psicologi, le rendeva l'abitat perfetto per la formazione della famiglia e la crescita corretta dei bambini. Il principale punto debole però riguardava le opere di urbanizzazione primaria; essendo situate in una zona poco urbanizzata, era scarsa la presenza di servizi centralizzati per le famiglie e reti stradali, quindi i costi per questi interventi erano maggiori. In Europa nel frattempo, la casa per gli operai seguiva gli stessi principi di quella americana, con la differenza che era semi-temporanea o temporanea. Anche in questi casi il materiale principale era il legno per la parte temporanea, abbinato ad un

sistema in muratura con blocchi artificiali leggeri e isolanti per la parte permanente.

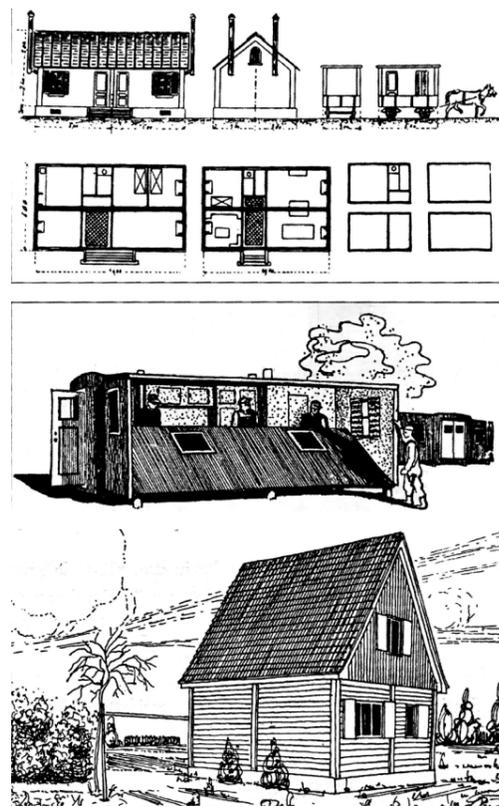
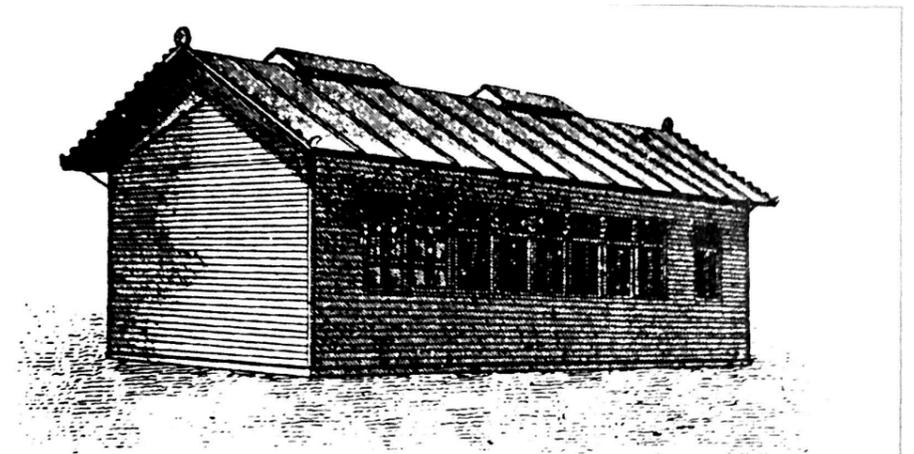


FIGURA 3.11: ESEMPIO DI CASA POPOLARE MOBILE SU RUOTE-1910

FIGURA 3.12: IL "CARROZZONE ALLUNGABILE" COME ESEMPIO DI PRIME ABITAZIONI TEMPORANEE E MOBILI

FIGURA 3.13: ESEMPIO DI CASETTA SMONTABILE TEDESCA CON STRUTTURA IN LEGNO



**1. Singole parti componenti i padiglioni.
Tavole delle pareti laterali.**

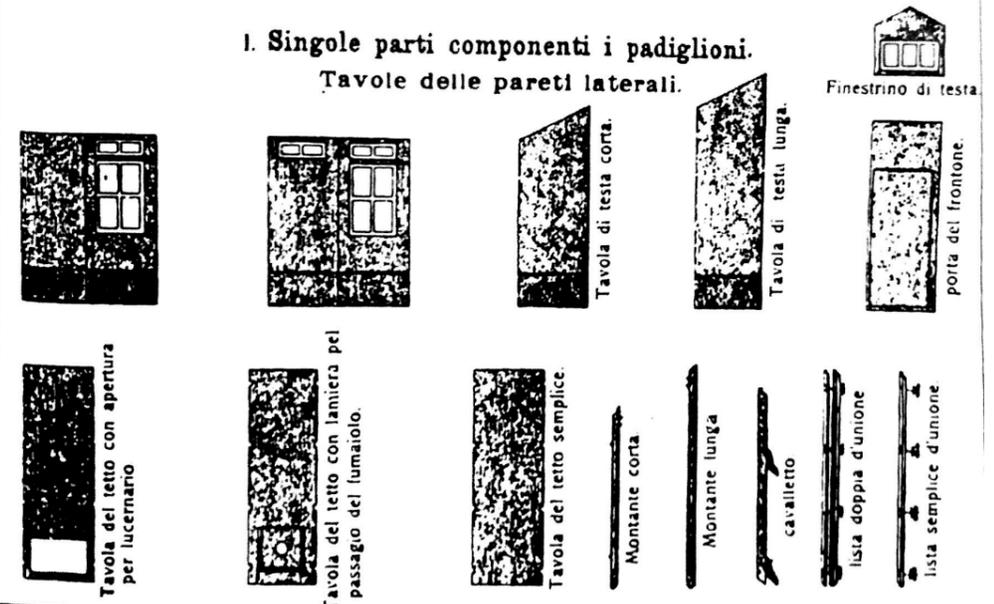


FIGURA 3.14: PADIGLIONE SMONTABILE IN LEGNO PER OPERAI E ABACO DEI SUOI ELEMENTI STANDARDIZZATI - 1900

HOUSING COLONIALE

L'housing coloniale, nato appunto per le colonie, non differisce molto dalla casa per gli operai per caratteristiche, anzi il sistema costruttivo è più o meno lo stesso; inoltre avevano in comune la necessità di dover essere trasportabili, e quindi smontabili e montabili facilmente e in poco tempo. Il primo prototipo di casa coloniale prefabbricata mobile risale al 1837, quando H. Manning realizza il Portable Colonial Cottage; questa costruzione era realizzata con pilastri lignei fissati su un solaio continuo che sorreggono le capriate.

Il rivestimento esterno era costituito da pannelli modulari standard anch'essi in legno.

Sulla base di questo prototipo vengono progettati tutta una serie di cottage portatili, realizzati attraverso l'ausilio di un kit di montaggio al quale si aggiungeva una bussola, per disporre la casa verso il migliore orientamento.

Le varie componenti erano pensate di dimensioni e peso non eccessivi, tali per cui un uomo potesse movimentarle autonomamente senza l'ausilio di macchine o animali; inoltre avevano le stesse dimensioni e non richiedevano tagli ne connessioni particolari, così che anche un manutentore non specializzato potesse costruirle senza errori; ne risultavano cantieri puliti in cui bastava una semplice fondazione su cui fissare il resto della struttura.

Negli anni '30 anche l'Italia sviluppa un suo modello di casa coloniale per gli italiani spostatisi in Africa.

In alcuni casi, come per l'altopiano Etiopico, i modelli di queste abitazioni mantennero la tradizione italiana, viste le condizioni climatiche simili a quelle della nostra penisola. In altri, come nel bassopiano Eritreo e Somalo, vennero in parte

contaminate dallo stile architettonico locale evoluto quanto quello italiano.

La tipologia abitativa era quella della casa unifamiliare isolata, costituita da un elemento ricorrente che era la veranda; essa costituiva al tempo stesso uno spazio di distribuzione e di regolazione del microclima, che fungeva da strato di separazione tra l'ambiente esterno e quello interno.

In alcuni casi questo elemento architettonico era semplicemente ricavato dalla sporgenza della copertura che riparava le pareti perimetrali dai raggi solari.

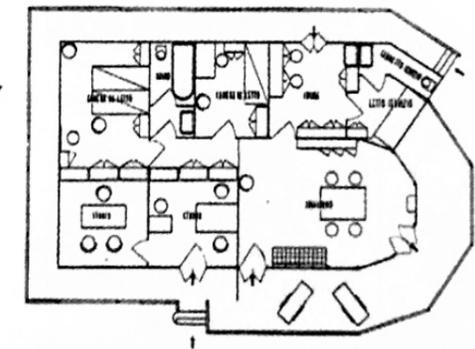
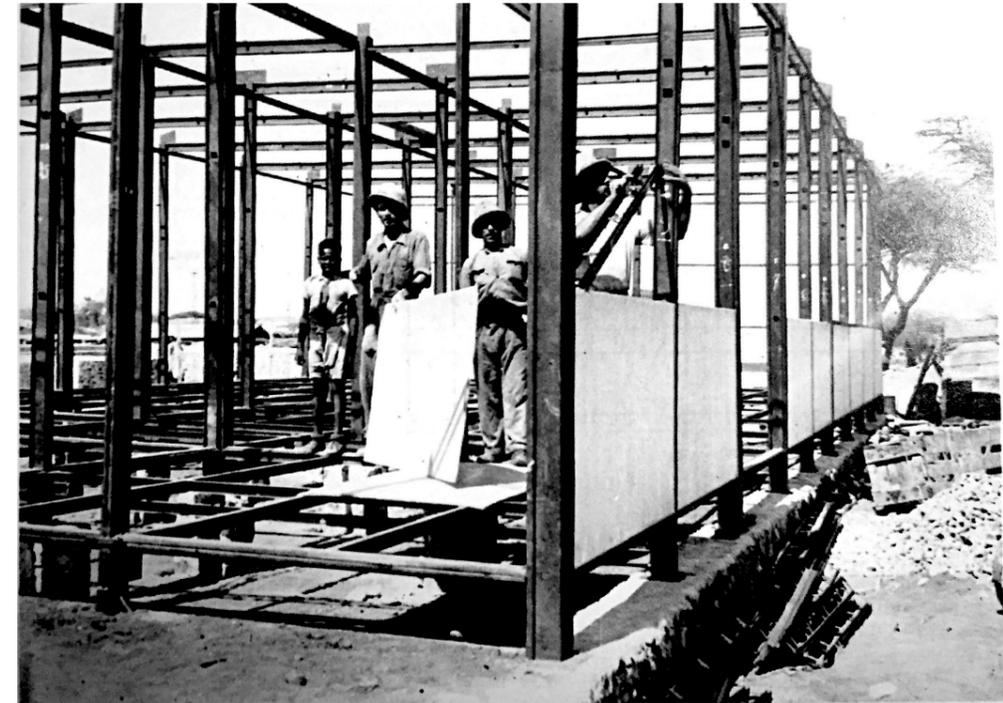


FIGURA 3.15: "L'INVULNERABILE", 1937
TECNICI E MAESTRANZE NEI CANTIERI DI DIRE DAUA

FIGURA 3.16: VILLA COLONIALE SMONTABILE DELLA
S.A.F.E (SOCIETÀ ANONIMA FORNITURE EDILI)-1936

PRESENTATA DALL'ARCHITETTO P.MASERA RAPPRESENTAVA
"LA SOLUZIONE IDEALE DELL'ABITAZIONE E DELLA SEDE"

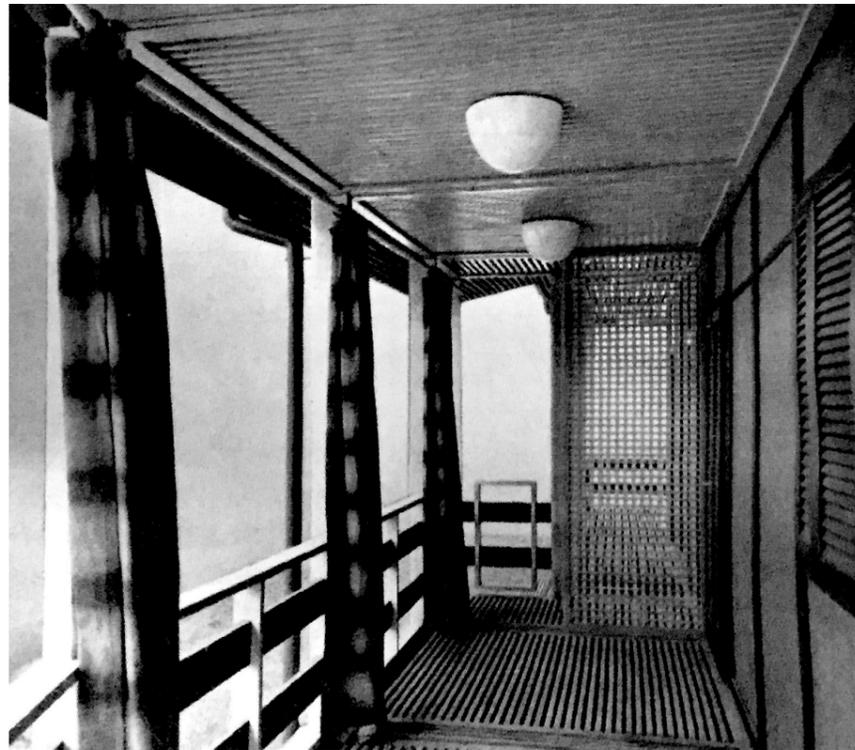
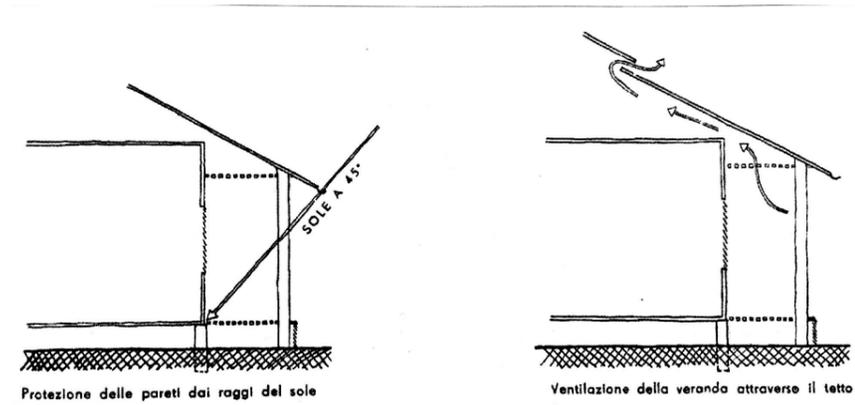


FIGURA 3.17: VILLA COLONIALE SMONTABILE
SCHEMINI CHE ILLUSTRANO COME ATTRAVERSO DEI
PANNELLI PREFABBRICATI SOTTILI
SI RIUSCIVA A GARANTIRE UN ISOLAMENTO TERMO-ACUS-
TICO

FIGURA 3.18: VILLA COLONIALE SMONTABILE
FOTO DELLA VERANDA VISTA COME ELEMENTO DI

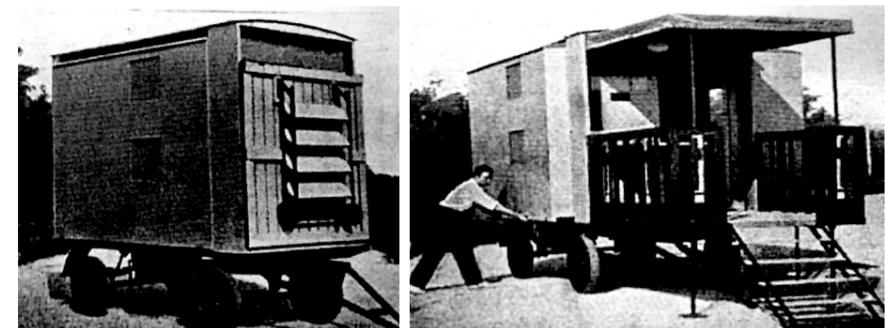


FIGURA 3.19: EDIFICIO AD USO COMMERCIALE ESEMPLIFICATIVO
DEL METODO COSTRUTTIVO DELLA SOCIETÀ "LEGNAMI PASOTTI"-1936
FIGURA 3.20: LA CASA DEL PIONIERE, PROTOTIPO DI ALLOGGIO MOBILE

PERIODO BELLICO

Anche l'emergenza bellica ha costituito un pretesto per l'applicazione delle nuove tecnologie sviluppate in quel periodo.

Come per i due casi precedenti le esigenze furono le medesime: costi contenuti, possibilità di montaggio/smontaggio e trasporto, facilità e velocità di realizzazione, abbinati a degli standard di salubrità e sicurezza adeguati.

In Italia, per garantire degli alloggi ai militari a seguito dell'emergenza bellica del 1942, fu indetto un concorso al quale la ditta Legnami Pasotti rispose proponendo una "baracca smontabile someggiabile" (trasportabile come soma a dorso di un cavallo).

Si trattava dello stesso modello di abitazione utilizzato per le case degli operai: pali in legno su cui vengono sorrette delle capriate per sostenere la copertura, pareti perimetrali con due pannelli di compensato separati da una camera d'aria, fondazioni con "pioli" in legno fissati nel terreno, che staccavano la costruzione di 30-40 cm dal piano di campagna. Alle pagine seguenti si riportano alcuni esempi di architettura sviluppate durante questo periodo.

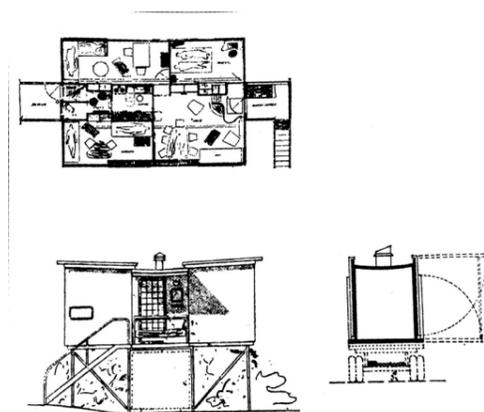
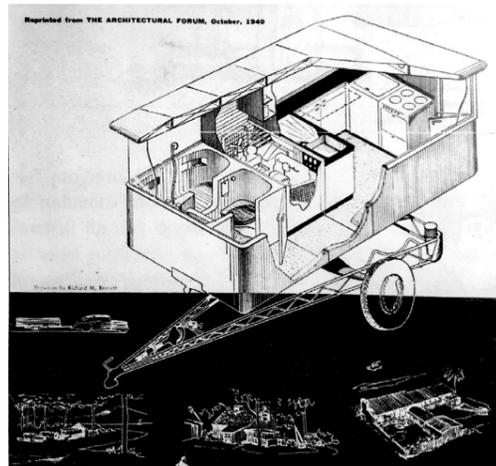


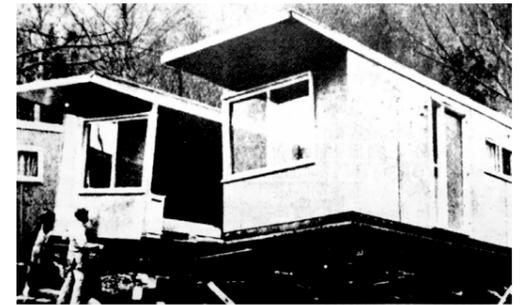
FIGURA 3.21: MECHANICAL WING
UNITÀ ABITATIVA MOBILE PROGETTATA DA FULER NEL 1940,
DESTINATA ALLE FAMIGLIE OPERAIE ATTIVE NELL'INDUSTRIA BELLICA

FIGURA 3.22: ALLOGGIO DI EMERGENZA P. JEANNERET E J. PROUVÉ
ALLOGGIO TRASPORTABILE SU RUOTE,
TRIPPLICABILE ORIZZONTALMENTE E ALZABILE VERTICALMENTE

TVA⁵

Cottage trasportabile e montabile attraverso l'assemblaggio tramite bullonatura di 3-4 sezioni in legno prefabbricato, ognuna delle quali trasportabili; una volta portate sul luogo di montaggio, ogni sezione poteva essere agganciata alle altre da soli 4 uomini in 4 ore.

Questa abitazione rispondeva perfettamente ai requisiti di casa americana ad esclusione della copertura piana, la quale differiva da quella tradizionale a tre falde per questioni di facilità di montaggio.



Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
AUTOCOSTRUZIONE**

FIGURA 3.23: IL COTTAGE SMONTABILE DELLA TVA-1940
FASE DI ASSEMBLAGGIO DEI MODULI COMPONENTI

⁵ Cfr.: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

HUTS⁵

Le *Huts* (capanne) erano delle costruzioni ad arco, resistenti alle deformazioni, veloci e semplici nel montaggio (fig. 3.24).

Tra la prima e la seconda guerra mondiale ne vennero progettati diversi modelli, migliorandone via via sempre più il confort interno, la rapidità e la facilità di trasporto e posa in opera. Le dimensioni delle prime huts (*T-Rib Quonset hut*) sono di lunghezza pari a 6 o 11 metri e diametro dell'arco in struttura metallica di 4,88 metri trasportabili in 12 casse e montabili in uno solo giorno da 10 uomini non specializzati; inoltre garantivano un buon isolamento dal freddo (fig. 3.25).

La struttura ad archi metallici era rivestita con pannelli metallici corrugati all'esterno, montati su arcarecci in legno su cui era posato uno strato isolante in carta. In seguito le *T-Rib* vennero modificate aggiungendo due pareti verticali di altezza 1,20 su cui appoggiava l'arco; questa soluzione permise di accostare dei letti alle pareti, sfruttando quell'angolo che con l'arco rimaneva inutilizzato (fig. 3.26).

La *Jamesway* rappresenta invece un modello di *hut* pensato per i climi artici; infatti alle costole metalliche fu sostituita una struttura in legno, più adatta ai climi freddi e il tessuto di rivestimento fu realizzato con due strati di cotone elasticizzato al cui interno era posto uno strato isolante in fibra di vetro. Furono diversi i modelli successivi, alcuni ritornarono all'arco a tutto sesto, altri puntarono sulla velocità costruttiva e sui materiali di rivestimento, altri sulla grandezza.

La capanna ad arco rappresentò il modello architettonico più usato per l'emergenza bellica.

Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ,
FLESSIBILITÀ/ADATTABILITÀ**



FIGURA 3.24: SISTEMA DI MONTAGGIO DELLE HUTS

FIGURA 3.25: T-RIB QUONSET-HUT, PRIMA VERSIONE AD ARCO A TUTTO SESTO

FIGURA 3.26: T-RIB, SECONDA VERSIONE CON AGGIUNTA DI PARETI VERTICALI

⁹Cfr: B. Brunetti, *Case mobili: uno degli esempi più antichi al mondo è alle Barbados, architetturaecosostenibile.it*, 19/04/15 (URL: <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/case-mobili-barbados-316>).

CHATTEL HOUSE⁹

Da *Chattel* bene mobile, che deriva a sua volta da *Cattle* ovvero bestiame (un tempo la sola proprietà dei popoli nomadi era proprio il bestiame), questa casa mobile è tipica delle zone caraibiche e risalente al XIX secolo.

Era realizzata dagli schiavi africani dei britannici che, liberati nel 1838, lavoravano nelle piantagioni di zucchero e avevano la necessità di spostarsi da un terreno di un proprietario terriero all'altro.

Le più antiche sorgevano su un basamento in pietra calcarea, sul quale erano semplicemente appoggiate; costruite interamente in legno, a partire dalle parti verticali, per finire alla copertura.

La pareti venivano assemblate con una serie di assi lignee proveniente dagli Stati Uniti, incastrate a tutto legno senza l'ausilio di chiodature. La copertura, a doppia falda, era costituita da un manto di scandole lignee.

Le altre caratteristiche erano: modularità - larghezza doppia rispetto alla profondità, simmetria - ingresso centrale con due finestre, una per lato, provviste ciascuna di persiane.

Originariamente all'interno vi erano solamente due ambienti, infatti questa abitazione veniva anche chiamata *one roof house* o casa ad un solo tetto (fig. 3.27); il cambiamento delle esigenze portò poi alla nascita di ulteriori tre versioni rispettivamente *one roof house and shed* che aggiunge un capanno sul retro, *two roof house and shed* che aggiunge un ulteriore ambiente, *three roof house* che aggiunge un ulteriore ambiente coperto adibito a cucina (fig. 3.28).

La principale debolezza è la poca resistenza al vento e alle piogge, caratteristica che ha portato sempre più all'abbandono dalla *Chattel House* tradizionale,

o al suo uso limitato a determinati periodi dell'anno, a favore di quella odierna.

Oggi infatti le vecchie abitazioni temporanee hanno subito diverse modifiche tra le quali: sostituzione del basamento con fondazioni stabili, sostituzione copertura con lamiera zincata, aggiunta di ornamenti tra i quali i porticati d'ingresso e grondaie ornamentali.

Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ**



FIGURA 3.27: CHATTEL HOUSE "one roof house"

FIGURA 3.28: CHATTEL HOUSE, "three roof house" MODULI ASSEMBLATI TRA LORO

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

SUPERADOBE DOMES⁵

Progettata nel 1991 da una collaborazione tra Nader Khalila col Californian Institute of Earth Art & Architecture, prendendo spunto dalla tecnologia usata durante la prima guerra mondiale per costruire barriere a protezione dei bunker e delle trincee.

Pensate per Iraq e Iran sono vere e proprie case trincea realizzate attraverso l'impiego di lunghi sacchi riempiti di sabbia, terra o altri inerti da utilizzare, sia allo stato umido, soluzione che da più stabilità, che allo stato asciutto (fig. 3.30).

Se nel sito non sono disponibili i materiali più adatti, grazie alla versatilità di questo sistema, possono essere sostituiti con sacchi della spesa chiusi a palla e riempiti da materiale meno stabile come sassolini, rocce vulcaniche, chicchi di riso..

Questo sistema costruttivo, usato anche in situazioni di emergenza, permette di realizzare forme particolari tra cui archi e cupole autoportanti senza l'utilizzo di centine, visto che lo stesso sacco è usato come architrave. Inoltre garantisce un buon isolamento e inerzia termica:

con soli 16 cm si riescono ad ottenere pareti con $U= 0,103 \text{ W/m}^2\text{K}$, e con spessore simile una $U= 0,153 \text{ W/m}^2\text{K}$ per la copertura; essa può essere lasciata aperta nella sommità, nel caso si voglia dare una migliore illuminazione naturale con un lucernario posto alla sommità⁵.

Per le fondazioni si scava una traccia di forma circolare nel terreno profonda 5 cm e di diametro tra i 2,44 e i 4,26 m al cui interno vengono inseriti 2-3 tubi di propilene riempiti con sabbia. Anche se vi è un limite massimo di diametro, se le esigenze lo chiedono, queste costruzioni possono combinarsi tra loro e formare spazi più grandi.

Per il rivestimento esterno viene utilizzato un intonaco.

Nel 1995 in Iran, Khalila realizza con questo sistema 15 abitazioni d'emergenza, che verranno poi demolite dal governo.

Caratteristiche:

**ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ
TRASPORTABILITÀ**



FIGURA 3.29: ESEMPIO DI Superadobe Domes

FIGURA 3.30: MODALITÀ DI COSTRUZIONE DI UNA Superadobe Domes

3.2 MICROARCHITETTURA TEMPORANEA SOCIO-CULTURALE

Oltre che per l'emergenza abitativa, militare, medica, vi è un'ulteriore campo di applicazione dell'architettura effimera, un ambito che racchiude tutte quelle funzioni che non ricadono nei beni di prima necessità ma che volgarmente viene definito "superfluo necessario".

È così che sono nate biblioteche, musei, laboratori, giochi itineranti con lo scopo di riattivare le attività socio-culturali all'interno di popolazioni colpite da disastri, o più semplicemente portarle la dove a causa della povertà non sono presenti.

Tra gli archetipi dei padiglioni temporanei e spazi espositivi riconducibili ad attività socio-culturali si possono ricordare i teatrini per le marionette (fig. 3.31) e i circhi, entrambi nati dalla necessità di uno stile di vita nomade e da esigenze di provvisorietà. Non è un caso infatti che il tendone di un circo è perfettamente riconducibile alle abitazioni dei popoli nomadi, ovvero tende, o in questo caso tendoni tesi su una struttura di pali e tiranti (fig. 3.32).

Oggi, nel raggiungimento di uno sviluppo sostenibile, l'ambito sociale ha assunto pari importanza dell'aspetto economico ed energetico.

Di seguito sono stati riportati una raccolta di unità mobili per l'emergenza e non, che riguardano l'esperienza più recente di architettura itinerante per il campo socio-culturale.



FIGURA 3.31: ESEMPIO DI UN TEATRINO PER MARIONETTE
FIGURA 3.32: ESEMPIO DI UN TENDONE DA CIRCO



CINEMA SOLARE ITINERANTE¹⁰

Si tratta di un camion itinerante attrezzato di un sistema di proiezione film alimentato da un impianto fotovoltaico; è stato pensato per unire le persone in un'attività sociale come il cinema all'aperto, in un periodo dove *social network*, *pay tv*. non fanno altro che dividere.

I luoghi in cui ha trovato maggiore applicazione sono quelli poveri, in cui la maggior parte dei bambini non ha mai provato un'esperienza comunitaria.



Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
SOSTENIBILITÀ
TEMPORANEITÀ,
DIMENSIONI MINIME**



FIGURA 3.33: IL CINEMA ITINERANTE IN FUNZIONE
FIGURA 3.34: IL CINEMA ITINERANTE SPENTO

¹⁰ Cfr.: P. Giovanetti, *Cinema solare itinerante, Sette pomeriggi e serate di film, giochi, cena, musica e laboratori*, L'Adige.it, 21/06/16 (URL: <http://www.ladige.it/territori/vallagarina-altipiani/2016/06/21/cinema-solare-itinerante>).

¹¹ Cfr: G. Salvaggiolo, *Dalle periferie ai borghi del sisma, l'architettura sociale va in roulotte, Biblioteca, ambulatorio e palestra mobili: l'idea nata alla Biennale di Venezia prende forma*, lastampa.it, 17/11/16
(URL: <http://www.lastampa.it/2016/11/09/italia/cronache/dalle-periferie-ai-borghi-del-sisma-larchitettura-sociale-va-in-roulotte-AE9P2kbTc6Ax-oHSDfFpMcP/pagina.html>).

UNITA' MOBILI SOCIALI¹¹

«Gli architetti le chiamano unità mobili, a prima vista sembrano roulotte. In realtà questi container celano biblioteche, palestre, presidi antimafia, laboratori ambientali e ambulatori medici. Speciali perché dotati di ruote. Nati per le periferie degradate, raggiungeranno anche i borghi colpiti dal terremoto. Sono il frutto di un *crowdfunding* applicato all'architettura sociale. Circa 200 donatori privati hanno già contribuito con 112 mila euro all'idea lanciata alla Biennale di Venezia, in una sezione del padiglione italiano chiamata *Agires*¹¹.



FIGURA 3.35: UN UNITÀ MOBILE SOCIALE INSERITA ALL'INTERNO DI UNA PIAZZETA

FIGURA 3.36: INTERNO TIPO DI UN'UNITÀ MOBILE

Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
DIMENSIONI MINIME**



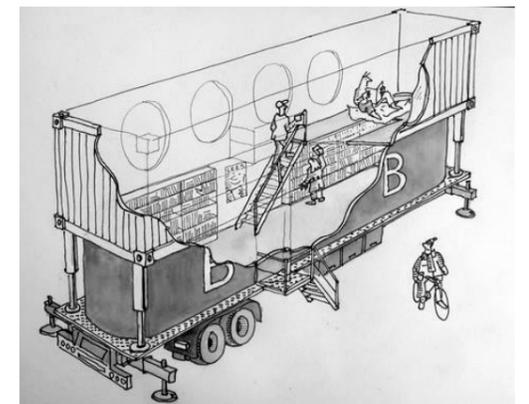
¹² Cfr: Redazione Il Libraio, *Il Biebbus, un camion-biblioteca per bambini "espandibile"*, illibraio.it, 9/11/15
(URL: <https://www.illibraio.it/il-biebbus-un-camion-biblioteca-per-bambini-espandibile-259883>).

UITSCHUIF BIEBBUS - Biblioteca mobile¹²

Si tratta di una biblioteca mobile progettata dall'architetto olandese Jord den Hollander, il quale pensa questa questo edificio itinerante ed espandibile per i quartieri di Amsterdam in cui, a causa delle strade strette, il poco spazio a disposizione non permette ai bambini di avere una biblioteca propria.

Per oltrepassare quelli che sono i limiti di spazio, l'architetto ha pensato di creare due stanze che slittano una sull'altra: la prima, più piccola fissata al rimorchio, contiene 7000 libri per bambini ed è provvista di una porzione di soffitto in materiale trasparente; la seconda, più grande, è un container da nave che, come una navicella, sormonta la stanza più piccola. Contiene uno spazio arredato da cuscini al cui interno i bambini possono leggere, navigare su internet e nel frattempo osservare il proprio quartiere dall'alto.

Ogni giorno il *Biebbus* viene parcheggiato davanti alle scuole elementari del quartiere, pronto per servire dai 30-40 bambini contemporaneamente.



Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
DIMENSIONI MINIME**



FIGURA 3.37: IL BIEBBUS VISTO DALL'ESTERNO

FIGURA 3.38: DISEGNO DI UNO SPACCATO ASSONOMETRICO DEL

¹³ Cfr.: C. Barbeta, *Al MuMo l'arte alla portata dei bambini*, vita.it, 24/05/17 (URL: <http://www.vita.it/it/articole/2017/05/24/al-mumo-larte-alla-portata-dei-bambini/143498>).

¹⁴ Cfr.: domus, *MuMo*, domusweb.it, 4/05/17 (URL: https://www.domusweb.it/it/notizie/2017/05/04/matali_crasset_mumo.html).

MUMO & MUMO2^{13;14}

MUMO è un camion itinerante contenente un museo d'arte contemporanea nato per percorrere un tratto di 8 mila chilometri, dalla Francia all'Africa, e per incontrare un pubblico stimato di 11 mila bambini tra i 6 e i 12 anni.

Nasce nel 2011 da un'idea di Ingrid Brochard, la quale progetta un container poggiato su ruote che ricorda un po' un carrozzone da circo, trasportabile sia su strada che via mare su navi; inoltre possiede un sistema idraulico che lo trasforma in un vero e proprio padiglione espositivo, suddiviso in quattro ambienti differenti destinati alla pittura, alla scultura, al design...

Come detto va incontro ai bambini, specie quelli che non frequentano musei o luoghi di cultura, recandosi direttamente nei luoghi di vita quotidiana. Cinque anni dopo, a seguito dell'esperienza dal primo progetto, nasce MUMO2, un nuovo padiglione espositivo che non si sviluppa più in altezza ma orizzontalmente, ideato da Matali Crasset; esso inoltre rimane più aperto verso l'esterno attraverso un atelier e uno spazio espositivo per le creazioni dei ragazzi.

Infine MUMO2 è aperto ad un pubblico più ampio rispetto al progetto precedente.

Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
DIMENSIONI MINIME**



FIGURA 3.39: VISTA ESTERNA DEL MUMO - 2011
FIGURA 3.40: VISTA ESTERNA DEL MUMO2 - 2016



FIGURA 3.41: VISTA INTERNA DEL MUMO2 - 2016

¹⁵ Cfr: Redazione Abitare, *Un laboratorio itinerante nello spazio pubblico*, *abitare.it*, 30/10/12 (URI: <http://www.abitare.it/it/architettura/2012/10/30/centro-cultural-no-made-a77>).

CENTRO CULTURAL NO'MADE¹⁵

Pensato per la città di Buenos Aires, questo spazio itinerante per l'arte nasce da un progetto degli architetti Gustavo Diéguez e Lucas Gilardi dello studio di architettura A77, che danno vita ad un vecchio container in disuso.

La particolarità di questo centro culturale è l'attenzione per l'uso degli spazi, sia esterni che interni, e la sua polifunzionalità: esso infatti al suo interno può ospitare una biblioteca, una galleria d'arte, un teatro e una scuola, realizzato con mobili provenienti da materiali da riciclo; all'esterno invece si svolgono tutte le attività all'aperto, ed è arredato con sedie e tavolini.



Caratteristiche:

**TRASPORTABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
DIMENSIONI MINIME
SOSTENIBILITÀ**

FIGURA 3.42: CENTRO CULTURAL NO'MADE
FIGURA 3.43: CENTRO CULTURAL NO'MADE

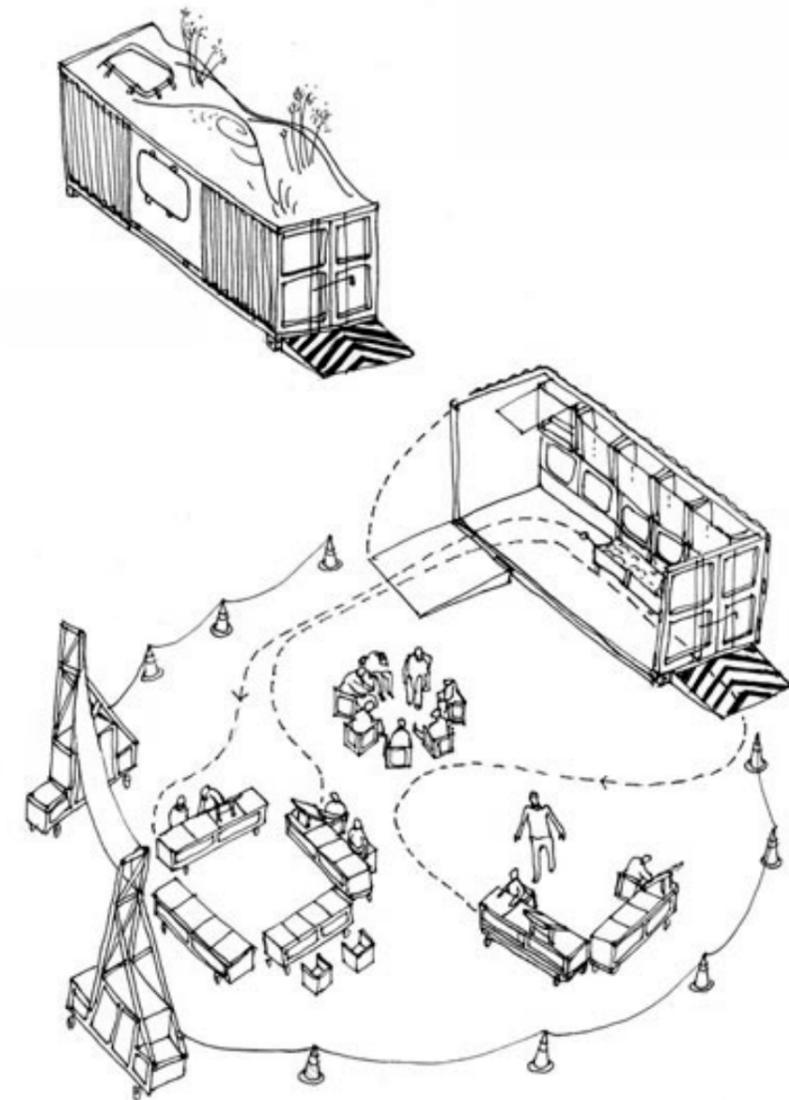


FIGURA 3.44: SCHEMA DELLA FUNZIONALITÀ DEL CENTRO CULTURAL NO'MADE

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

¹⁶ Cfr: wikipedia.org, 27/06/18
(URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/Sostenibilit%C3%A0>).

3.3 LA SOSTENIBILITÀ NELL'EMERGENZA^{5; 16}

In architettura, la sostenibilità non è altro che un approccio di tipo culturale legato al progetto, che fonda le sue basi sulla bio-edilizia, ovvero un'edilizia che garantisce lo stesso livello di benessere per le generazioni attuali e future, attraverso la consapevolezza che le risorse sono limitate e che il livello di inquinamento può raggiungere livelli insostenibili per il futuro.

È a partire dalla Germania negli anni '70, che la filosofia dei progettisti iniziò a dirigersi verso quello che oggi può essere definito il pensare sostenibile.

Lo scopo è quello di garantire il massimo livello di confort limitando quelli che sono i consumi in termini di energia, materiali, risorse ed inquinamento, durante il ciclo di vita dell'edificio (dall'estrazione delle materie prime alla dismissione). Tra le strategie che hanno permesso di limitare uno o più di questi fattori, l'uso di materiali poveri, quali quelli provenienti da riciclo o riuso, si è dimostrato molto utile in situazioni di emergenza.

Come detto nei capitoli precedenti infatti, in uno stato di emergenza dove la rapidità d'intervento è alla base, la reperibilità dei materiali e il loro costo sono importantissimi quando si vuole realizzare una costruzione in poco tempo.

È così che, anche nel campo dell'emergenza, materiali come il cartone, la gomma, la plastica, il vetro, che generalmente venivano portati in discarica e smaltiti con conseguenti costi di smaltimento ed emissioni nocive per l'ambiente, sono diventati i principali prodotti da riuso e riciclo.

Tra gli esempi più noti sono stati riportati la Wobo, uno dei primi esempi di microarchitettura derivante da materiale da riuso, realizzata quasi interamente da bottiglie di vetro, la Lucy House, composta da

pezzi di moquette sovrapposti l'uno con l'altro (fig. 3.45), le case con lattine di bibite Micheal Hoenesm (fig. 3.47), per finire con la Casa in Pallet, quelle con tubi di cartone di Shigeru Ban, la T-Log™ House, che riutilizza vecchi copertoni delle auto e la House of Clothing, realizzata con vecchi capi di abbigliamento (fig. 3.46).



FIGURA 3.45: LUCY HOUSE



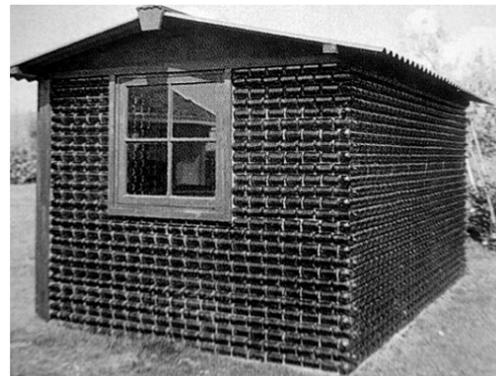
FIGURA 3.46: HOUSE OF CLOTHING
FIGURA 3.47: CASE CON LATTINE DI BIBITE MICHEAL

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

WOBO (WORLD BOTTLE)⁵

È un'abitazione temporanea e rappresenta una delle forme più conosciute di costruzioni provenienti da materiale da riuso, che in questo caso è la bottiglia di vetro; si tratta di vecchie bottiglie dell'Heineken, a sezione quadrata utilizzate analogamente al mattone in laterizio e assemblate attraverso l'ausilio di malta.

La Wobo fu progettata nel 1963, ma l'idea risale al 1925 quando, in carenza di materie prime, per le pareti di un saloon vennero usate per la prima volta delle bottiglie di vetro; queste erano riempite internamente con dell'acqua, la quale garantiva una buona inerzia termica



Caratteristiche:

**ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
SOSTENIBILITÀ
TRASPORTABILITÀ**



FIGURA 3.48-3.49: VISTE GENERALI DI UNA WOBO

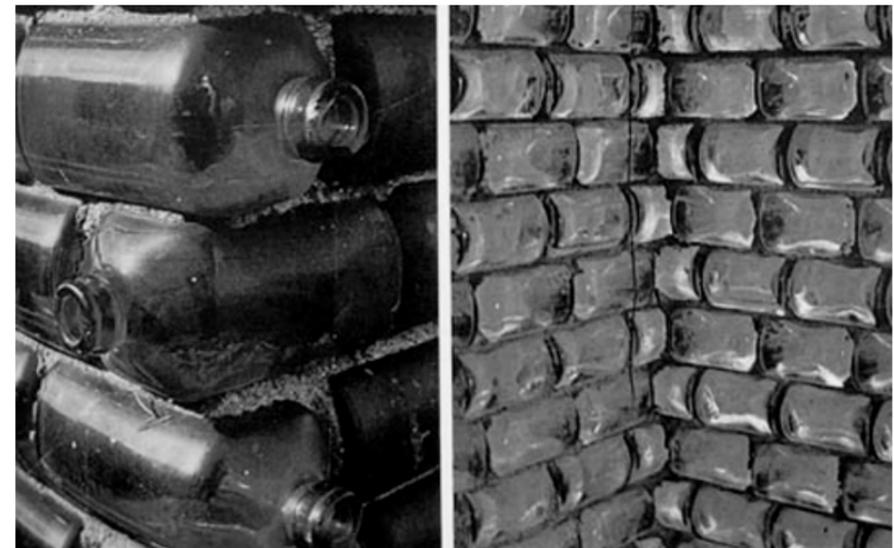


FIGURA 3.50: PARTICOLARI ESTERNI E INTERNI DELLA WOBO

⁵ Cfr: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

TIRE – LOGTM HOUSE⁵

Si tratta di una piccola abitazione d'emergenza realizzata tramite l'uso del *Tire Log*, un sistema costruttivo che riutilizza vecchi copertoni, brevettato nel primo decennio degli anni 2000 e presentato al Greener by Design nel 2009 dall'azienda Newyorkese Re-Tread Products.

Questo sistema innovativo consiste nell'uso di tronchi di gomma come materiale da costruzione di dimensioni e diametro differente, realizzati tramite strisce di copertoni unite tra loro ad andamento elicoidale.

Il *Tire Log* si presta a svariati usi: può essere usato per realizzare pareti verticali e fondazioni, ed è un sistema economico vista la provenienza del materiale di cui è costituito. I tronchi per le fondazioni sono ancorati al suolo tramite l'uso di tondini, e collegati alla parte superiore tramite una piattaforma di legno, alla quale vengono impilati ulteriori tronchi di copertoni che rappresentano le chiusure verticali; il tutto è racchiuso all'interno di una struttura lignea che funge anche come aggancio per il rivestimento. Se sottoposti a sforzi e deformazioni, questi tronchi di gomma hanno la capacità di deformarsi e ritornare successivamente alla loro forma iniziale senza alcun danno grazie alle

loro proprietà elastiche, proprietà che lo rendono adatto contro i terremoti, esplosioni, e forti inondazioni d'acqua. Visto il peso del prodotto finito e quindi i problemi relativi al trasporto, generalmente il *Tire Log* viene prodotto vicino al mercato da cui è richiesto tramite l'uso di un apposito macchinario trasportabile e facile da installare.

La *Tire Log*™ House si presenta come un'alternativa valida alle soluzioni conosciute per l'emergenza, visto che abbina buone capacità termiche e contro l'umidità, a economicità e facilità di realizzazione.

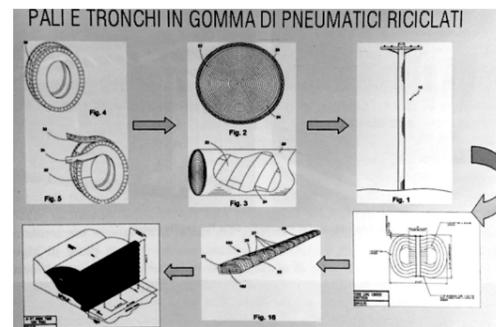


FIGURA 3.51: SCHEMA DI COME SI COSTRUISCONO I TRONCHI DI PNEUMATICI



FIGURA 3.52: TIRE-LOGTM HOUSE IN COSTRUZIONE
FIGURA 3.53: TIRE-LOGTM HOUSE COMPLETATA

Caratteristiche:

ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
TRASPORTABILITÀ
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
SOSTENIBILITÀ

⁵ Cfr.: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

RECYCLED PALLET HOUSE⁵

Nasce come alloggio d'emergenza per i rifugiati del Kosovo, da un progetto dello studio di architettura Newyorkese I-Beam.

Questa piccola casa si presenta come alternativa alle tende o ai container tradizionali, offrendo delle condizioni di confort abitativo migliori, combinate ad una economicità e ad un basso impatto ambientale, visto il riuso dei pallet come materiali da costruzione.

Il *pallet* è un elemento ligneo, di dimensioni standard 800x1200 mm, usato per gli imballaggi delle merci e caratteristico per la sua grande reperibilità, economicità, facilità di trasporto, buone proprietà fisico meccaniche e bassa energia incorporata.

La Pallet House riutilizza questo elemento come principale materiale costruttivo, il quale si presta benissimo all'integrazione di reti impiantistiche isolamenti e membrane impermeabili, che vengono facilmente inseriti all'interno della sua struttura.

Generalmente sono necessari circa 80 pallet, dal costo di 5 euro ciascuno, per un piccolo edificio di 18 mq (3x6m); ne consegue un'economicità non indifferente.



Nel caso di destinazione abitativa, vengono applicati due strati di pallet che, grazie alla loro grande flessibilità di utilizzo, possono conferire un ottimo confort abitativo interno adattabile a diversi climi esterni; questo è possibile variando quello che è il materiale isolante o di riempimento.

Può essere infatti applicato strato isolante esternamente per limitare le dispersioni termiche, e uno strato di riempimento massivo verso l'interno per aumentare l'inerzia termica.

Caratteristiche:

**ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
TRASPORTABILITÀ
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
SOSTENIBILITÀ
FLESSIBILITÀ/ADATTABILITÀ**

FIGURA 3.54: ESEMPIO DI UNA PALLET HOUSE



FIGURA 3.55: PALLET HOUSE IN COSTRUZIONE
FIGURA 3.56: VEDUTE INTERNE DI UNA PALLET HOUSE

⁵ Cfr.: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

PAPER LOG HOUSE⁵

Si tratta di una piccola abitazione d'emergenza realizzata per i popoli della regione di Kobe colpiti dal terremoto nel 1995, e riusata anche in Turchia in un modello più grande nel 1999 e in India nel 2001, ideata dall'architetto Shigeru Ban.

Ha una superficie di 16 mq (4x4m) costruibile in pochissimi giorni da 80 volontari e dal costo totale di 2500 euro.

Visto l'uso eccessivo del legno da parte degli abitanti di Kobe, l'architetto giapponese realizza queste unità abitative attraverso l'uso di tubi di cartone a sezione circolare cava, dal diametro di 108mm e spessore 4mm. Uno dei criteri di scelta di questo materiale, è stata la sua somiglianza sensoriale proprio con il legno, rispetto al quale era molto più ecologico, economico e leggero.

I tubi, che delimitavano verticalmente la struttura, erano poi irrigiditi superiormente attraverso un profilo ligneo di connessione, e poggiati su fondazioni fatte da cassette di plastica, riempite con sabbia e terra e poi ricoperte da un telo di PVC apribile sul lato corto per favorire la ventilazione.

Questo sistema costruttivo risultava inoltre adattabile alle condizioni atmosferiche, infatti in



Turchia, dove il freddo era maggiore, Shigeru Ban riuscì a migliorare l'isolamento termico attraverso il riempimento dei tubi con carta straccia e con l'uso di nastro sigillante spugnoso.

In India invece, dove il problema principale erano le alte temperature, studiò un sistema di ventilazione naturale trasversale ai timpani in bambù della copertura, che invece era impermeabilizzata attraverso stuoie di canna e una membrana in plastica; per le fondazioni invece ha sostituito le cassette di plastica, non accettate dalla cultura locale, con blocchetti prefabbricati in cemento.

Caratteristiche:

ASSEMBLABILITÀ,
TEMPORANEITÀ,
REPERIBILITÀ,
DIMENSIONI MINIME,
AUTOCOSTRUZIONE,
SOSTENIBILITÀ
FLESSIBILITÀ/ADATTABILITÀ

FIGURA 3.57: PAPER LOG HOUSE

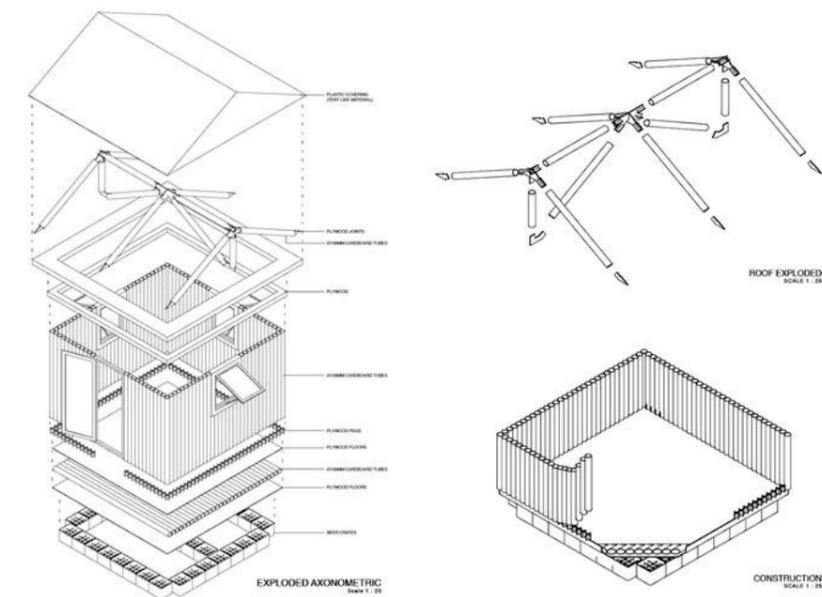


FIGURA 3.58: FASE DICOSTRUZIONE DELLA PAPER LOG HOUSE
 FIGURA 3.59: SCHEMA ILLUSTRATIVO DI UNA PAPER LOG HOUSE

SECONDA FASE : IL CASO STUDIO

Una volta acquisite le nozioni di base ottenute dalla fase di ricerca, si è svolto un'ulteriore studio sui terremoti che hanno colpito il centro Italia, tra il 24 Agosto 2016 e il 18 Gennaio 2017. Per ottenere una visione globale dei danni e delle vittime, si è scelto di analizzare nel dettaglio solo gli eventi sismici più rilevanti.

Successivamente l'attenzione è passata ad Amatrice, luogo che, sia dal punto di vista mediatico, che per numero di danni e di morti, è stato simbolo dell'evento sismico di due anni fa. Dall'analisi effettuata sul territorio amatriciano, ci è stato possibile constatare quali fossero le condizioni al limite, in un luogo colpito dalla calamità (clima, territorio, viabilità) e come, tenendo conto di queste caratteristiche, determinate scelte progettuali possano essere influenzate.

Infine è stata documentata l'esperienza sul posto, mettendo in evidenza in quale fase dell'emergenza fosse collocabile Amatrice, e quali fossero le situazioni infrastrutturali, abitative e sociali attuali. Alcune interviste poste agli abitanti, hanno aiutato ad interpretare il loro pensiero su tali condizioni.

4. IL CENTRO ITALIA ED AMATRICE



4. IL CENTRO ITALIA ED AMATRICE



¹⁷ Cfr: wikipedia.org, 20/05/18
(URL: https://it.wikipedia.org/wiki/Terremoto_del_Centro_Italia_del_2016_e_del_2017).

¹⁸ Cfr: shakemap,
(URL: <http://shakemap.rm.ingv.it/shake/index.html>).

4.1 TERREMOTO DEL CENTRO ITALIA^{17; 18}

Secondo l'INGV (Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia), gli eventi sismici del Centro Italia del 2016 e del 2017, con sequenza sismica Amatrice-Norcia-Visso, hanno avuto inizio ad agosto con epicentri situati tra l'alta valle del Tronto, i Monti Sibillini, i Monti della Laga e i Monti dell'Alto Aterno.

Purtroppo, quelli del 2016/17 non stati gli unici terremoti avvenuti ad Amatrice e nelle zone limitrofe, ma sono stati registrati avvenimenti precedenti, risalenti a molti anni fa. L'8 ottobre 1639 alle 07:30, Amatrice infatti fu quasi interamente distrutta da un violento terremoto di intensità simile a quello recente (magnitudo 6.2), con centinaia di morti. Nella stessa città altri sismi, di minore intensità, si succedettero negli anni 1672, 1703, 1859 e 1883, metre ad Accumoli nel 1627, 1703, 1730 e 1883.

Ritornando agli eventi sismici avvenuti recentemente, la prima forte scossa fu registrata il 24 agosto 2016, con un'intensità di magnitudo 6.0 della scala Richter, ed epicentro situato lungo la Valle del Tronto, tra i comuni di Accumoli (RI) e Arquata del Tronto (AP). Due potenti repliche avvennero il 26 ottobre 2016, con epicentri al confine umbro-marchigiano, tra i comuni in Provincia di Macerata di Visso, Ussita e Castelsantangelo sul Nera. Il 30 ottobre 2016 è stata registrata la scossa più forte, di magnitudo momento 6.5, con epicentro tra i comuni di Norcia e Preci, in Provincia di Perugia. Il 18 gennaio 2017 è avvenuta una nuova sequenza di quattro forti scosse di magnitudo superiore a 5, con massima pari a 5.5, ed epicentri localizzati tra i comuni aquilani di Monteverde, Capitignano e Cagnano Amiterno

Nella pagina seguente, è stata riportata una tabella raffigurante la sequenza sismica che ha interessato l'Italia centrale dal 24 agosto 2016 al 23 gennaio 2017. In base ai dati rilasciati dall'INGV, si è potuto osservare che il numero delle scosse è stato di circa 4900, superando di gran lunga il numero medio di terremoti che si verificano in un anno in Italia.

Tramite i dati e grafici acquisiti dal sopraccitato INGV e l'ANSA, si è constatato che le scosse di maggiore entità sono state quelle del 24 Agosto, 26, 30 Ottobre 2016 e 18 Gennaio 2017, inoltre hanno causato maggiori danni e vittime (tab. 4.1).

SEQUENZA DELLE SCOSSE							VITTIME
DATA	ORA LOCALE (CEST/CET)	MAGNITUDO (momento)	PROFONDITÀ (Ipocentro)	Comune	EPICENTRO Latitudine	Longitudine	
24-08-2016	03:36:32	6,0	8 km	Accumoli	42,70 N	13,23 E	299 morti/388 feriti
24-08-2016	03:37:26	4,5	9 km	Accumoli	42,71 N	13,25 E	
24-08-2016	04:33:28	5,3	8 km	Norcia	42,79 N	13,15 E	
24-08-2016	13:50:30	4,5	10 km	Norcia	42,82 N	13,16 E	
24-08-2016	06:28:25	4,8	9 km	Amatrice	42,61 N	13,29 E	1 morto/diversi feriti
26-10-2016	19:10:36	5,4	9 km	Castelsantangelo sul mera	42,88 N	13,13 E	
26-10-2016	21:18:05	5,9	8 km	Ussita	42,91 N	13,13 E	
26-10-2016	23:42:01	4,5	10 km	Castelsantangelo sul mera	42,86 N	13,12 E	
30-10-2016	07:40:17	6,5	9 km	Norcia	42,83 N	13,11 E	29 morti / 11 feriti
30-10-2016	13:07:00	4,5	10 km	Preci	42,84 N	13,08 E	
01-11-2016	08:56:40	4,8	8 km	Acquacanica	42,99 N	13,13 E	
03-11-2016	01:35:01	4,7	8 km	Pieve Torina	43,03 N	13,05 E	
18-01-2017	10:25:40	5,1	10 km	Montereale	42,55 N	13,28 E	29 morti / 11 feriti
18-01-2017	11:14:09	5,5	10 km	Capitignano	42,53 N	13,28 E	
18-01-2017	11:15:33	4,7	9 km	Capitignano	42,53 N	13,29 E	
18-01-2017	11:16:39	4,6	8 km	Capitignano	42,54 N	13,27 E	
18-01-2017	11:25:23	5,4	9 km	Pizzoli	42,50 N	13,28 E	
18-01-2017	14:33:36	5,0	10 km	Cagnano Amiterno	42,47 N	13,28 E	

Fonte: www.shakemap.rm.ingv.it


TABELLA 4.1: SEQUENZA DELLE SCOSSE
 LISTA DETTAGLIATA DELLE SCOSSE TELLURICHE REGistrate DAL 24 AGOSTO 2016, ESCLUDENDO QUELLE DI MAGNITUDO INFERIORE A 4,5; LE SCOSSE PIÙ FORTI (DI MAGNITUDO MAGGIORE O UGUALE A 5,0) SONO EVIDENZIATE.



FIGURA 4.1: COLLOCAZIONE GEOGRAFICA DI AMATRICE

¹⁹ Cfr: wikipedia.org, 24/06/18
(URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/Amatrice>).

4.2 AMATRICE, UN CASO STUDIO AL LIMITE ¹⁸

Amatrice è un Comune Italiano della provincia di Rieti, nel Lazio, ed è considerato uno dei Borghi più belli d'Italia. Ha una storia molto remota, infatti reperti archeologici dimostrano che la “conca” del paese fu abitata dall'uomo sin dall'età preistorica. La città ebbe relativa importanza sin dall'epoca preromana, grazie anche alla vicinanza con l'antica via Salaria, che favorì lo sviluppo di insediamenti nel territorio amatriciano in quel periodo. Fece anche parte prima del regno delle due Sicilie, poi del Regno di Napoli, fino a divenire uno dei 16 Cantoni del Dipartimento della Pescara, con capoluogo L'Aquila. Con l'unità d'Italia fu inserita nell'Abruzzo aquilano, e solo nel 1927, con la creazione della provincia di Rieti, la città entrò infine a far parte del Lazio, con una popolazione di circa 10000 abitanti. Negli anni successivi, si è registrata una forte decrescita demografica, fino ad arrivare a circa 2700 abitanti nel 2015. A seguito del sisma del Centro Italia iniziato il 24 agosto 2016, la popolazione di Amatrice risulta essere ad oggi di 2532 abitanti. I dati raccolti la classificano tra le città che hanno subito più danni e morti degli ultimi decenni, generando sospetti sulla reale causa di un tale disastro. *Il Terremoto di Amatrice*, nome attribuitogli dai media, è stato solo la concausa scatenante del crollo degli edifici in quanto, a seguito degli ultimi interventi di restauro, essi erano stati appesantiti eccessivamente dai solai di copertura. Sembra infatti che lo schiacciamento prodotto dalla copertura, sia stato il risultato della precarietà degli elementi strutturali verticali, costituiti prevalentemente da blocchi in tufo, abbinato all'elevata pesantezza dei nuovi elementi di chiusura orizzontale in legno e cemento armato.



FIGURA 4.2-4.3: AMATRICE PRIMA E DOPO IL TERREMOTO

CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO¹⁹

Quando si realizza un progetto è buona norma tenere in considerazione quelle che sono le caratteristiche del territorio: proprietà geofisiche, posizione geografica, viabilità e clima. Nel caso specifico di Amatrice, questi quattro aspetti non rappresentano le condizioni ordinarie per un progetto architettonico, ma costituiscono situazioni al limite. Per questo motivo ognuna di esse è stata analizzata più nel dettaglio.

Posizione geografica e proprietà geofisiche

Amatrice è situata al centro di un avvallamento, inserito a sua volta in una zona al confine di ben 4 regioni: Lazio, Umbria, Marche e Abruzzo, in un'area di passaggio tra il versante adriatico e quello tirrenico, nel sopraelevato bacino idrografico del fiume Tronto. Dal 1991 è inclusa nel Parco nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.

Il territorio amatriciano inoltre, si suddivide in un altopiano centrale con un'altitudine compresa tra i 900 e i 1000 metri, contenente il lago di Scandarello, un bacino artificiale e circondato da altorilievi che superano i 2400 metri, nel dorso principale dei Monti della Laga. Del comune di Amatrice fa parte inoltre la cima del Monte Gorzano (2458 m), la vetta più alta del Lazio, mentre sulla stessa linea si innalzano anche le cime di Cima Lepri, Pizzo di Sevo e Pizzo di Moscio, tutte sopra i 2400 m di quota. La catena della Laga è gruppo appenninico costituito da rocce poco permeabili, quali arenarie e marne, che rendono molto precaria l'infiltramento delle acque piovane nel sottosuolo.

Analizzando la stratigrafia del terreno si nota che, al di sopra dello strato roccioso, ne è presente uno meno compatto costituito da un misto di ghiaia, argilla, sabbia grossolana e fine (fig. 4.4).

Questa composizione del terreno, oltre ad amplificare di per se le onde sismiche, comporta uno sprofondamento maggiore della struttura soprastante, specie se quest'ultima non è conforme alle normative antisismiche.

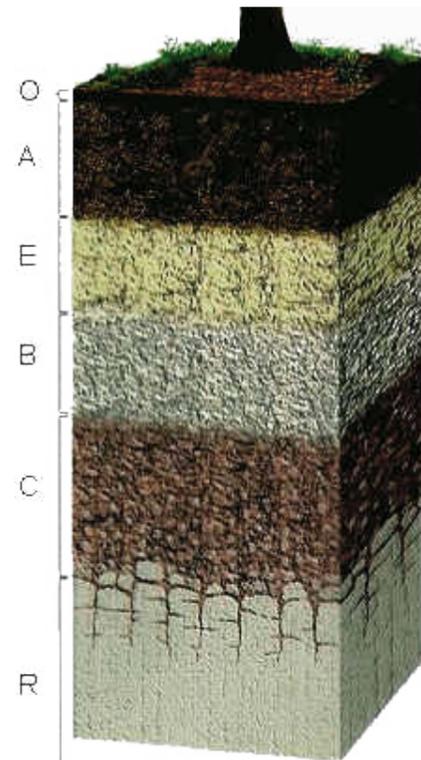


FIGURA 4.4: STRATIGRAFIA DEL SUOLO DEL TERRITORIO AMATRICIANO
R= ROCCIA MADRE, C= GHIAIA, B= SABBIA GROSSOLANA,
E= SABBIA FINE, A= ARGILLA, O= RIPORTO.

Viabilità¹⁹

Amatrice è collegata ai comuni limitrofi attraverso un sistema stradale limitato. L'unico collegamento principale che conduce al territorio amatriciano risulta essere la SS 4 (detta anche Via Salaria), che comunica con Roma e Rieti da un lato, e con Ascoli Piceno e San Benedetto del Tronto dall'altro. Ad essa si innestano la SR 260 e la SR 557. La prima è una via che attraversa la valle dell'Aterno nel tratto tra Amatrice e L'Aquila, e che mette in comunicazione l'entroterra marchigiano e abruzzese proprio con la città colpita dal disastro. La seconda è una strada di collegamento interregionale tra Abruzzo e Lazio. A seguito del terremoto alcuni tratti, di questa rete viaria, sono diventate inagibili, portando in alcuni casi alla loro chiusura. Ciò ha costituito un importante ostacolo all'arrivo dei soccorsi.

Tra le vie di comunicazione hanno subito danni: la strada statale 4, che in alcuni tratti è stata ristretta da frane, mentre in altri i viadotti hanno subito spostamenti; ciò nonostante è rimasta percorribile e ha costituito la principale direttrice per l'avvento dei soccorsi. La strada regionale 260 Picente, che è stata chiusa dopo Configno per il danneggiamento del ponte Tre Occhi, con il traffico tra Amatrice e L'Aquila deviato sulla regionale 577 del Lago di Campotosto. Sono stati chiusi anche ampi tratti della strada statale 685 delle Tre Valli Umbre. Buona parte della viabilità secondaria, tra cui molte delle strade di accesso ai paesi colpiti, è rimasta invece del tutto interrotta.



FIGURA 4.5: ESTRATTO DI MAPPA DELLA VIABILITÀ DEL TERRITORIO AMATRICIANO

FIGURA 4.6: DETTAGLIO DI UN TRATTO STRADALE INTERROTTO DAL CROLLO DELLE ABITAZIONI

FIGURA 4.7: DETTAGLIO DI UN TRATTO STRADALE INAGIBILE DOPO IL TERREMOTO

²⁰ Cfr.: Meteoblue.com, 2018
 (URL: https://www.meteoblue.com/it/tempo/previsioni/modelclimate/amatrice_italia_3183121).

Clima²⁰

Il Decreto del 26 giugno 2015, Appendice A (Allegato 1, Capitolo 3), suddivide il nostro territorio in 6 zone climatiche definite a seconda delle caratteristiche che presenta ogni comune. Amatrice nello specifico ricade nella zona climatica F. La tabella 4.2 riassume i dati di trasmittanza dell'edificio di riferimento per ogni zona climatica, indicando il limite rispettivo ad ogni componente dell'involucro. Tali valori sono entrati in vigore dal 1 ottobre 2015 e dovranno essere rispettati fino a fine 2018. Dal 2019 al 2021 invece lo stesso decreto prevede ulteriori riduzioni dei limiti. Dai dati forniti dal servizio meteorologico del sito Meteo Blue, si è constatato che in Amatrice

non si hanno condizioni atmosferiche particolarmente sfavorevoli dal momento che si trova un clima abbastanza caldo e temperato; la temperatura oscilla da un valore medio minimo di 0°C nei mesi più freddi invernali (Gennaio, Febbraio) ed un valore massimo di 26°C nei mesi più caldi (Luglio Agosto), per una media annuale di 10,8 °C (fig. 4.8). Un fattore climatico rilevante del luogo è quello della piovosità infatti le precipitazioni sono costanti durante tutto l'anno, con un picco nei mesi di aprile e maggio, ed hanno una media annuale di 10 gg al mese (fig 4.9).

PARAMETRI EDIFICIO DI RIFERIMENTO - Ministro dello sviluppo economico, Decreto 26 giugno 2015				
Zona climatica	Superfici opache			Superfici trasparenti
	Chiusure verticali	Solai	Coperture	Serramenti
A	0,45	0,46	0,38	3,20
B	0,45	0,46	0,38	3,20
C	0,38	0,40	0,36	2,40
D	0,34	0,32	0,30	2,00
E	0,30	0,30	0,25	1,80
F	0,28	0,28	0,23	1,50

Fonte: www.gazzettaufficiale.it

TABELLA 4.2: VALORI DI TRASMITTANZA DELLE ZONE CLIMATICHE

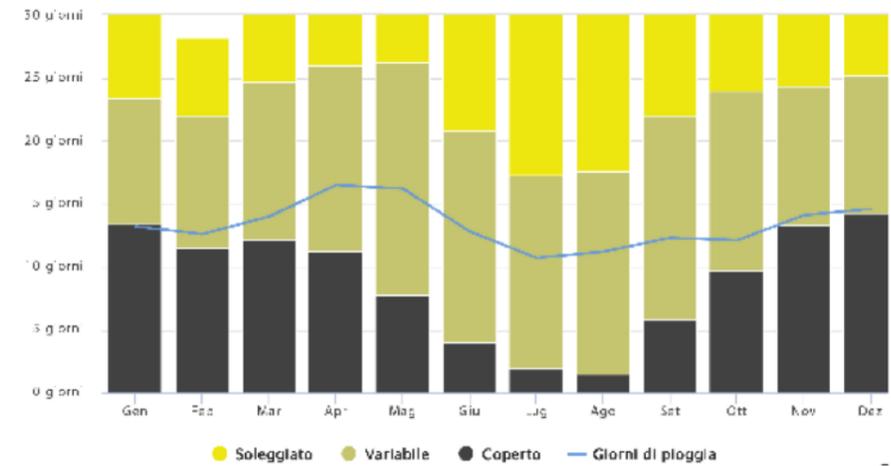
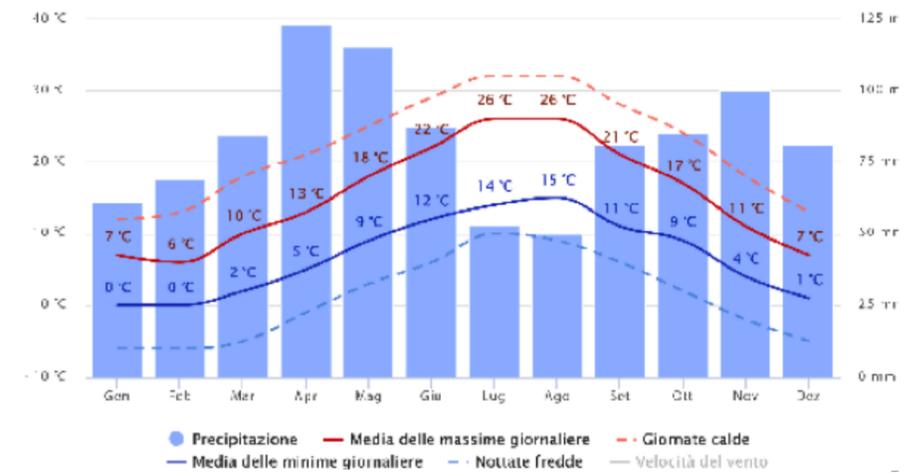


FIGURA 4.8: DIAGRAMMA DELLE TEMPERATURE MEDIE AD AMATRICE

FIGURA 4.9: GRAFICO DELLE GIORNATE DI SOLE, VARIABILI, COPERTE E CON PRECIPITAZIONI AD AMATRICE

4.3 ESPERIENZA SUL LUOGO

INDAGARE L' AMBITO

Un' indagine diretta sul luogo può aiutare, nei suoi limiti, a definire meglio le problematiche dell'area di progetto. Per questo lo scorso ottobre, circa un anno dopo il disastro, ci siamo recati direttamente sul posto (area compresa tra Accumoli ed Amatrice) per osservare più da vicino la situazione attuale e capire quali fossero le esigenze di una popolazione colpita da una calamità. Ciò è stato possibile grazie al progetto architettonico "Accupoli", realizzato dall'associazione torinese H.E.L.P. 6.5 (Housing in Emergency for Life and People), fondata dall'Architetto Lorena Alessio e alcuni studenti del Politecnico di Torino.

Durante la permanenza, abbiamo appurato come entrambe le città fossero inaspettatamente in una fase avanzata di ricostruzione, Amatrice più di Accumoli, in quanto erano già state realizzate le abitazioni prefabbricate. Ad Amatrice inoltre avevano già costruito due centri commerciali, un supermercato, un'Area Food e una scuola. In aggiunta si prevedeva di realizzare un centro polifunzionale, una scuola alberghiera e un nuovo ospedale per i quali erano già stati raccolti i fondi. Nonostante ciò, sia nei paesi che nei tratti stradali di collegamento tra essi, non erano ancora state smaltite le macerie. Infatti, in corrispondenza del centro storico di ogni Comune, vi era una zona rossa, il cui accesso era vietato per motivi di sicurezza; le vie di comunicazione invece erano chiuse dalle forze militari, o di difficile percorrenza. Di seguito è stata riportata una documentazione fotografica che riassume quanto detto finora.

Foto sopralluogo



FIGURA 4.10: PANORAMICA DELLE CASSETTE
PREFABBRICATE AD AMATRICE
FIGURA 4.11: CASSETTE PREFABBRICATE AD ACCUMOLI
FIGURA 4.12: POLO COMMERCIALE, AREA 9



FIGURA 4.13: NUOVO POLO SCOLASTICO
FIGURA 4.14: AREA FOOD
FIGURA 4.15: NUOVO SUPERMERCATO "SIMPLY"



FIGURA 4.16: TRATTO DI STRADA CHIUSO A
CAUSA DELLE MACERIE
FIGURA 4.17: PARTICOLARE DI UN'EDIFICIO A
CUI È CROLLATA LA COPERTURA
FIGURA 4.18: ACCESSO ALLA ZONA ROSSA DI AMATRICE

Oltre alla documentazione fotografica, un'altro strumento di indagine è stato l'intervista, di tipo semistrutturata, agli abitanti del luogo.

Questa è stata utile per scegliere fra una serie di proposte progettuali riguardanti i materiali da costruzione, le forme architettoniche, e le funzioni da svolgersi all'interno.

Di seguito sono riportate le più significative interviste effettuate sul campo, suddivise in base alla fascia di età degli intervistati, da cui emergono le sensazioni provate durante il terremoto, le opinioni sulla gestione dell'emergenza e le considerazioni su possibili interventi futuri.

La scaletta qui descritta non rappresenta fedelmente i quesiti posti ai cittadini, ma ha subito variazioni a seconda del soggetto e delle circostanze.

QUESITI:

1. Come si chiama?
2. Da quanto vive/viveva qui?
3. Quale posizione lavorativa ricopre/ricopriva all'interno del paese?
4. Lei era a casa durante la prima scossa di terremoto del 24/08/16?
5. Se sì, cosa ha provato?
6. La sua casa è stata parzialmente/totalmente distrutta?
7. Cosa ha fatto lo Stato per risolvere il problema degli sfollati? È stato tempestivo? stanno ancora lavorando?
8. Hanno garantito a tutti una dimora/abitazione almeno temporanea per ora?
9. Avete dei bambini?
10. Se sì, cosa provano loro per questa situazione? Cosa manca di più a loro?
11. Secondo voi, di cosa hanno più bisogno in questo periodo?
12. Sono già intervenuti con delle mini opere o progetti in generale per una reintegrazione sociale della popolazione? Soprattutto appunto, per i bambini? Tipo, biblioteche, musei, laboratori d'arte, cinema, ludoteche ecc...
13. Cosa ne pensate se intervenissimo con un piccolo "polo culturale", composto da dei box autosufficienti, modulari in cui venissero riproposte le funzioni citate pocanzi?
14. Pensate che sia una buona idea che questi box siano autocostruibili sul posto da voi? O pensate che siano più efficaci se portati sul posto già costruiti ecc?
15. Se vi sembra una buona idea, cosa vi piacerebbe avere al più presto come posti per socializzare ecc?
16. Come lo immagineresti tu questo box culturale?

DONNA DI CIRCA 40 ANNI

1. Alessandra
2. Vivo qui da 7 anni
3. Ora lavoro fuori
4. Sì mi trovavo a casa
5. Ho visto crollare la casa accanto alla mia, mi sono molto spaventata, siamo usciti subito dall'abitazione
6. Parzialmente distrutta, dopo inagibile, hanno costruito le case con i tetti in cemento, troppo pesanti
8. Non ci possiamo lamentare, nè dei soccorsi rapidissimi nè per i ripari che ci hanno dato, chiediamo solo di togliere le macerie al più presto, fanno troppo male
9. Sì, hanno garantito fin da subito un posto a tutti, ora abitiamo in queste casette, finite da un mesetto
10. No, ho dei nipoti
11. Hanno sentito il cambiamento, ma non hanno sofferto molto, si sono adattati fin da subito
12. Ora giocano con le bici, ci sono due campetti ecc.. ma ora che arriva l'inverno? Secondo me hanno bisogno di piccoli spazi chiusi per divertirsi
13. No, interventi di questo tipo non ne hanno ancora fatti
14. Sarebbe una buona idea, ne abbiamo bisogno, soprattutto i bambini
15. Penso che sia più facile portare delle piccole strutture già prefabbricate
16. A me piacerebbe molto tipo dei corsi di pittura, d'arte in generale, anche dei corsi di maglieria e far partecipare anche le persone più anziane
17. Io me lo immaginerei con uno stile che richiamasse il posto, l'interno molto luminoso, tipo bianco, perchè secondo me la gente qui ha bisogno di luce; magari studiare meglio questo aspetto

UOMO SULLA SETTANTINA

1. Felice
2. Vivo qui da 6 anni, io sono di Roma,
3. Ora in pensione, sono tornato qui per mia figlia
4. Ero a casa durante il terremoto, stavamo dormendo, per fortuna ci siamo salvati tutti
5. Mi sono messo al riparo sotto la porta, poi sono uscito subito di casa, ma ancora non si percepiva il danno che aveva causato e cos'era successo veramente
6. Parzialmente distrutta
7. Sì, non c'è nulla da ridire, sono stati tutti tempestivi, prima su tutti la protezione civile, i volontari provenienti da tutta Italia e anche il Sindaco, che ha fatto spostare in una settimana tutti i cittadini da Accumuli nei paesi limitrofi più sicuri, come S. Benedetto del Tronto.
8. Sì, non hanno lasciato nessuno da solo, hanno garantito il primo mese in tenda e poi hanno spostato tutti in albergo
9. Ho due nipoti
10. In verità, loro sono stati fin da subito abbastanza bene, abbiamo cercato di "camuffare" un pò la situazione, si sono divertiti e non hanno sofferto
11. Hanno bisogno di divertirsi oltre che andare a scuola, ci sono stati molti psicologi che, fin da subito hanno aiutato e sostenuto i bambini, anche ora vengono spesso
12. Hanno costruito due campetti da calcio, alcuni giochi ecc, ma nulla come box culturali ed attività simili
13. Sarebbe una bellissima cosa, una buona idea, soprattutto per i bambini/ragazzi
14. Secondo me basterebbero anche dei container, portati sul posto ed adattati in base alle funzioni

15. Le attività che avete proposto voi mi sembrano più che ottime, io personalmente aggiungerei una piccola struttura dedicata alla banda, o alla musica in generale, perchè ho suonato per tanti anni nella banda di Accumoli (una delle più antiche e importanti del posto, che ha una grande tradizione) e ne sono molto appassionato

16. Come ho detto prima, tipo un container, magari verniciato all'esterno e dandogli un aspetto un pò più carino

CONIUGI DI 62 e 67 ANNI

1. Maurizio e Lucia

2. Mia moglie è di qui, mentre io sono di Roma, ma viviamo qui insieme da più di 30 anni

3. Bidello in una scuola superiore

4. Sì, eravamo a casa, stavamo dormendo

5. Forte paura, siamo usciti subito e abbiamo visto crollare completamente il palazzo di fronte (che inoltre era più nuovo del nostro di una decina d'anni) e purtroppo abbiamo perso alcuni parenti

6. Il nostro edificio non è crollato completamente

7. Viviamo in una roulotte, ma da quando hanno dato le casette siamo da mio cognato perchè sta solo (la moglie era mia sorella)

8. Dobbiamo ringraziare tutti veramente, in primis la Protezione Civile, tutti i volontari che sono venuti ad aiutarci e tutta l'Italia per le donazioni ricevute, anche da parte degli altri Stati

9. Sì, hanno garantito a tutti un posto fin da subito, i primi mesi in tenda, poi ci hanno chiesto o di spostarci negli alberghi nei paesi vicini come S. Benedetto del Tronto, Rieti ecc o nelle casette fatte da Berlusconi all'Aquila, ma un migliaio di persone, tra cui noi, siamo rimasti qui ad Amatrice

10. No, i nostri figli sono molto grandi e vivono fuori, a Roma

11. Io lavorando nelle scuole ho visto molto il cambiamento dei bambini e dei ragazzi, alle elementari è quasi un gioco per loro, alle medie è quasi una scusa, mentre per le superiori è una scusa vera e propria per non studiare, non andare a scuola e soprattutto chiedono molto, dopo che hanno avuto già tutto

12. secondo me hanno bisogno di impunt per tornare alla normalità

13. in verità qui ormai abbiamo tutto, si può dire che non ci manca quasi nulla, ci hanno donato molte cose, devono ricostruire l'ospedale (donato dalla Merckel/Germania) alberghiero (dalla Ferrari) un centro polifunzionale (fondi ricavati da Raul Bova), parco giochi nuovo, due centri commerciali ecc

14. Sarebbe una buona idea, ma forse serviva un pò prima, perchè i ragazzi fino ad ora non hanno avuto dei centri di aggregazione per i giovani, ora invece ci sono dei progetti per strutture permanenti come già detto

15. Secondo me manca qualcosa sul piccolo artigianato, corsi di oggettistica, tipo io sono appassionato di orologeria, modellistica, penserei a qualcosa del genere, piuttosto che anche qualcosa per la musica, io suono anche in gruppetto

RAGAZZI DI 20 e 25 ANNI

1. Francesco e Joni

2. Siamo del posto, di preciso di Poggio Castellano (frazione di Amatrice)

3. Studenti e volontari nella Croce Rossa

4. Sì eravamo a casa

5. Ci siamo spaventati, le case accanto alle nostre sono crollate completamente

6. Le nostre sono inagibili, parzialmente distrutte

7. Siamo stati le prime settimane nelle tende, poi ci siamo spostati nelle roulotte e da pochi giorni ci hanno dato le chiavi delle casette

12. Sì, sono intervenuti con delle opere di reintegrazione, ma pensate per lo più per persone grandi e soprattutto sono strutture per la maggior parte commerciali. Mancano proprio dei centri per noi ragazzi, per riunirci, anche solo per chiacchiere ecc. Infatti noi ora ci appoggiamo nel box della Caritas, ma chiude molto presto e inoltre è un pò limitato nelle funzioni ecc.

13. Sarebbe perfetto, noi giovani abbiamo proprio bisogno di spazi simili

14. Sì, pensiamo sia una buona idea realizzare un nostro spazio, ovviamente con l'aiuto di esperti

15. Come abbiamo detto prima, dei posti in comune per poter giocare insieme, guardare un film, chiacchiere ecc.

16. Noi ce lo immagineremo tipo di legno, perchè penso sia un materiale più sicuro e vetrato per far entrare più luce possibile, che siano lontani dall'idea di container perchè troppo brutti e chiusi.

Tra le persone incontrate abbiamo avuto inoltre la possibilità di parlare col sindaco di Amatrice Sergio Pirozzi. Egli ci ha raccontato come gli interventi post calamità siano stati tempestivi e ben organizzati e che la ricostruzione della città procede correttamente grazie anche ad aiuti provenienti da enti nazionali e internazionali. Ciò nonostante ha sottolineato la mancanza di strutture temporanee ad uso socio-culturale durante il primo anno e mezzo: si è data infatti maggiore importanza alle ricostruzioni permanenti, sottovalutando così le esigenze della popolazione nell'immediato. A questo proposito il sindaco ha apprezzato la nostra idea di progetto, molto valida per simili situazioni di emergenza, aggiungendo quanto sarebbe stata importante per il caso di Amatrice.

Questa intervista oltre ad essere stata stimolante, ci ha aiutato a capire quanto un intervento simile apparentemente "superfluo", possa significare molto in un contesto di emergenza.

TERZA FASE : IL PROGETTO

La terza ed ultima fase su cui si è sviluppata questa tesi è quella del progetto THE FAN[®], una soluzione architettonica che concilia l'aspetto architettonico con quello tecnologico sviluppando un sistema trasportabile, assemblabile e leggero attraverso l'uso innovativo di un materiale versatile come il cartone ondulato. Il Box rappresenta una proposta per le situazioni d'emergenza e vuole essere una distrazione dai disagi umanitari che avvengono nei casi di emergenza attraverso le attività per il tempo libero.

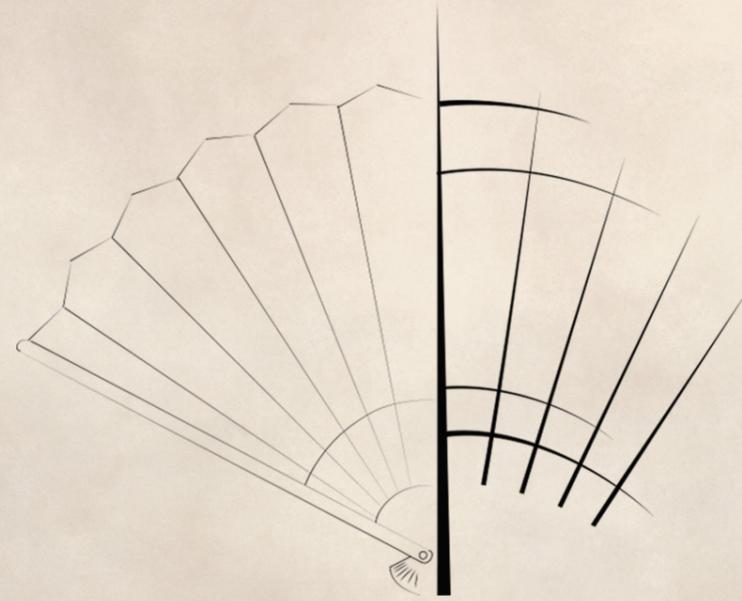
Per potersi confrontare con un caso reale si è scelto di rispondere ad un concorso istituito dall'Ordine degli Architetti P.P.C di Verona, dal titolo "Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma", il quale ha permesso di integrare i requisiti tipici di un contesto d'emergenza nella stesura del quadro esigenziale. La definizione delle esigenze e dei conseguenti requisiti ha fornito dei paletti progettuali da seguire e ha contribuito nel dare un ordine cronologico all'evoluzione del progetto.

In ultimo è stato allegato un manuale di costruzione che ordina cronologicamente le fasi costruttive, indicando per ognuna le componenti necessarie al suo completamento; questo ha permesso di poter quantificare un numero pressochè esatto degli elementi necessari alla costruzione del Box e capire di quanti mezzi di trasporto avesse bisogno.

5. THE FAN[®]: PROGETTO DI UN BOX SOCIO CULTURALE PER LE EMERGENZE

6. MANUALE DI COSTRUZIONE

THE FAN[®]



5. THE FAN[®]
PROGETTO DI UN BOX
SOCIO CULTURALE PER LE EMERGENZE

Il progetto **THE FAN**[®] si presenta come proposta architettonica al concorso nazionale “Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma”, il quale chiedeva di progettare una microarchitettura temporanea, di utilizzo pubblico, in grado di riattivare il senso di comunità, unità, coesione in una situazione di post calamità.

Ci si è avvalsi del concorso quale pretesto per affrontare un caso reale ed attuale come quello dell'emergenza, per proseguire poi con lo studio del dettaglio tecnologico. L'obiettivo finale è stato quello di realizzare uno spazio accogliente, adatto a situazioni emergenziali e che potesse conciliare l'aspetto architettonico con la semplicità costruttiva. L'intenzione non è stata quella di progettare uno spazio fisso, definito, che nascesse per un utilizzo e lo mantenesse tale, come succede per un'abitazione; al contrario si è cercato cercato di rendere l'ambiente flessibile, adattabile alle esigenze attraverso semplici componenti ausiliarie, mantenendo gli elementi strutturali che ne determinano l'immagine architettonica.

È così che si è pensato ad un Box temporaneo chiuso, adattabile ad un piccolo laboratorio d'arte, una saletta proiezioni, una sala lettura e una sala prove musicali. In aggiunta si è ideata una seconda versione del Box, configurabile come uno spazio aperto; esso si doveva adattare, qualora le situazioni climatiche ne permettessero la fruibilità esterna, sia alle funzioni elencate in precedenza, che allo svolgimento delle attività all'aperto come l'arrampicata, palestra, basket, calcio...

Il nome **THE FAN**[®] deriva dalla traduzione in lingua anglosassone della parola ventaglio, forma ripresa nella distribuzione planimetrica del box; allo stesso

tempo è assonante con *fun*, in italiano divertimento, per sottolineare come il progetto vada oltre quelli che sono i bisogni primari di una popolazione, concentrandosi sulle attività del tempo libero, o come definisce il bando il “Superfluo Necessario”. Vista la tipologia di progetto possiamo catalogarlo come intervento appartenente alla seconda delle fasi dell'emergenza elencate nei capitoli precedenti, quella della “Ripresa delle Attività” (fig. 5.1).

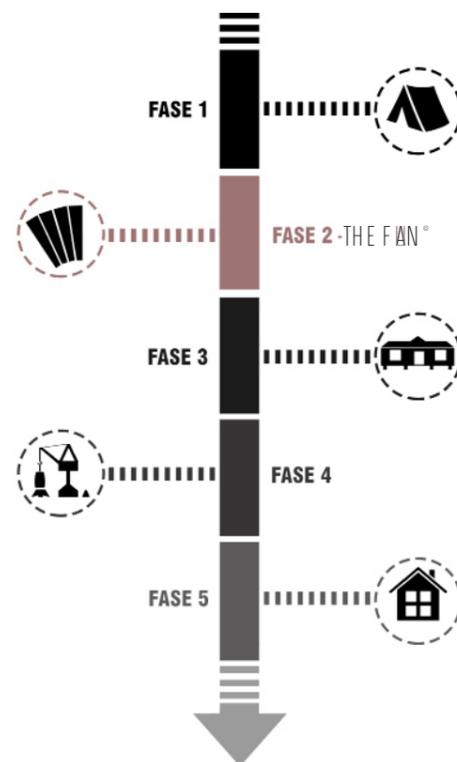


FIGURA 5.1: TIME LINE DELLE FASI DI EMERGENZA

5.1 LO SVILUPPO DEL PROGETTO

Le situazioni successive ad un evento catastrofico presentano una serie di problematiche aggiuntive rispetto a quelle previste in un progetto ordinario, che vanno a determinare la composizione del quadro esigenziale nel momento della sua definizione. Il bando del concorso è stato utile sotto questo aspetto in quanto ha fornito quelli che sono i requisiti tipici di un progetto per l'emergenza, ovvero: Riconoscibilità, Dimensioni Minime, Trasportabilità, Temporaneità, Replicabilità/Ampliabilità, Flessibilità/Adattabilità, Assemblabilità, Autocostruzione, Reperibilità.

Per definire al meglio il quadro esigenziale si è pensato di associare a queste caratteristiche una nuova classe d'esigenza, attribuendogli il nome di “Caratteristiche Emergenziali”. In questo modo ogni voce è stata trattata nella stessa maniera ed ha funto da linea guida per lo sviluppo del progetto.

Il grafico seguente raffigura il quadro esigenziale definito attraverso l'aggiunta della nuova classe d'esigenza pensata; ad ogni classe sono stati associati i rispettivi requisiti attraverso la medesima gradazione di colore.



FIGURA 5.2: QUADRO ESIGENZIALE

²¹ Cfr: Antonietta Zanatta, *Significato del Cerchio, Il Significato del Cerchio nel rapporto con il Centro e il Punto*, storia-dell-arte.com (URL: <http://www.storia-dell-arte.com/arte-e-simbolo/significato-simbolico-delle-figure-geometriche/significato-del-cerchio>).

RICONOSCIBILITÀ²¹

Tra le richieste del bando si chiedeva ai progettisti di conferire al proprio progetto un'immagine rappresentativa, che fosse facilmente contestualizzabile in diverse situazioni, ma che soprattutto fosse riconoscibile. Pertanto, partendo da ciò che il bando proponeva, l'idea architettonica nasce dalla volontà di dare importanza alla forma, pensandola come immagine evocativa di unione, comunità. Se ci si guarda intorno, oltre che indietro nel tempo, si può notare come la forma geometrica più ricorrente che simboleggia le caratteristiche prima elencate sia il cerchio. In architettura, uno dei significati di questa forma è quello di dinamicità, animazione, tipiche dei popoli nomadi; la maggior parte dei loro santuari infatti (luoghi primari di accoglienza e comunità) riprendeva la forma circolare. Anche ai tempi dei romani, i luoghi di divertimento e svago come le arene, i teatri, avevano forme derivanti dal cerchio (fig. 5.3). Facendo inoltre riferimento all'oggettistica si vede come l'anello nuziale, simbolo del legame d'amore, sia l'ennesima rappresentazione dell'idea

di unione. Se ci si distacca infine da tutto ciò che è concreto, e che non riguarda quindi né oggetti di design, né architetture, anche i nostri istinti, abitudini, riportano al cerchio; basti pensare banalmente alla disposizione che assumono più persone che parlano tra loro, oppure come, fin dai tempi più antichi, ci si raccoglieva tutti in cerchio attorno al fuoco (fig. 5.4), o come ancora la parola Circolo stia a denotare convegni, ritrovi, conversazioni.

Per tutte queste ragioni il cerchio è stato la matrice generante della forma finale dell'oggetto architettonico; si è partiti dalla sua geometria, per poi suddividerla in una serie di settori della corona circolare, ciascuno costituente un modulo a se stante, come a rappresentare che la completezza della circonferenza potesse essere raggiunta solo attraverso l'aggregazione di più di questi Box.

In ultimo la struttura è stata pensata a vista e a sostegno dell'intero blocco; la sua forma richiama quella delle falangi delle mani, che nell'anatomia umana permettono la presa, l'ancoraggio (fig. 5.5).

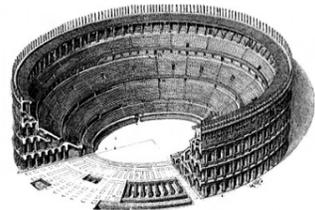


FIGURA 5.3: DISPOSIZIONE A CERCIO INTORNO AL FUOCO

FIGURA 5.4: DISEGNO TRIDIMENSIONALE DEL COLOSSEO

FIGURA 5.5: MANI INCROCIATE SIMBOLO DI UNIONE

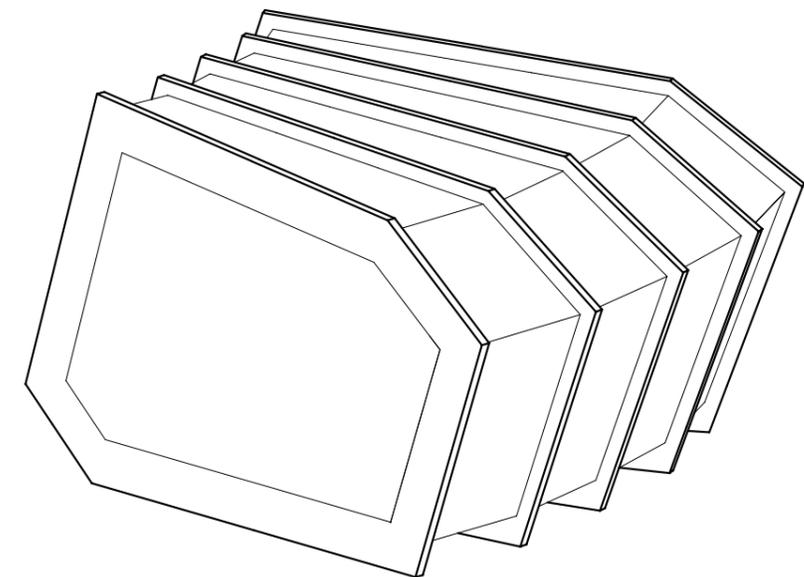
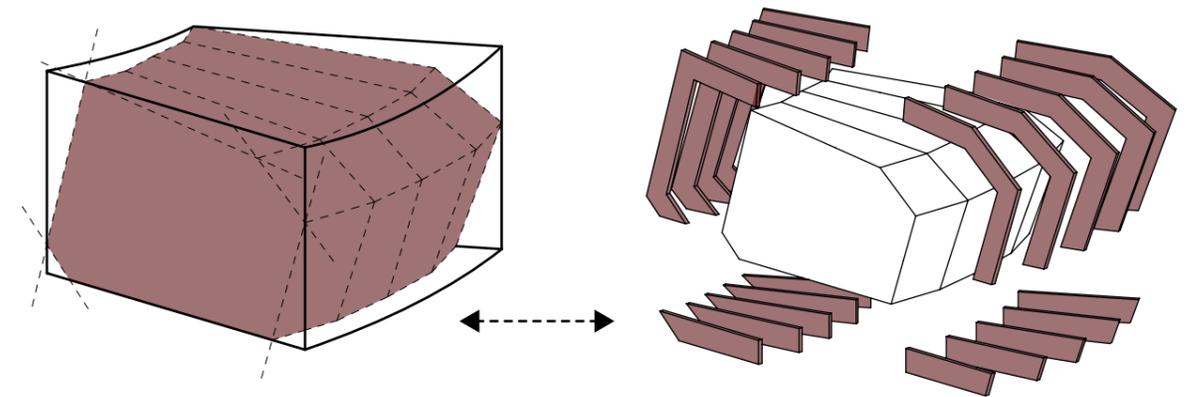
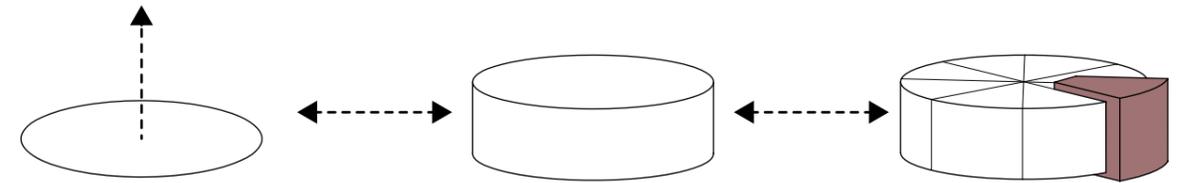


FIGURA 5.6: FASI DEL CONCEPT DI PROGETTO

²²Cfr: O. Capitani, S. Summa, *L'abitare minimo: il concorso "Future house: micro house" ed il progetto nell'area di Ponte Mosca a Torino*, Tesi di laurea magistrale in Architettura, Rel. Gustavo Ambrosini, Politecnico di Torino 2017.

DIMENSIONI MINIME²²

Nel linguaggio architettonico il termine "piccolo" ha una valenza riduttiva da un punto di vista dimensionale ma non rappresenta un limite funzionale in quanto l'abitare al minimo non coincide con il soddisfacimento minimo dei bisogni dell'uomo. Se fino ad alcuni anni fa l'idea di "casa grande" rappresentava la realizzazione massima della propria vita, nella società moderna gli edifici di dimensioni sempre più piccole stanno dando rilevanza ad un nuovo modo di abitare, basato sulla libertà, tranquillità, indipendenza. Diversi studi infatti hanno dimostrato che vivere in una *tiny-house* libera dalle cose non necessarie, permettendo la concentrazione sulle cose davvero importanti, come l'unione familiare, la comunicazione tra le persone e l'interazione con la natura. Avere un edificio di dimensioni ridotte inoltre comporta costi e tempi di costruzione inferiori rispetto a quelli a

a cui normalmente siamo abituati, mantenendo però buoni i livelli di qualità della vita. Tutte queste caratteristiche rendono le *micro-house* anche adattabili ad un contesto di emergenza.

Sulla base delle richieste del bando, si è seguito questo nuovo modo di vedere l'architettura trasformando quella che era solamente un'idea in un oggetto di micro-architettura. Si è creato quindi un modulo Box di circa 20 mq composto da due testate, una maggiore convessa ed una minore concava, e due fianchi, uno sinistro ed uno destro (fig. 5.7 a); lo spazio interno è adattabile allo svolgimento di più attività differenti da parte di un numero massimo di 10 persone contemporaneamente.

Ogni modulo inoltre è composto dall'aggregazione di quattro sotto-moduli di circa 5 mq (fig. 5.7 b) che, oltre a semplificare la composizione architettonica, lo rendono ampliabile.

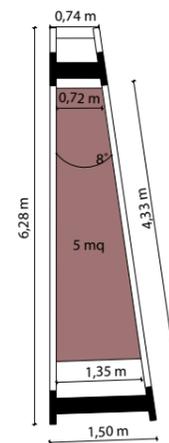
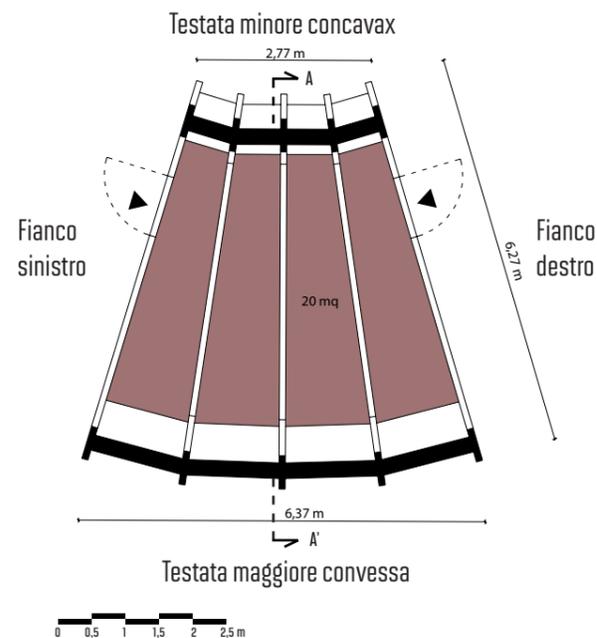


FIGURA 5.7 a: PLANIMETRIA DEL BOX
FIGURA 5.7 b: PLANIMETRIA DEL SOTTO-MODULO

È stata mantenuta inoltre un'altezza di 2,70 m per la parte più bassa, come previsto dai limiti della normativa, per poi crescere fino a 3,05 m nell'angolo opposto grazie all'inclinazione della falda di copertura (fig. 5.9).

Per razionalizzare gli spazi, ognuna delle quattro pareti interne al box è stata pensata per avere una funzione specifica (fig. 5.8). I due fianchi laterali rappresentano gli accessi all'edificio e sono interamente costituiti da una superficie trasparente, unica fonte d'illuminazione naturale. Il lato convesso, oltre a misurare il perimetro maggiore, è stato configurato con una doppia inclinazione per poter ricavare uno spazio contenitivo (scaffalature e spazi per disegnare infatti sono stati localizzati su questa parete). La testata opposta invece è stata studiata con un'inclinazione ed altezza tale da renderlo adatto ad uno spazio espositivo e di proiezione.

L'obiettivo raggiunto è stato quello di ricavare uno ambiente progettato a misura d'uomo, ma che permettesse lo svolgimento delle attività previste senza nessun tipo di limite.

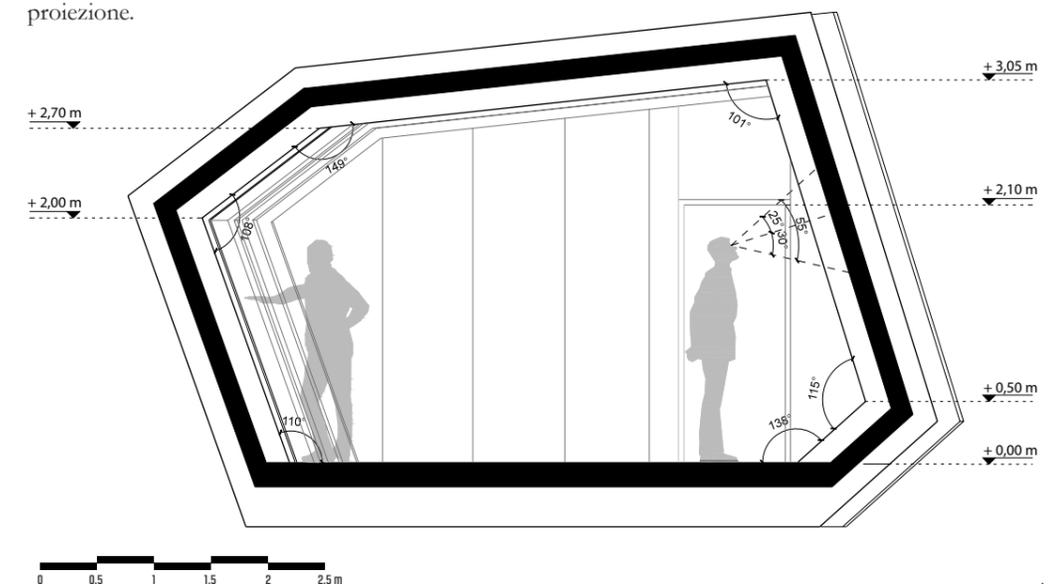
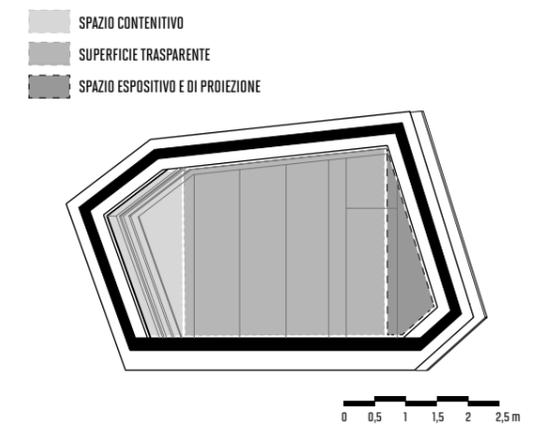


FIGURA 5.8: SCHEMA DELLA RAZIONALIZZAZIONE DEGLI SPAZI
FIGURA 5.9: SEZIONE AA'

TEMPORANEITÀ

Il concetto di temporaneità di un edificio definisce un limite temporale di utilizzo e di ancoraggio al suolo, senza che questo potesse subire modifiche permanenti. Entrambe le caratteristiche rappresentano la base di partenza di ogni soluzione progettuale in una situazione d'emergenza dal momento che, tale condizione, si presenta improvvisamente e non ha una durata illimitata nel tempo.

Sulla base delle ricerche effettuate nella prima fase, si è scelto di studiare una fondazione in grado di ancorare l'edificio al suolo temporaneamente, facile da trasportare e da mettere in opera senza prevedere sbancamenti o altre azioni invasive. L'elemento doveva inoltre resistere alle diverse condizioni climatiche senza deteriorarsi ed essere allo stesso tempo reperibile ed economico.

La soluzione adottata è stata quella di utilizzare un

sistema che funziona come una tipica fondazione diretta a travi rovesce, ma che al posto del calcestruzzo rappresenti un contenitore di plastica. L'elemento descritto è quello che comunemente viene chiamato *barriera jersey*, o *barriera new jersey* (fig. 5.10), un contenitore in polietilene utilizzato per incanalare il flusso stradale o per delimitare provvisoriamente l'area di un cantiere. Esso, grazie alla sua forma rastremata verso l'alto, simile ad una trave a T rovescia, e alla possibilità di essere zavorrato riempiendolo di acqua o sabbia (l'acqua è meno indicata perché a basse temperature il ghiaccio che si forma aumenta il suo volume rischiando di spaccare la plastica su cui è contenuto), garantisce una buona resistenza meccanica, abbinata a un notevole peso proprio che permette di ancorarsi stabilmente al suolo (tab. 5.1). Il *jersey* inoltre, oltre ad essere un materiale facilmente reperibile, risulta

Scheda Tecnica di una Barriera Jersey BAR/002	
Caratteristica	Valore
Dimensioni	1,60x0,4x0,6 m
Zavorrabile	103 l di acqua 103 dm ³ di sabbia
Dimensioni tappo di scarico	1" con guarnizione O-ring
Base sagomata per deflusso acqua	h zoccolo 0,08 m
Peso vuoto	circa 10 kg
Peso riempito con acqua	290 kg
Peso riempito con sabbia	362 kg
Resistenza termica	da -40° C a 70-80° C
Costo/ cadauno	123 €

Fonte: www.plastomec.it

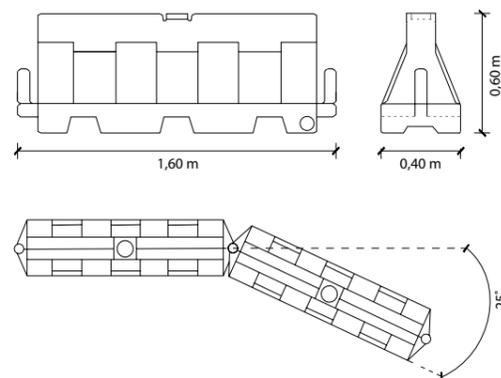
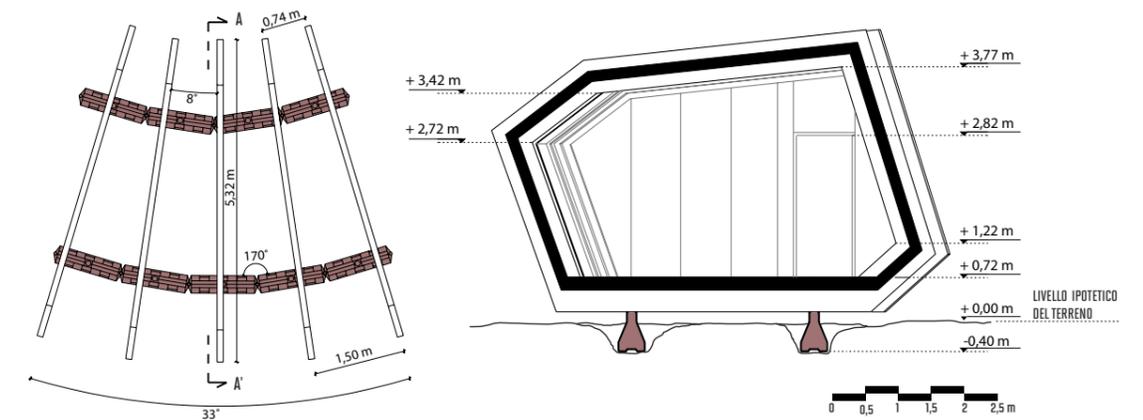


TABELLA 5.1: SCHEDE TECNICHE BARRIERA JERSEY BAR/002

FIGURA 5.10: BARRIERA JERSEY QUOTATA E ANGOLO DI INCLINAZIONE



essere leggero, quando vuoto, e quindi facile da trasportare e mettere in opera. Resiste sia a basse temperature che ad alte (dai -40° C ai 80° C), caratteristica che lo rende utilizzabile in ogni tipo di clima. Ha infine anche la possibilità di assemblarsi con altri elementi uguali grazie ad un sistema di giunzione a doppio incastro che consente di variare di 25° l'angolo di inclinazione tra un cordolo e l'altro; questo ci ha dato la possibilità di ottenere la forma a ventaglio (fig. 5.11). Per garantire la ventilazione al di sotto del Box e allo stesso tempo limitare il

pù possibile il dislivello tra il terreno e il piano di calpestio, abbiamo previsto un piccolo scavo di 0,40 m come sede per la fondazione. Il limite più grosso di questa tipologia di fondazione è legato alla planarità del terreno su cui si poggia e alla sua consistenza. I *jersey* infatti hanno innanzi tutto bisogno di avere un piano di appoggio pressoché orizzontale che permetta di non avere tra loro dei dislivelli; in secondo luogo necessitano di un terreno compatto che non abbia particolari problemi di resistenza e che quindi non sia franoso.

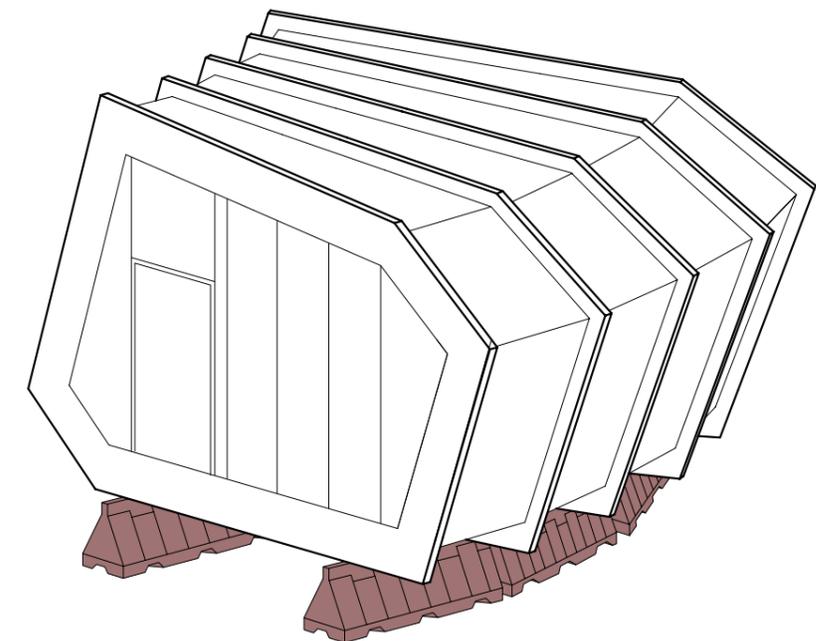


FIGURA 5.11: PLANIMETRIA DELLA FONDAZIONE A JERSEY E SEZIONE AA'

FIGURA 5.12: MODELLO ASSONOMETRICO DEL BOX CON L'AGGIUNTA DEI JERSEY

²³ Cfr: Tesi di laurea magistrale in Architettura di Margaira Luca, *Emergenza Sostenibile? Moduli e soluzioni abitative in situazioni di emergenza. Progetto di unità abitativa post-terremoto*, Rel. Jean Marc Tulliani Correl. Valentino Mani, Politecnico di Torino 2018

Analizzando le situazioni d'emergenza, si è constatato come spesso queste siano caratterizzate da condizioni non ordinarie, a volte definibili come le più estreme a cui si può andare incontro. Per una corretta progettazione è bene sempre tenere in considerazione il presentarsi di queste "circostanze al limite" e prevedere delle soluzioni alternative che rendano il proprio progetto adattabile. Non a caso il terreno di Amatrice, in quanto franoso a causa della poca compattezza dello strato finale composto da sabbia e argilla, risulta essere non adatto alla messa in opera di fondazioni superficiali come quella a *jersey* precedentemente studiata. Al contrario è più adeguato un sistema puntuale in grado di andare più in profondità, lì dove il terreno presenta maggiore resistenza. Sulla base di queste considerazioni, si è scelto di utilizzare una fondazione indiretta a *pali a vite*. Essa è costituita da un corpo tubolare in acciaio resistente e da una parte filettata, chiamata *elica*, che scarica il peso dell'intera struttura puntualmente sul terreno.

L'elica è la parte che fa presa e può svilupparsi sia su tutto il tubo verticale, che solo su una parte di esso, meglio se su quella terminale. Inoltre, a seconda della sua conformazione, rende la vite adattabile alle diverse tipologie di suolo (fig. 5.13). Per esempio più la filettatura è larga e profonda, più questa fa presa migliore in un terreno sabbioso; al contrario se il terreno è composto da strati compatti, è meglio una vite a multielica con filettatura costante e di diametro inferiore.

Come per i *jersey*, anche questa fondazione si adatta molto bene alla forma a ventaglio del Box e permette di sollevare la struttura sovrastante di 0,20 m dal suolo (fig. 5.14).

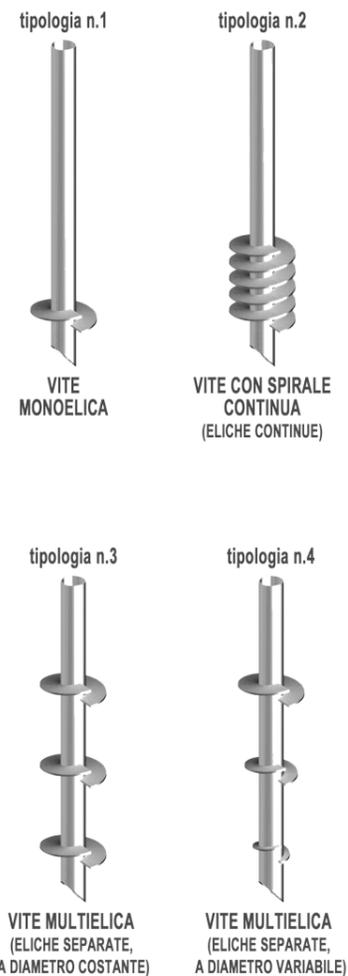


FIGURA 5.13: TIPOLOGIE DI ELICHE

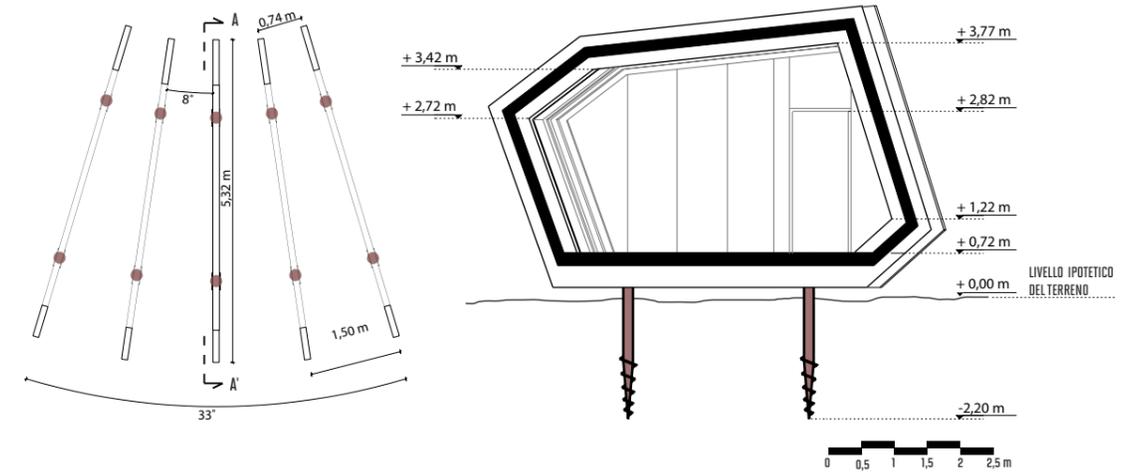


FIGURA 5.14: PLANIMETRIA DELLA FONDAZIONE VITE E SEZIONE AA'

La trivellazione del terreno può avvenire attraverso tre diverse metodologie di infissione:

Infissione manuale: per terreni non eccessivamente duri e rocciosi e strutture leggere. Rotazione lungo l'asse verticale di una chiave di infissione incastrata sulla testa della vite; per eseguire tale operazione bastano due operatori.

Infissione meccanica leggera: Avvitamento manuale tramite avvitatore dinamometrico elettrico.

Infissione meccanica pesante: per terreni duri e rocciosi. Avvitamento tramite trivella idraulica per infissione meccanica. Questa metodologia diminuisce i tempi di infissione ma aumenta i costi e le risorse da impiegare²³.

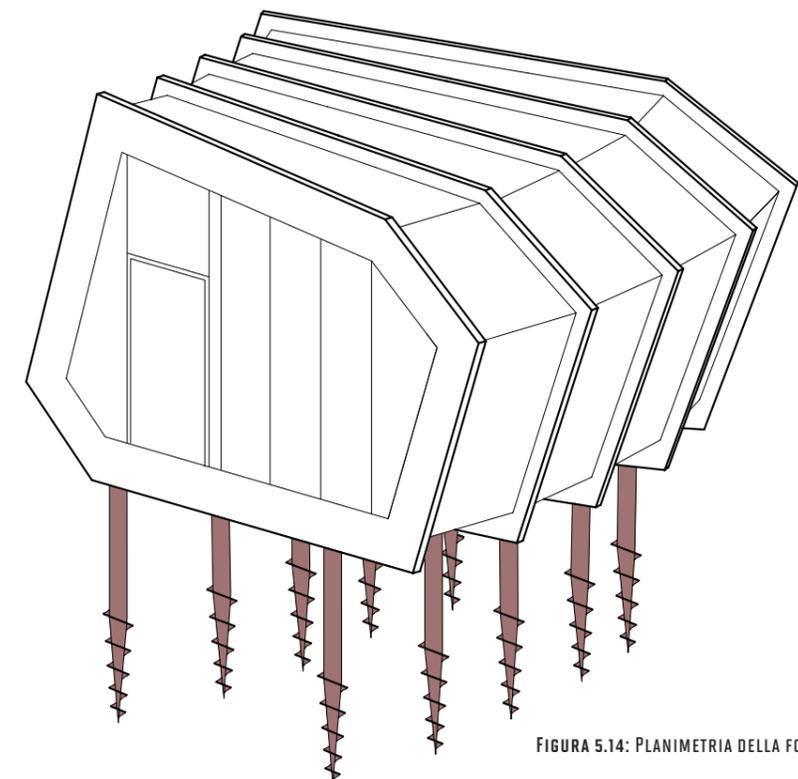


FIGURA 5.15: MODELLO ASSONOMETRICO DEL BOX CON L'AGGIUNTA DELLA FONDAZIONE A VITE

²⁴ Cfr.: *Nuovo codice della strada (Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n.285 e successive modificazioni)*, art. 61, comma 1-2, aci.it (URL: <http://www.aci.it/i-servizi/normative/codice-della-strada.html>).

¹⁹ Cfr.: [wikipedia.org, 25/06/18](https://it.wikipedia.org/wiki/Container) (URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/Container>).

TRASPORTABILITÀ

LA NORMATIVA

In condizioni di emergenza raggiungere il luogo colpito dal disastro potrebbe non essere semplice, sia per via dell'ubicazione (nel caso in cui il luogo sia distante dai grandi centri abitati), che dall'impraticabilità della rete stradale. Di conseguenza anche il trasporto di un edificio emergenziale diventerebbe difficoltoso. Da ciò è facile dedurre come il mezzo di trasporto diventi una componente fondamentale anche durante la fase di progettazione: conoscere le misure del veicolo scelto infatti permette di impostare un limite dimensionale al progetto stesso. A questo proposito si è tenuto in considerazione l'articolo 61 estrapolato dalla normativa del *Nuovo codice della strada* (Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n.285 e successive modificazioni).

L'articolo 61, diviso in due comma, definisce quelle che sono le dimensioni massime di ingombro per il trasporto su strada:

Comma 1.

1. *Larghezza massima non eccedente a 2,55 m*
2. *Altezza massima non eccedente a 4 m*
3. *Lunghezza totale compresi gli organi di traino non eccedente ai 12 m, con l'esclusione dei semirimorchi, per i veicoli isolati.*

Il carico può sporgere posteriormente dalla sagoma del veicolo per un massimo del 30% della lunghezza totale, ma i 12 m non possono comunque essere oltrepassati (ad esempio, se una motrice fosse lunga 10 m, la sporgenza massima posteriore sarebbe di 2 m e non di 3 m); anteriormente, invece, non è ammessa alcuna sporgenza.

Comma 2.

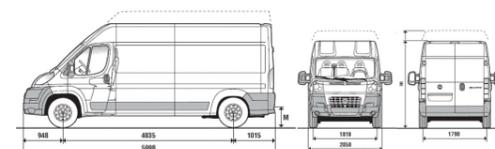
Gli autoarticolati e gli autosnodati non devono eccedere la lunghezza totale, compresi gli organi di traino, di 16.50 m, sempre sempre che siano rispettati gli altri limiti stabiliti nel regolamento; gli autotreni e filotreni non devono eccedere la lunghezza massima di 18.75 m, in conformità alle prescrizioni tecniche stabilite dal Ministero dei Trasporti e della navigazione²⁴.

Come descritto dall'articolo, i mezzi di trasporto sono differenti, come differenti sono i metodi nel trasportare un'architettura effimera; generalmente si distinguono in due principali modalità:

Parti singole assemblabili.

I pezzi, montabili a secco, possono essere di svariate dimensioni e trasportabili con tutte le tipologie di veicoli, purché siano della grandezza adeguata.

Di seguito sono state riportate le dimensioni di un furgone merci per analizzare i limiti di trasporto imposti dal mezzo in termini di capienza del vano di carico.



Dimensioni FIAT DUCATO 33			
Vano di carico		Porta posteriore	
Lunghezza massima	3705 mm	Altezza	1790 mm
Larghezza massima	1870 mm	Larghezza	1562 mm
Larghezza tra passaruote	1422 mm		
Altezza massima	1932 mm		
Altezza soglia di carico (M)	535 mm		

Fonte: www.scaligeraservice.com

TABELLA 5.2: MISURE DI UN FIAT DUCATO 33

Struttura pre-assemblata²⁵.

Il fabbricato viene pre-montato negli appositi stabilimenti e trasportato nel sito di installazione in sezioni assemblabili o già assemblato per intero; in entrambi i casi viene classificato come rimorchio e quindi deve essere assimilabile alle dimensioni massime di un container; in questo caso il mezzo in questione è un organo pesante composto dal corpo trainante e da quello trainato.

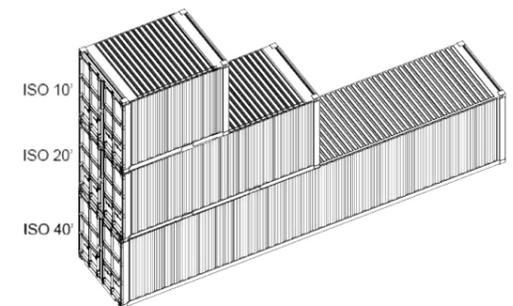
Di seguito si sono riportate le tre macro tipologie di container classificati in base alle dimensioni:

CONTAINER 10" Box

Peso a vuoto (tara): 1000 kg
 Peso massimo a pieno: 6000 kg
 Lunghezza esterna: 2.991 mm
 Lunghezza interna: 2.829 mm
 Larghezza esterna: 2.438 mm
 Larghezza interna: 2.342 mm
 Altezza esterna: 2.591 mm
 Altezza interna: 2.397 mm
 Larghezza apertura posteriore: 2.280 mm
 Altezza apertura posteriore: 2.270 mm
 Volume interno di carico: da 11 a 15,8 m³

CONTAINER 20" Box

Peso a vuoto (tara): 2050-2650 kg
 Peso massimo a pieno: 18270-27980 kg
 Lunghezza esterna: 6.059 mm
 Lunghezza interna: 5.860 mm
 Larghezza esterna: 2.438 mm
 Larghezza interna: 2.310 mm
 Altezza esterna: 2.591 mm
 Altezza interna: 2.360 mm
 Larghezza apertura posteriore: 2.280 mm
 Altezza apertura posteriore: 2.270 mm
 Volume interno di carico: da 32 a 33,9 m³



CONTAINER 40" Box

Peso a vuoto (tara): 3630-3740 kg
 Peso massimo a pieno: 26740-36850 kg
 Lunghezza esterna: 12.192 mm
 Lunghezza interna: 12.010 mm
 Larghezza esterna: 2.438 mm
 Larghezza interna: 2.310 mm
 Altezza esterna: 2.591 mm
 Altezza interna: 2.360 mm
 Larghezza apertura posteriore: 2.280 mm
 Altezza apertura posteriore: 2.270 mm
 Volume interno di carico: da 65,2 a 67,7 m³

FIGURA 5.16: ILLUSTRAZIONE DELLE TRE TIPOLOGIE DI CONTAINER

IL PROGETTO

Attraverso lo studio della normativa si sono messe a confronto le modalità di trasporto e i mezzi necessari ad esso in modo da poter individuare quale fosse la più adatta ad una situazione d'emergenza. Tra le due analizzate, è stato scelto di suddividere l'oggetto architettonico in piccole parti componibili in quanto risultava essere, a nostro modo di vedere, più efficace che trasportare l'oggetto per intero. La suddivisione in più componenti assemblabili infatti permette di utilizzare mezzi più piccoli e leggeri che, grazie alle ridotte dimensioni e viste le precarie condizioni delle vie di comunicazione in situazioni simili, sono più facilitati nel raggiungere il sito di costruzione. Rispetto all'edificio completo perciò sono stati individuati gli "Elementi

Costituenti" dell'involucro, ovvero quelli che per dimensioni, importanza strutturale e definizione dell'immagine sono i più rilevanti: le fondazioni, i pannelli di chiusura, la pavimentazione, la costolatura; questi sono stati dimensionati sulla capienza del vano di carico standard, di dimensioni 3705x1870x1932 mm, di un veicolo commerciale leggero (tab. 5.3). Grazie alla modularità inoltre è stato possibile ridurre al minimo il numero complessivo di pezzi diversi tra loro in quanto ognuno di essi si ripete per ogni sotto-modulo costituente il Box; questo ha permesso di semplificare l'aspetto costruttivo del progetto, abbattendo quanto più possibile anche i suoi costi di realizzazione.

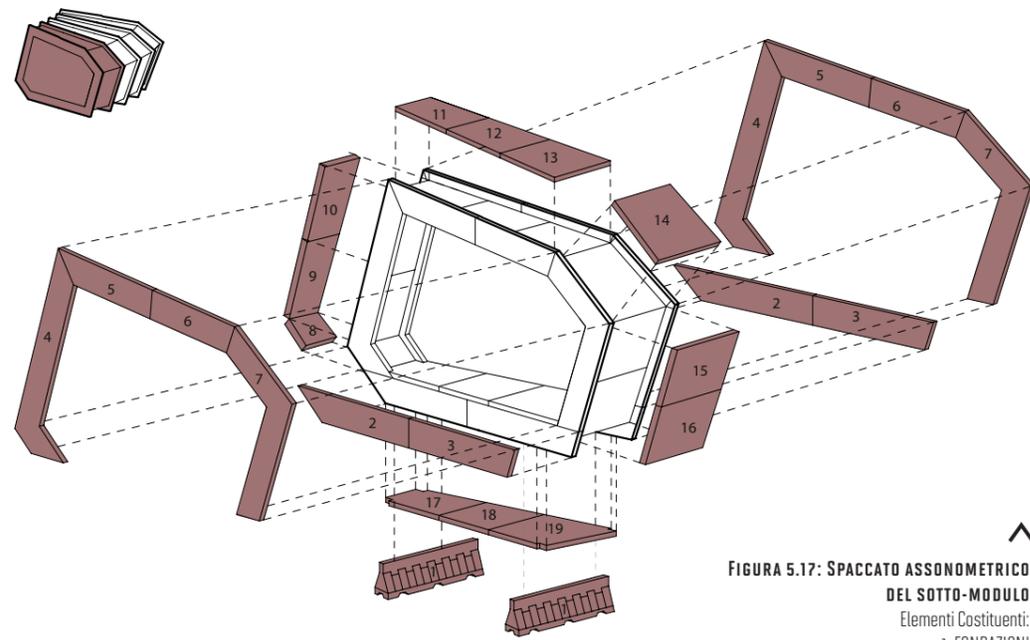


FIGURA 5.17: SPACCATO ASSONOMETRICO DEL SOTTO-MODULO

Elementi Costituenti:
1: FONDAZIONI
2 - 7: COSTOLATURA
8 - 16: PANNELLI DI CHIUSURA
17 - 19: PAVIMENTAZIONE

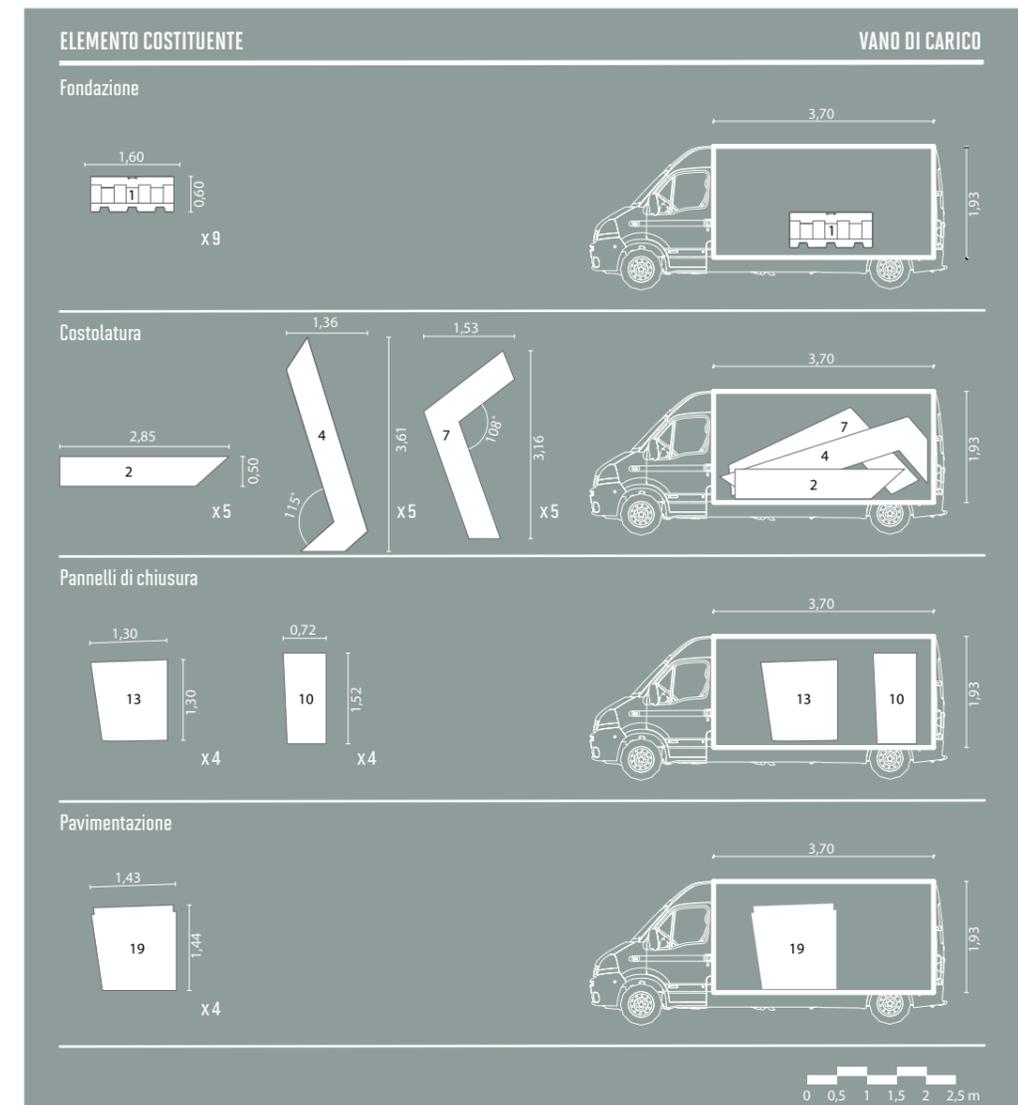


TABELLA 5.3: TRASPORTABILITÀ DEGLI ELEMENTI
PER DIMOSTRARE LA TRASPORTABILITÀ DI OGNI COMPONENTE È STATO PRESO L'ELEMENTO CON DIMENSIONI MAGGIORI PER OGNI CATEGORIA.

²⁶ Cfr: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici (Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503), art.1.punto 2.

²⁷ Cfr: Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, sovvenzionata ed agevolata, (D.M. n. 236 del 1989 in riferimento alla Legge 9 gennaio 1989, n. 13), art.2, art.8.

ACCESSIBILITÀ

LA NORMATIVA

Il superamento delle barriere architettoniche negli edifici pubblici è un requisito importante che bisogna garantire quando si progetta un'opera di questo tipo anche nel caso in cui essa sia ad uso temporaneo. Per rispettare questo punto si è fatto riferimento al *Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici* (Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503).

L'articolo 1 del decreto è suddiviso in 7 punti dei quali si è riportato il numero 2 in quanto fornisce una definizione di barriere architettoniche:

Art. 1. Definizioni ed oggetto

2. Per barriere architettoniche si intendono:

- gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;
- gli ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di spazi, attrezzature o componenti;
- la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi²⁶.

Per la definizione dei tre livelli di qualità dello spazio costruito (accessibilità, visitabilità, adattabilità) e dei parametri tecnici relativi alle scale e rampe, porte interne e di accesso, balconi e terrazze e spazi di manovra con carrozzina, il suddetto decreto n. 503 fa riferimento alle *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, sovvenzionata ed agevolata*, emanate dal Ministro

dei Lavori Pubblici (D.M. n. 236 del 1989 in riferimento alla Legge 9 gennaio 1989, n. 13).

Il decreto n. 236 è suddiviso in 12 articoli dei quali si riportano solamente quelli inerenti al caso studio in oggetto:

Art. 2. Definizioni

G) Per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.
H) Per visitabilità si intende la possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare. Sono spazi di relazione gli spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio e quelli dei luoghi di lavoro, servizio ed incontro, nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta.

I) Per adattabilità si intende la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale.

Art. 8. Specifiche funzionali e dimensionali

8.1.1. Porte.

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm.

La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di seguito riportati.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm). (...)

8.1.8. Balconi e terrazze

Il parapetto deve avere una altezza minima di 100 cm ed essere inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Per permettere il cambiamento di direzione, balconi e terrazze dovranno avere almeno uno spazio entro il quale sia inscrivibile una circonferenza di diametro 150 cm.

8.1.10. Scale.

Le rampe di scale che costituiscono parte comune o siano di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 m ed avere una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata (pedata minimo 30 cm): la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata deve essere compresa tra 62-64 cm. (...)

Un segnale al pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile anche da parte dei non vedenti), situato almeno a 30 cm dal primo e dall'ultimo scalino, deve indicare l'inizio e la fine della rampa.

Il parapetto che costituisce la difesa verso il vuoto deve avere un'altezza minima di 1,00 m ed essere inattraversabile da una sfera di diametro di cm 10.

In corrispondenza delle interruzioni del corrimano, questo deve essere prolungato di 30 cm oltre il primo e l'ultimo gradino. (...)

8.1.11. Rampe.

Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione.

La larghezza minima di una rampa deve essere:

- di 0,90 m per consentire il transito di una persona su sedia a ruote;

- di 1,50 m per consentire l'incrocio di due persone.

Ogni 10 m di lunghezza ed in presenza di interruzioni mediante porte, la rampa deve prevedere un ripiano

orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 x 1,50 m, ovvero 1,40 x 1,70 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al verso di marcia, oltre l'ingombro di apertura di eventuali porte.

Qualora al lato della rampa sia presente un parapetto non pieno, la rampa deve avere un cordolo di almeno 10 cm di altezza.

La pendenza delle rampe non deve superare l'8% (...)²⁷.

Per quanto riguarda le dimensioni per la manovra di un disabile su carrozzina il decreto 236 fornisce alcuni disegni rappresentativi.

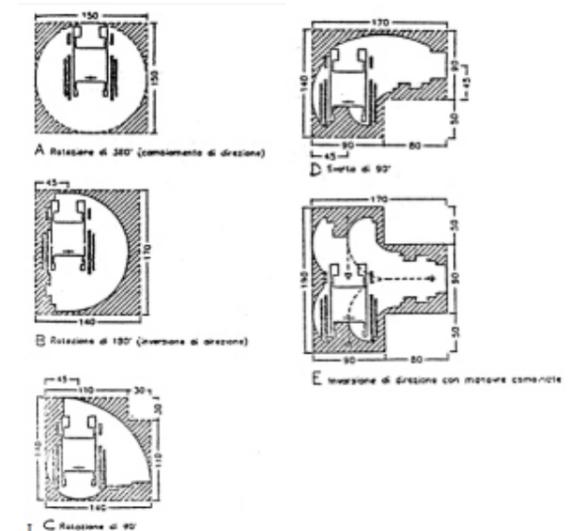


FIGURA 5.18: SPAZI DI MANOVRA CON SEDIA A RUOTE
ART. 8.0.2, D.M. 503

IL PROGETTO

Sono stati eseguiti tutti quegli interventi progettuali necessari al superamento delle barriere architettoniche e a garantire il grado di accessibilità dell'edificio; essi sono riassumibili in tre operazioni: creazione di due pianerottoli con relative scale di accesso, aggiunta di una rampa disabili e installazione di due porte d'accesso. Ognuno di questi elementi costituisce una componente a se stante aggregabile successivamente al resto della costruzione, ed è stato armonizzato col disegno architettonico del Box, continuando così la forma a ventaglio (fig. 5.19). Le due rampe di scale e i rispettivi pianerottoli, uno dei quali accessibile ai disabili, sono stati realizzati in corrispondenza degli

ingressi posti ai fianchi dell'edificio e muniti di mancorrente in lastre di policarbonato compatto di 1 m di altezza; ciascuna rampa permette di superare il dislivello di 0,72 m creatosi tra il livello del terreno e il piano di calpestio dell'edificio (fig. 5.20).

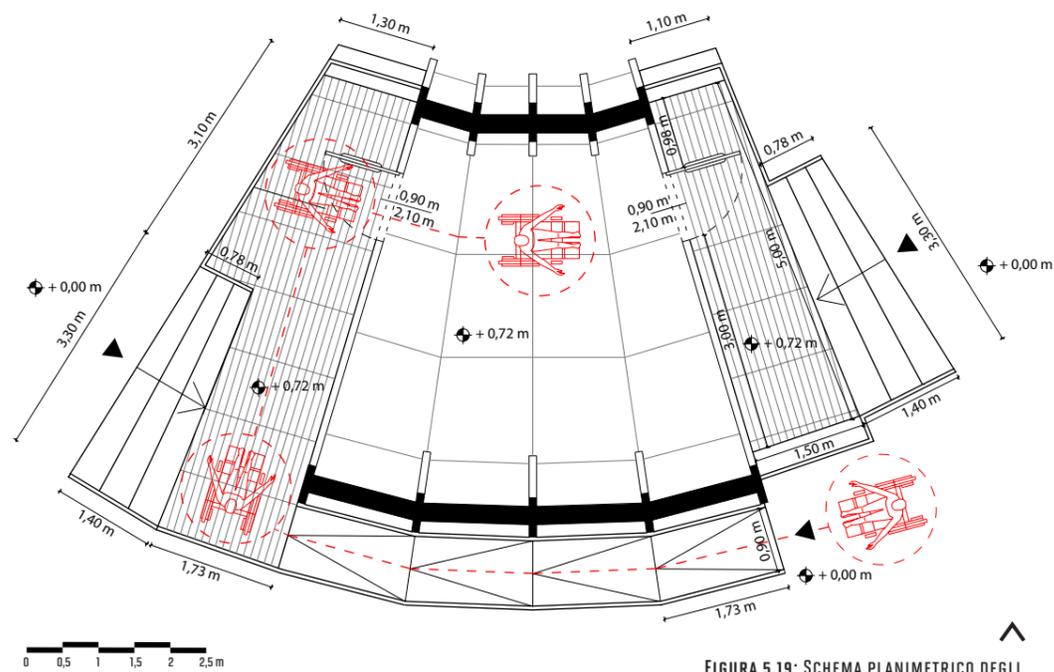
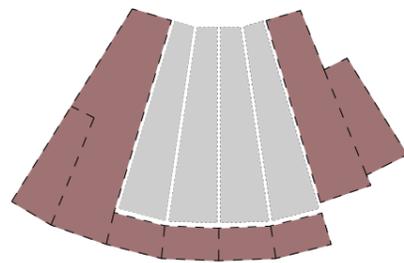
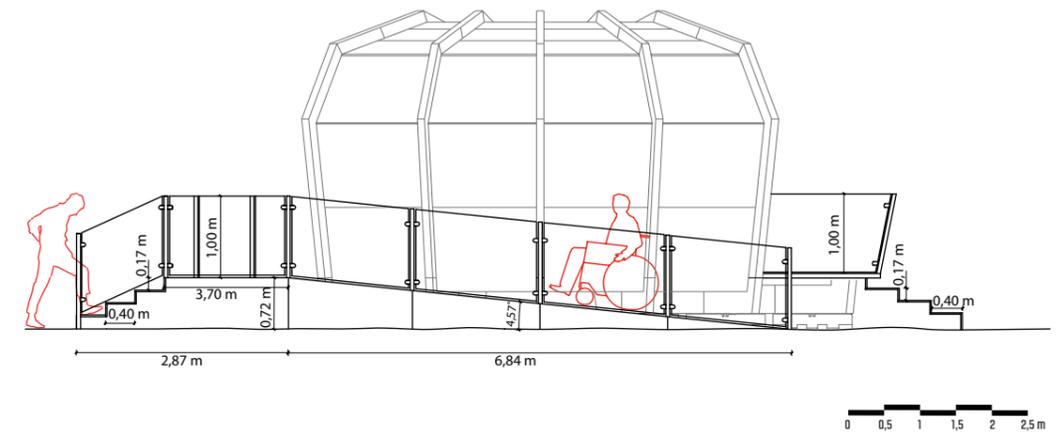


FIGURA 5.19: SCHEMA PLANIMETRICO DEGLI ELEMENTI PER L'ACCESSIBILITÀ

FIGURA 5.20: PLANIMETRIA CHE RAPPRESENTA L'ACCESSIBILITÀ DELL'EDIFICIO



La scelta di prevedere due ingressi è dovuta a tre fattori.

Il primo riguarda la migliore gestione dei flussi e un miglioramento della sicurezza dovuto all'aumento delle vie di fuga in situazione d'emergenza.

Il secondo è in previsione futura di un collegamento del Box con altri analoghi; in questo caso uno dei due accessi manterrebbe la stessa funzione mentre l'altro diverrebbe il disimpegno di passaggio al modulo aggregato.

Il terzo fattore infine è di tipo climatico in quanto,

essendo superfici apribili, le due porte migliorano la ventilazione naturale degli ambienti interni durante le stagioni calde.

La rampa è stata aggiunta per garantire l'accessibilità ai disabili e si sviluppa in lunghezza su tutto il lato maggiore del Box; è larga 0,9 m, pendenza dell'8% (4,57°) e parapetto di 1 m di altezza (fig. 5.21). Le porte di accesso infine sono state dimensionate con una luce netta di 0,90 m, apribili verso l'esterno e provviste di maniglie antipatico a un'altezza di 0,9 m per l'uscita in caso di emergenza.

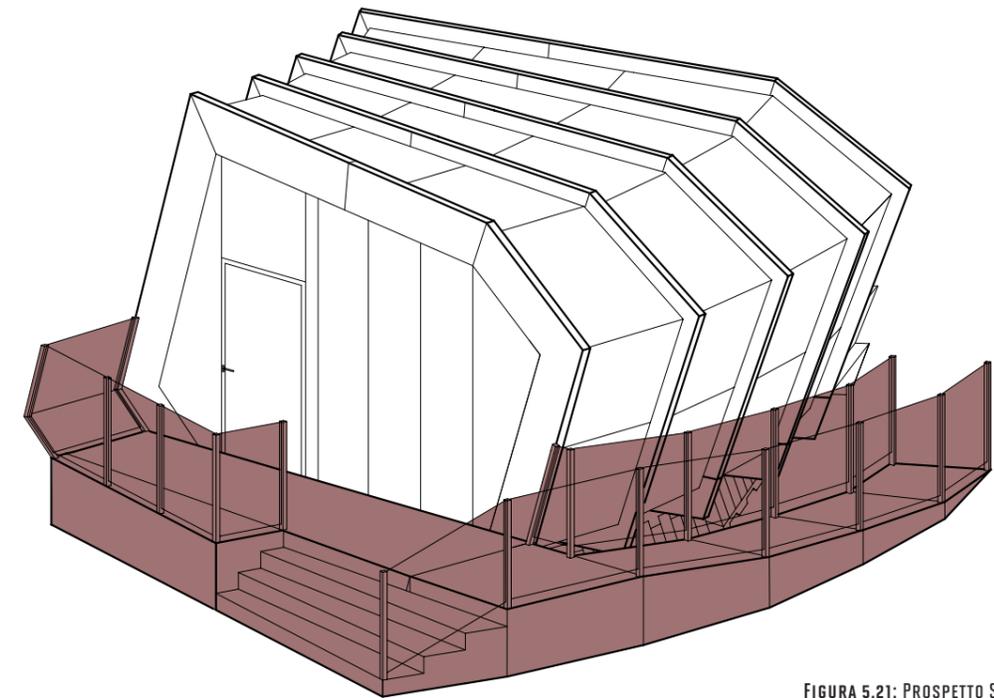


FIGURA 5.21: PROSPETTO SUD

FIGURA 5.22: MODELLO ASSOMETRICO DEL BOX CON L'AGGIUNTA DEGLI ELEMENTI DI ACCESSO

²⁸ Cfr: wikipedia.org, 19/04/18
(URL: [https://it.wikipedia.org/wiki/](https://it.wikipedia.org/wiki/Cartone)
Cartone).

²⁹ Cfr: A. Rogora, "Carta e cartone in edilizia",
EdicomEdizioni, Roma 2006

REPERIBILITÀ - MATERIALI RICICLABILI

IL CARTONE IN ARCHITETTURA^{28, 29}

Tra le tecnologie e i materiali studiati durante la fase di ricerca, si è approfondito l'uso del cartone in edilizia come materiale da costruzione. La scelta è ricaduta su questo materiale in quanto risponde perfettamente al requisito di reperibilità e aggiunge ottime caratteristiche come "leggerezza", "economicità" e "resistenza meccanica". Tra i prodotti della carta, il cartone ha il valore di grammatura, ovvero il rapporto tra peso misurato in grammi e superficie in metri, più alto (carta da stampa: spessore tra 60 - 115 g/m² - cartone: spessore > 350 g/m²)³⁰. Questa caratteristica lo rende più resistente, pesante e spesso e quindi il più adatto nel packaging; il suo uso infatti è per lo più di tipo industriale, ad eccezione del cartoncino usato anche per l'editoria. Come ogni prodotto presenta punti di forza e punti di debolezza tra le sue caratteristiche:

PUNTI DI FORZA:

- Leggerezza;
- Resistenza meccanica;
- Economicità;
- Riciclabilità e rinnovabilità;
- Biodegradabilità;
- Bassa *Embodied Energy*;
- Flessibilità di utilizzo;

PUNTI DI DEBOLEZZA:

- Non è impermeabile;
- Non è ignifugo;
- Durata vita limitata;
- È un materiale usa e getta;
- È attaccabile dagli insetti³¹.

Se si analizzano le caratteristiche, è facile intuire che nell'immaginario comune, l'uso di questo prodotto cartaceo in architettura abbia suscitato parecchio scetticismo; se si proponesse infatti ad un gruppo di persone la possibilità di realizzare la propria abitazione in cartone, queste penserebbero: "E se dovesse piovere?", "E se ci fosse un incendio?", "Ma resiste?", "Quanto dura?"...

Questa visione comune, abbinata ad una totale inesistenza di normativa di riferimento, hanno sempre limitato il suo utilizzo in edilizia, anche se da qualche decennio, in seguito alla presa di coscienza della cattiva gestione delle risorse e l'aumento costante dell'inquinamento, diversi ricercatori hanno focalizzato il loro interesse nel trovare materiali da costruzione alternativi, uno tra questi è proprio il cartone.

Come già descritto precedentemente nell'esempio della *Paper Log House* dell'architetto Shigeru Ban, oggi esso non viene più visto solo come prodotto industriale, il cui uso prevalente si limita al campo editoriale e degli imballaggi, ma rappresenta una valida alternativa, di carattere sostenibile, ai metodi costruttivi tradizionali.

La prima volta che il cartone venne usato come materiale da costruzione fu nel 1969, grazie all'architetto Frank O. Gehry, che lo utilizzò per correggere l'acustica della Los Angeles Philharmonic Association e per la realizzazione di diversi elementi d'arredamento tra i quali la famosissima *Wiggle Side* (fig. 5.23).

L'intuizione di Gehry, per la realizzazione della sedia di cartone, fu quella di accostare verticalmente

più strati di cartone ondulato, orientando la sezione di ognuno di essi in direzione perpendicolare al peso della persona seduta; in questo modo riuscì a trasformare un oggetto apparentemente semplice, in qualcosa di resistente e robusto.

Successivamente fu proprio Shigeru Ban a dimostrare che il cartone poteva essere considerato a tutti gli effetti un'alternativa a materiali costruttivi più tradizionali. Egli infatti, in seguito a numerosi studi e prove in laboratorio che diedero risultati positivi, dimostrò che attraverso trattamenti superficiali questo materiale poteva essere reso resistente al fuoco e all'acqua, due caratteristiche che ne hanno sempre limitato l'uso in architettura. Per quanto riguarda la resistenza all'acqua, l'architetto giapponese portò ad esempio le scatole per le bevande (Tetra Pak), composte circa per il 75% da cartone, che ne conferiva forza e rigidità, 20% da polietilene, che era in grado di trattenere i liquidi e creare una barriera contro i microrganismi dell'aria, 5% da alluminio, che garantiva una maggiore resistenza ad aria luce e batteri. Fu così che Ban sviluppò un sistema costruttivo costituito da tubi portanti in cartone riciclato di diverso diametro, impermeabilizzati con processi simili al Tetra Pak, resi ignifughi grazie a trattamenti superficiali, antisismici e, grazie al loro profilo scatolare, aventi buon isolamento acustico e termico oltre che resistenza meccanica a carichi di buona entità.

A seconda delle esigenze, questi elementi strutturali possono essere assemblati tra loro attraverso differenti sistemi di giunzione a secco.



³⁰ Cfr: Digitalprint, *Carta, cartoncino, cartone: stessa famiglia, ma caratteri diversi. La grammatura ha sempre il suo peso*, stampareblog.it, 21/08/14
(URL: <http://www.stampareblog.it/2014/08/21/grammatura>).

³¹ Cfr: I.Secchi, S.Vannucchi, *Uso innovativo del cartone per la correzione acustica e l'insonorizzazione, esempi di manufatti acustici in cartone*, docplayer.it, 27/06/12
(URL: <http://docplayer.it/12381127-Uso-innovativo-del-cartone-per-la-correzione-acustica-e-l-insonorizzazione-esempi-di-manufatti-acustici-in-cartone-irene-vannucchi-simone-secchi.html>).

FIGURA 5.23: WIGGLE SIDE
FIGURA 5.24: L'ARCHITETTO SHIGERU BAN

³² Cfr.: G. Ferrarella, *Strutture in cartone: vediamo come e perché*, buildingcue.it, 21/09/16 (URL: <https://buildingcue.it/strutture-cartone-vediamo-perche/9655>).

Tra questi ad esempio esistono giunti ad incastro, senza l'aggiunta di elementi di collegamento ausiliari (fig. 5.25), giunti in legno (fig. 5.26) o in acciaio (fig. 5.27).

Le principali prove che si effettuano sul materiale e sui tubi in cartone al fine di valutarne le caratteristiche prestazionali sono:

- Misura dell'allungamento;
- Coefficiente di attrito;
- Collatura;
- Grammatatura;
- Prova di porosità;
- Pulizia e pulibilità;
- Resistenza alla lacerazione;
- Resistenza a trazione;
- Resistenza allo scoppio;
- Resistenza alle doppie pieghe;
- Resistenza allo scoppio interno;
- Misura dello spessore;
- Resistenza allo schiacciamento di una striscia di cartone ondulato;
- Resistenza allo schiacciamento di fogli di carta.

Alla base però del pensiero che portò il progettista alla creazione di questo nuovo sistema, c'era l'idea di realizzare oggetti architettonici leggeri e minimalisti, che quindi, grazie al limitato peso proprio, dovessero sopportare carichi permanenti nettamente inferiori rispetto alle costruzioni tradizionali. Inoltre la reperibilità, l'economicità e semplicità di assemblaggio del materiale, oltre ai suoi chiari limiti di durata, ha reso le architetture di cartone di Shigeru Ban un modello perfetto in casi di emergenza; svariati infatti sono stati i suoi interventi in seguito a calamità naturali come a Kobe e in Turchia con la Paper Log House, a

Christchurch in Nuova Zelanda con la Cardboard Cathedral, a L'Aquila con la Paper Concert Hall³².

Nelle pagine che seguono sono stati raccolti una serie di casi studio che testimoniano la possibilità di trasformare il cartone in un materiale da costruzione in architettura, dimostrandone anche la versatilità di utilizzo.

Tra i casi riportati sono stati descritti prima tre esempi di pannellatura autoportante in cartone (in ordine *Archicart Paco*, *Bertech*, *Swisscell*) secondariamente alcuni prototipi architettonici in cui è stato sperimentato l'uso di questo materiale ad uso strutturale (in ordine *Universal World House*, *Workshop Cardboard House*, *Cardboard Banquet* e *Cardboard Pavillion*, *Cardboard House*) ed infine gli edifici realizzati (in ordine *Cardboard Cathedral*, *Paper Concert Hall*, *Wikeel House*, *Westborough School*).



FIGURA 5.25: FOOTBALL PAVILLION



FIGURA 5.26: IE PAPER PAVILLION - PARTICOLARE GIUNTO
FIGURA 5.27: CARDBOARD BRIDGE - PARTICOLARE GIUNTO

³³ Cfr: *Il cartone ondulato, Tutto quello che c'è da sapere per individuare l'imballaggio più adatto*, adaptivepack.it, 5/10/11
(URL: <https://adaptivepack.it/utilities-glossario-preparazione/tipologie-cartone-ondulato>).

³⁴ Cfr: Archicart, *La tecnologia brevettata Archicart® Paco™ Pannelli alveolari in cartone ondulato*, archicart.com, (URL: <http://www.archicart.com/pannelli.html>).

²⁹ Cfr: A. Rogora, "Carta e cartone in edilizia", cit., pag. 126.

³⁵ Cfr: Bertech Paper Architecture, *Caratteristiche pannello Bertech*, bertechsystem.it, (URL: <https://www.bertechsystem.it/it/caratteristiche-tecniche.asp>).

PANNELLO ARCHICART PACO^{33, 34}

Archicart Paco è un pannello costituito da fogli di cartone ondulato, ideato dall'omonimo team di professionisti per la realizzazione di tramezzature, tamponamenti esterni rivestimenti o soffitti.

Il cartone ad onde può essere paragonato ad un sandwich, dal momento che è costituito da due strati esterni piani (coperture) e uno interno ondulato tenuto insieme alle precedenti da collanti naturali derivanti da amidi di mais e fecola; nel caso in cui gli strati di cartone ondulato siano due (cartone a doppia onda), viene interposto tra loro un ulteriore strato di separazione piano chiamato foglio teso centrale. (fig. 5.28) Inoltre, poiché l'altezza dell'onda può variare da 1,5 a 5 mm, si possono ottenere spessori diversi del cartone; questi variano proprio da 1,5 fino a 15 mm, e garantiscono differenti resistenze ai carichi.

Ogni pannello Archicart Paco è costituito da scatolari di cartone ondulato irrigiditi da un ulteriore strato esterno sempre dello stesso materiale; in aggiunta, grazie alla sua sezione cava, il pannello può essere riempito con materiale sfuso come fibra di cellulosa, di canapa, argilla espansa o derivante da scarti di altre lavorazioni, per aumentarne le caratteristiche meccaniche e termoacustiche e renderlo adatto a diversi impieghi. (fig. 5.29)

Caratteristiche Fisico Tecniche

- $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ - riempimento in fibra di cellulosa
- $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ - riempimento in calce canapa
- $U=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ - riempimento in argilla espansa³⁴

Può essere mantenuta la finitura superficiale tipica del cartone attraverso un trattamento base trasparente alle cere, oppure verniciatura a rullo o a pennello.

La resistenza alla fiamma è conferita dai trattamenti ignifughi superficiali, mentre gli impianti sono predisposti all'interno di canaline di plastica.

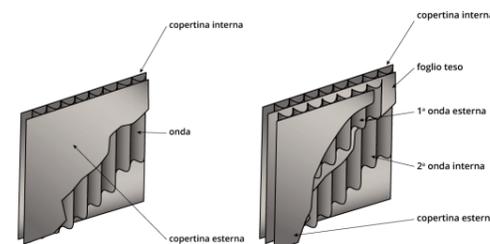


FIGURA 5.28: STRATIGRAFIA DEL CARTONE AD ONDA SINGOLA E DOPPIA
FIGURA 5.29: DETTAGLIO IN SCALA DELLA SEZIONE DEL PANNELLO: ARCHICART PACO

PANNELLO AUTOPORTANTE BERTECH (TOSOIMPRESA)²⁹

Si tratta di un pannello con struttura alveolare realizzato attraverso l'incollaggio, con resine inodori, di più strati di cartone ondulato riciclato sovrapposti e incrociati tra loro in modo alternato; questa disposizione permette al pannello di acquisire maggiore leggerezza e resistenza strutturale.

L'assemblaggio è totalmente a secco attraverso l'uso di guide metalliche zincate, lignee o di materiale composito (sia verticalmente che orizzontalmente), e fissate a pavimento o a soffitto tramite tassellatura meccanica o chimica. Si presenta in formati standard di 200 cm di lunghezza e 60 cm di larghezza, con spessori che variano da 5 a 60 cm e struttura ad alveolo grande B10 e ad alveolo piccolo B5.

I pannelli Bertech sono utilizzati sia per la realizzazione di costruzioni temporanee e provvisorie, che permanenti (per pareti di tamponamento e partizioni interne ed esterne, solette, soffitti, muri di recinzione esterni o pavimenti sopraelevati).

Un limite di questo pannello è l'aspetto in cui si presenta allo stato grezzo, per questo necessita di una finitura superficiale attraverso intonaco applicabile per spruzzatura o spalmatura, o altro materiale di rivestimento.

Caratteristiche Fisico Tecniche

- Permeabilità al vapore: 30
- Resistenza al vapore: 6
- Capacità termica: 1,8 kJ/kg.K
- Conducibilità termica: 0,07 - 011 W/m.K
- Potere fonoisolante (R): 46 - 50 db
- Densità: 30 - 45 kg/m³

Altre Caratteristiche

- Autoportante
- Economico
- Rinnovabile/riciclabile
- Biodegradabile
- Leggero
- Antisismico
- Resistente a flessione e a compressione
- Isolante termico-acustico
- Resistente all'umidità
- Facile da trasportare, smontare e installare³⁵



FIGURA 5.30: IMMAGINI IN DETTAGLIO DEL PANNELLO BERTECH

²⁹ Cfr: A. Rogora, "Carta e cartone in edilizia", cit., pag. 126.

³⁶ Cfr: D. Taino, *Nuove abitazioni: ecco la «casa di carta»*, *Creata da una società svizzera che si pone l'obiettivo di cambiare il volto delle baraccopoli del pianeta*, *corriere.it*, 14/01/09 (URL: https://www.corriere.it/esteri/09_gennaio_14/casa_di_carta_germania_danilo_taino_0a2d3b14-e24e-11dd-b227-00144f02aabc.shtml).

UNIVERSAL WORLD HOUSE E PANNELLI SWISSCELL^{29, 36}

La società svizzera *The Wall AG* di Shaffhausen ha brevettato la tecnologia di pannelli *Swisscell* ispirandosi a sistemi di pannelli a celle esagonali già usati nell'industria aeronautica, ma sostituendo l'alluminio con la carta.

Il pannello è realizzato con una struttura alveolare a celle esagonali accoppiato con della cellulosa, ricavata da processi di riciclo della carta, impregnato con resine e rivestito da cartoni e fogli di giornale pressati e sottoposti ad elevato calore. (fig. 5.31) Attraverso questa tecnologia, uno degli ingegneri della società svizzera, Gerd Niemöller, ha pensato e realizzato per intero un'abitazione di 36 mq per i popoli del terzo mondo. (fig. 5.32) La Casa Universale, così è stata chiamata dall'ingegnere tedesco, oltre a donare un tetto alle popolazioni più povere, ha fornito loro anche lavoro; *The Wall AG* infatti ha pensato di fornire i macchinari e la materia prima a questi popoli, in modo da poter realizzare le piccole abitazioni direttamente sul posto. Ogni unità si realizza aggregando due moduli pre-assemblati, attraverso connessioni meccaniche poste sulle travi di bordo (fig. 5.33); le pareti di ciascun modulo sono realizzate con due pannelli *Swisscell* che conferiscono leggerezza e robustezza alla struttura che è in grado di sopportare fino a 20 kg/cm².

L'intera struttura infine poggia su un profilo scatolare perimetrale a sua volta poggiato sopra elementi che la sollevano dal suolo. Per realizzare una di queste case basta un solo albero, caratteristica che le rende perfettamente ecologiche e a basso costo; ognuna di esse costa circa 5000 euro.



FIGURA 5.31: STRUTTURA ALVEOLARE E SEZIONE DI UN PANNELLO SWISSCELL

FIGURA 5.32: UNIVERSAL WORLD HOUSE

FIGURA 5.33: ASSEMBLAGGIO DELLE DUE UNITÀ PREASSEMBLATE

³⁷ Cfr: Politecnico di Milano, *Workshop Cardboard House*, *comieco.org*, 1/10/14 (URL: <http://www.comieco.org/le-nostre-prospettive/design-del-riciclo/news/workshop-cardboard-house.aspx>).

WORKSHOP CARDBOARD HOUSE³⁷

Si tratta di un lavoro sperimentale eseguito da alcuni tesisti del Politecnico di Milano che, attraverso l'uso di layer in cartone ondulato, hanno sviluppato una nuova tecnica di assemblaggio di questo materiale per la realizzazione di un'abitazione.

La tecnologia prevede la sovrapposizione di strati di cartone, tenuto insieme dalle tipiche barre d'acciaio usate per l'armatura del calcestruzzo, a cui poi viene applicato un rasante resistente all'acqua *Knaf* *SM 780* con retina e paraspigoli; prima dell'applicazione dello strato protettivo, il cartone viene compresso attraverso la tensione delle barre d'acciaio e dall'azione di assi di legno, posizionate alla base e alla sommità, che lavorano a contrasto. Per evitare la formazione di solchi lineari verticali lungo tutta la parete, è stato inoltre pensato un sistema a giunti alternati e sfalsati. Il modulo di 9 mq realizzato, ha mostrato buoni risultati di rigidità e solidità generale, oltre che ambienti interni caldi ed accoglienti.

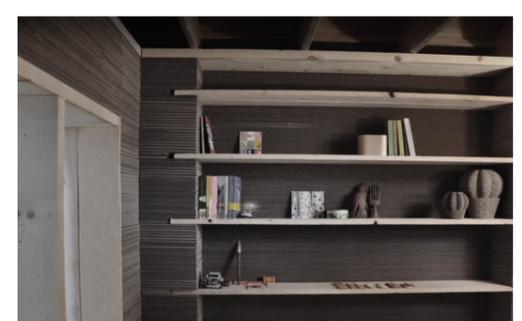


FIGURA 5.34: STRUTTURA ALVEOLARE E SEZIONE DI UN PANNELLO SWISSCELL

FIGURA 5.35: UNIVERSAL WORLD HOUSE

FIGURA 5.36: ASSEMBLAGGIO DELLE DUE UNITÀ PREASSEMBLATE

³⁸ Cfr.: F. Lipari, *Il cartone come materiale da costruzione per un padiglione a basso impatto*, architetturaecosostenibile.it, 20/10/11
(URL: <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/in-italia/cartone-materiale-costruzione-padiglione-basso-impatto-371>).

³⁹ Cfr.: Redazione RE, *Dall'Università di Cambridge arriva 'Cardboard Banquet', il padiglione di carta*, riqualificazioneenergetica.info, 24/08/10
(URL: <http://www.riqualificazioneenergetica.info/2010/08/24/dall%E2%80%99universita-di-cambridge-arriva-%E2%80%99cardboard-banquet-%E2%80%99-il-padiglione-di-carta>).

CARDBOARD BANQUET E CARDBOARD PAVILLION^{38, 39}

Il *Cardboard Banquet* (fig. 5.37) e il *Cardboard Pavillion* (fig. 5.38), nonostante abbiano due progettisti differenti, sono stati realizzati secondo la stessa metodologia costruttiva. Il primo è realizzato da due studenti dell'Università di Cambridge, Tom Emerson e Max Beckenbauer; il secondo invece, dal prof. Luigi Alina insieme ad alcuni studenti della Facoltà di Architettura di Catania.

Il cartone a singola onda, di cui sono composti i due padiglioni, è stato piegato come origami per conferire maggiore resistenza alla struttura; i giunti sono costituiti da bottoni di plastica a pressione facilmente asportabili, nel primo caso, e da cavi o corde, nel secondo.

Trattandosi di due progetti ad utilizzo prevalentemente esterno, sono stati trattati con un film impermeabilizzante che ne ritardava anche la combustione.

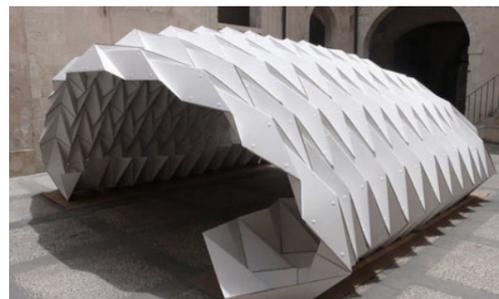


FIGURA 5.37: CARDBOARD BANQUET
FIGURA 5.38: CARDBOARD PAVILLION

⁵ Cfr.: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea*, cit., p.34.

CARDBOARD HOUSE⁵

La *Cardboard House* nasce da un'idea di un'impresa australiana, la Struchbury and Pape, che si ispira al sistema di collegamento strutturale delle cassette da vino per connettere i vari elementi di cartone di cui è composta. I fissaggi poi avvengono tramite semplici dadi provvisti di alette di nylon, corsetti in poliestere, che servono per mettere in tensione manualmente i tessuti, e velcro.

Il prototipo ha la sezione di una "V rovesciata", forma data dai 5 elementi strutturali che lo compongono e che dividono la zona giorno dai servizi bagno e cucina; questi ultimi possono essere posizionati sia internamente che esternamente alla veranda (fig. 5.39).

La protezione all'acqua infine, viene garantita da un vero e proprio telo protettivo in HDPE (polietilene ad alta densità), che funge da sopratenda (fig. 5.40); dello stesso materiale sono realizzate anche le vasche di accumulo dell'acqua piovana, posizionate al di sotto del pavimento. Quest'ultime svolgono anche la funzione di ancoraggio ausiliare della struttura al suolo. Questo sistema costruttivo è totalmente a secco e permette di avere anche una certa flessibilità costruttiva; risulta essere anche di facile assemblaggio, reversibile e facile da trasportare piegandolo in un imballaggio piatto.

La *Cardboard House* è realizzata per il 90% da cartone riciclato, pesa solo 2000 kg ed è montabile da due persone in sole sei ore, senza l'ausilio di attrezzatura particolare, con un costo complessivo di 3500 dollari. Inoltre, per il sistema di illuminazione, sfrutta l'energia rinnovabile dei pannelli fotovoltaici posizionati sulla copertura.

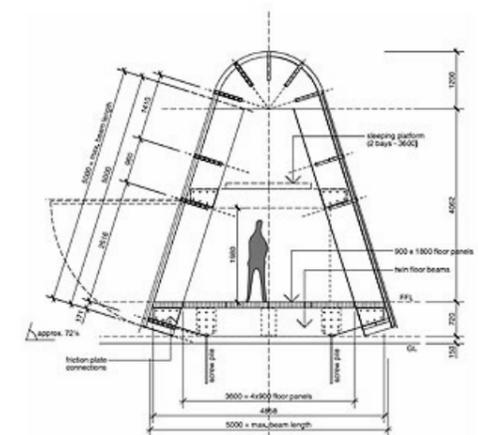


FIGURA 5.39: SEZIONE DELLA CARDBOARD HOUSE
FIGURA 5.40: CARDBOARD HOUSE

⁴⁰ Cfr.: C. Lenti, *Nuova Zelanda: la cattedrale di cartone di Shigeru Ban, una nuova era per la progettazione architettonica*, Meteoweb.it, 23/01/14
(URL: <http://www.meteoweb.eu/2014/01/nuova-zelanda-la-cattedrale-di-cartone-di-shigeru-ban-una-nuova-era-per-la-progettazione-architettonica/255702>).

CARDBOARD CATHEDRAL⁴⁰

La cattedrale in cartone è stata realizzata nell'agosto del 2013, dopo appena un anno di lavoro, a Christchurch - Nuova Zelanda, lì dove sorgeva la vecchia cattedrale, in stile neogotico, distrutta in seguito al devastante terremoto del 2011.

L'edificio ha forma triangolare, raggiunge circa i 20 metri di altezza ed è stato realizzato dall'architetto giapponese Shigeru Ban attraverso l'uso strutturale di tubi in cartone.

Sia per la pianta che per i prospetti l'architetto ha volutamente ripreso le geometrie della cattedrale andata distrutta, a simboleggiare la volontà di non fare andare perso anche il suo ricordo (fig. 5.41).

La struttura è collocata su un basamento in cemento armato ed è composta da 98 di questi tubi di diametro 60 cm, posti sulle facciate laterali e rinforzati da 8 container in acciaio. I tubi sono resi impermeabili grazie ad un trattamento superficiale in poliuretano e resistenti al fuoco tramite ritardanti di fiamma. La facciata frontale è composta da un mosaico di pannelli triangolare in vetro colorato, all'interno dei quali sono raffigurate immagine prese dagli affreschi della cattedrale andata distrutta. La copertura è protetta da uno strato semi-trasparente in policarbonato.

La Cardboard Cathedral è stata pensata per accogliere 700 persone al proprio interno, ed ha una durata stimata di circa 20 anni, periodo alla fine del quale verrà sostituita da una nuova struttura permanente. Il cartone ha permesso di realizzare in breve tempo e con costi minori il nuovo luogo di culto, ma soprattutto lo ha reso uno degli edifici più sicuri all'azione sismica di Christchurch.

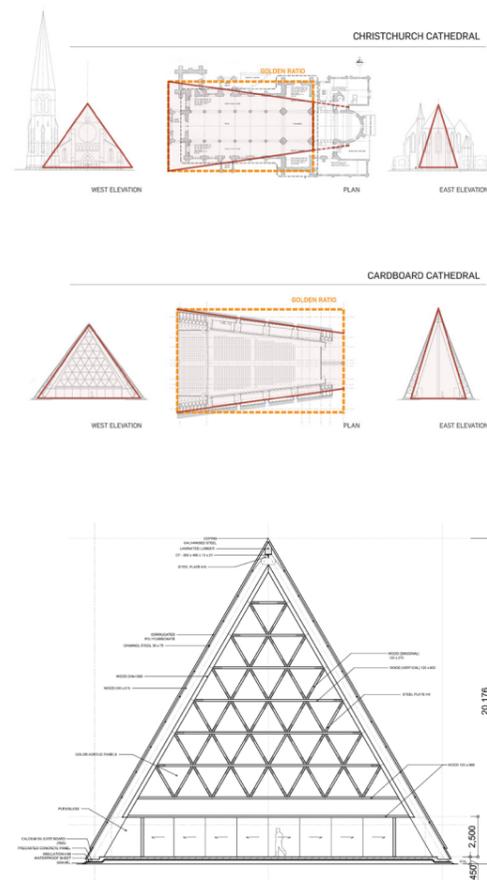


FIGURA 5.41: CONFORNTO TRA LA CATTEDRALE DISTRUTTA E QUELLA ESISTENTE
FIGURA 5.42: PROSPETTO FACCIATA FRONTALE DELLA CARDBOARD CAHEDRAL

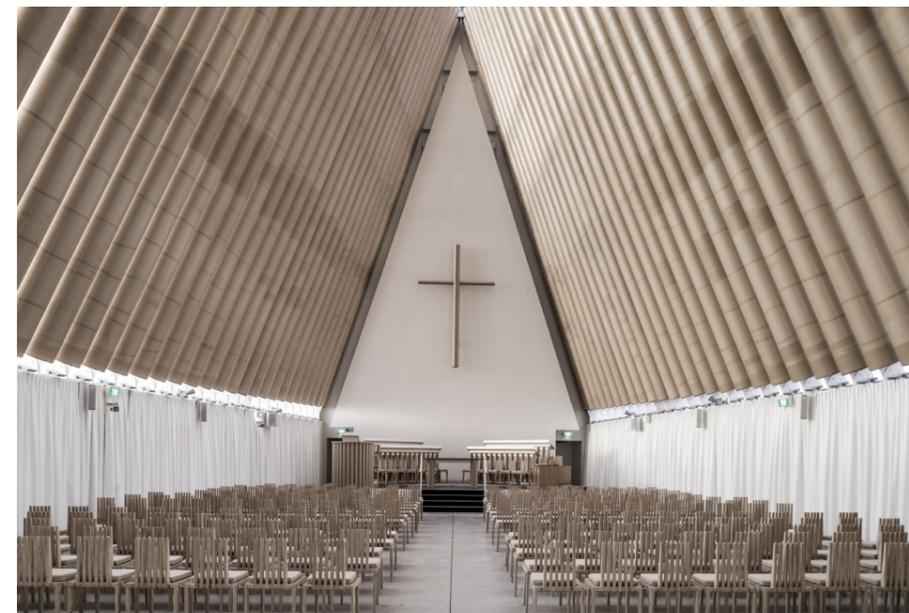


FIGURA 5.43: FACCIATA CON MOSAICO A PANNELLI TRIANGOLARI DELLA CARDBOARD CATHEDRAL
FIGURA 5.44: VISTA DELLA NAVATA INTERNA DELLA CARDBOARD CATHEDRAL

⁴¹ Cfr.: L. Montingelli, *Paper concert hall a L'Aquila. Architettura di carta fra sostenibilità e solidarietà*, architetturaecosostenibile.it, 5/10/11
(URL: <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/in-italia/paper-concert-hall-aquila-architettura-carta-sostenibilita-solidarita-350>).

PAPER CONCERT HALL⁴¹

Si tratta di una sala concerti da 230 posti a sedere, che sorge nel quartiere Acquasanta a L'Aquila, in posizione adiacente alla nuova sede del Conservatorio di Musica "Alfredo Caselli".

Conosciuta anche come Temporary Concert Hall per via della sua natura di carattere temporaneo, l'auditorium rappresenta l'ennesima opera dell'architetto Shigeru Ban, realizzata attraverso l'uso di tubi in cartone.

La pianta è a forma quadrata e ha una superficie superiore a 700 mq; si articola in un foyer d'ingresso e una serie di vani accessori distribuiti attorno alla sala concerti ellittica di lunghezza pari a 25 m (fig. 5.45).

Il cartone è usato sia per le divisioni interne che per la copertura a piramide ribassata, sorretta da un perimetro di 44 pilastri; il rivestimento come detto è in cartone precompresso che riveste a sua volta dei sacchi di argilla espansa.

In questo progetto l'architetto giapponese, oltre a conferire i soliti vantaggi di sostenibilità, economicità e leggerezza con l'uso del cartone, ha sfruttato le sue proprietà per risolvere la questione acustica (fig. 5.48); infatti, successivamente a tutti gli studi preliminari del caso, Ban è riuscito con successo a diffondere il suono in maniera più uniforme e pulita attraverso l'apposito trattamento del materiale cartaceo, regalando agli spettatori una buona prestazione acustica dell'ambiente.

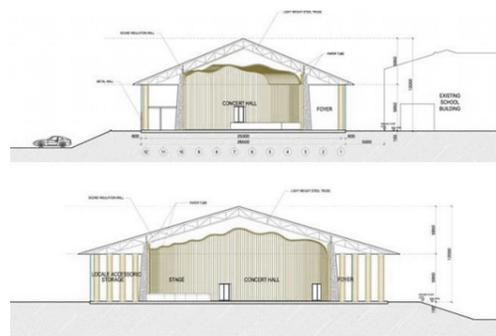
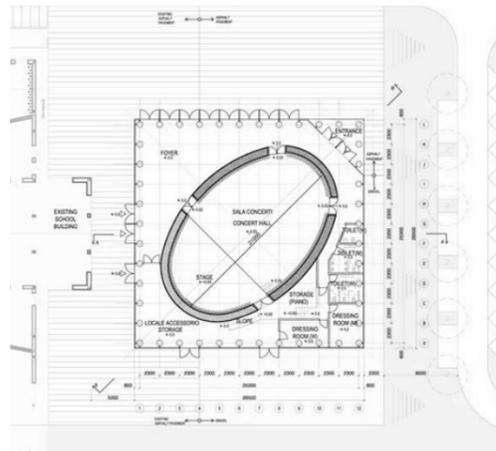


FIGURA 5.45: PIANTE DELLA PAPER CONCERT HALL
FIGURA 5.46: SEZIONI DELLA PAPER CONCERT HALL

FIGURA 5.47: VISTA ESTERNA DELLA PAPER CONCERT HALL
FIGURA 5.48: VISTA INTERNA DELLA PAPER CONCERT HALL

WIKKEL HOUSE⁴²

La traduzione letteraria di *Wikkkel House* è Casa Incartata, ma viene definita anche come la casa di cartone che dura 100 anni; il progetto è dello studio olandese Fiction Factory, che attraverso l'uso di una pellicola trasparente, traspirante e impermeabile, è riuscito ad allungare la vita di questo materiale cartaceo.

La *Wikkkel House* è un'unità composta da più moduli uguali aggregabili, ciascuno con una superficie di 5 mq (lunghezza: 4,6 m – larghezza: 1,2 m – altezza: 3,5 m), che la rendono personalizzabile in base alle esigenze. (fig. 5.49)

Ogni modulo è costituito da un'anima composta da 24 strati di cartone ondulato (12 + 12 interrotti da una camera d'aria per l'alloggiamento degli impianti), tagliato a strisce larghe 1,2 m, pressate e tenute insieme tra loro tramite un collante ecologico (fig. 5.50); l'incollaggio avviene attraverso un macchinario apposito, che solleva il rotolo di cartone da terra e lo fa ruotare; la loro realizzazione infatti viene eseguita dallo studio olandese stesso in laboratorio. (fig. 5.51)

Il cartone è a sua volta rivestito internamente da uno strato di compensato ed esternamente da un laminato in legno che lo protegge dagli agenti atmosferici.

Una volta realizzati i moduli, questi vengono trasportati nel sito con un rimorchio, aggregati tra loro e appoggiati su elementi prefabbricati in calcestruzzo a loro volta non ancorati al suolo, il tutto entro le 24 ore.

Ciascun modulo ha un costo di 4.500 dollari ed è tre volte più sostenibile rispetto ad una costruzione

tradizionale, come dichiara la *Fiction Factory*; inoltre garantisce ottime performance abitative visto il buon isolamento termico e acustico dell'involucro.

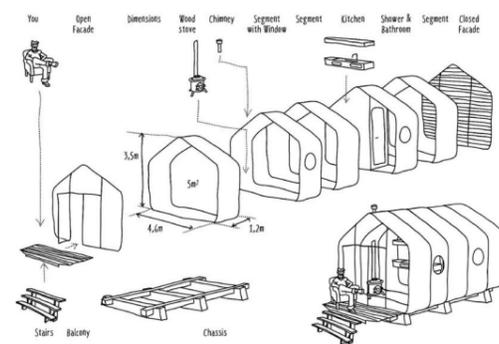


FIGURA 5.49: SCHEMA DI ASSEMBLAGGIO DEI MODULI DELLA WIKKLE HOUSE
FIGURA 5.50: STRATIGRAFIA PARETE ESTERNA DELLA WIKKLE HOUSE

⁴²Cfr: N. Andreatta, *Wikkkel House: la casa in cartone che dura 100 anni*, green.it, 13/09/16 (URL: <http://www.green.it/wikkkel-house>).

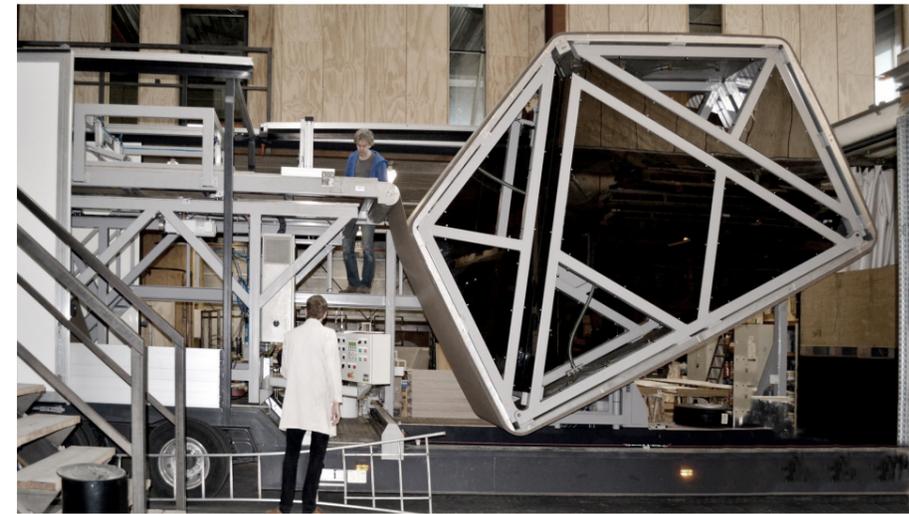


FIGURA 5.51: FASE DI INCOLLAGGIO DEGLI STRATI DI CARTONE
FIGURA 5.52: WIKKLE HOUSE

²⁹ Cfr: A. Rogora, "Carta e cartone in edilizia", cit., pag. 126.

WESTBOROUGH SCHOOL²⁹

La *Westborough School* è un edificio in cartone costruito nel 2002, destinato ad accogliere un dopo scuola ad Westcliff-on-Sea (Essex, sud Inghilterra). La struttura è a pianta rettangolare e misura 80 mq di superficie (fig. 5.53); è costituita prevalentemente da cartone, ad esclusione degli elementi portanti orizzontali che, per motivi di tipo normativo, sono stati realizzati in legno. In aggiunta, gli elementi puntiformi verticali in cartone, sono stati protetti da un film plastico che ne riduceva la variazione del tasso di umidità.

Nonostante apparentemente il fabbricato si presenti in una forma piuttosto canonica, riconducibile ad un parallelepipedo, è il risultato di attente riflessioni dei progettisti sulla tecnica di origami giapponese. Gli architetti infatti, come gli artisti giapponesi non hanno utilizzato pannelli di cartone orizzontali, bensì hanno creato delle piegature tra uno e l'altro, in modo da conferire maggiore resistenza alla struttura (fig. 5.55).

La necessità di avere più rigidità è scaturita dalle prove di carico fatte sugli elementi puntiformi, i quali hanno presentato deformazioni significative all'azione di carichi permanenti e accidentali. Visto il poco *background* in termini di comportamento degli elementi strutturali in cartone, i progettisti hanno deciso così di operare con ampi margini di sicurezza.

Anche i muri interni hanno assolto una funzione sostanziale nell'irrigidimento: prima della loro posa infatti, sono stati registrati evidenti movimenti tra capriate, pilastri e muri perimetrali.

Relativamente ai sistemi di connessione, non sono

state usate colle ma fissaggi di tipo meccanico; l'incollaggio infatti può ridurre la resistenza del cartone provocando uno sfaldamento delle spire.

Per finire, gli architetti hanno pensato anche di proteggere il cantiere durante le fasi costruttive; un edificio in cartone infatti, a differenza di altri tipi di costruzione, necessita di essere riparato dagli agenti atmosferici fino a che, una volta ultimato, sia in grado di farlo da solo.

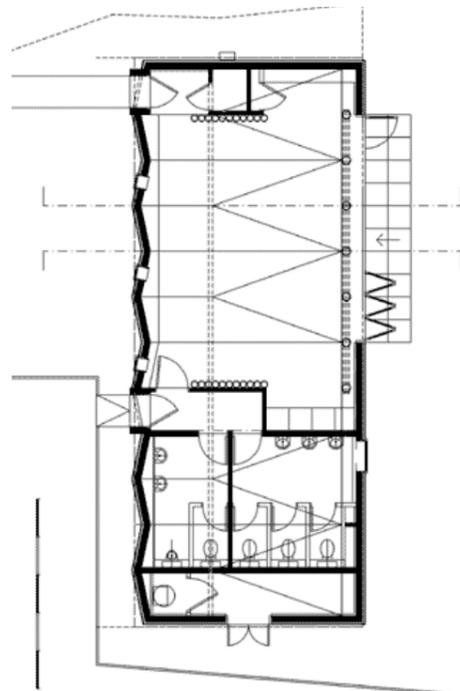


FIGURA 5.53: PIANTE DELLA WESTBOROUGH SCHOOL

From Box to Building

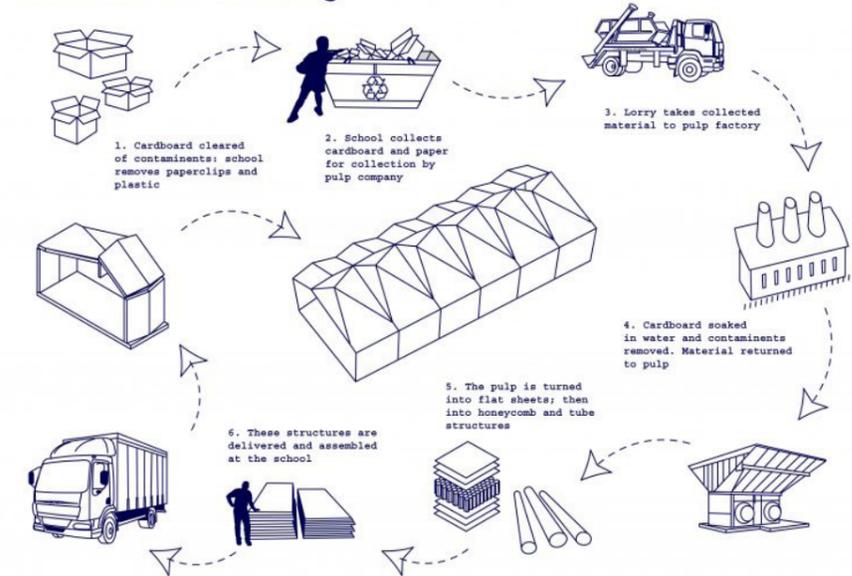


FIGURA 5.54: FASI DI REALIZZAZIONE DELLA WESTBOROUGH SCHOOL
FIGURA 5.55: WESTBOROUGH SCHOOL

IL PROGETTO

Nonostante non ci sia una normativa di riferimento che identifichi le strutture in cartone come sistema costruttivo valido in alternativa a quelli tradizionali in cemento armato, legno, acciaio, si può constatare che professionisti di diversi paesi, Italia compresa, hanno sperimentato l'applicazione di questo materiale in ambito architettonico. Molti tra i progetti riportati alle pagine precedenti sono stati la riprova che il suo uso in edilizia è più che possibile e che le applicazioni sono svariate. Se si facesse una classificazione degli esempi descritti si noterebbe che l'utilizzo del cartone, e quindi le caratteristiche ad esso legate (leggerezza, reperibilità, resistenza meccanica...), rappresentano le costanti, mentre le variabili dipendono da:

- **Funzione che esso ha assunto all'interno del progetto:** in alcuni casi ha rappresentato l'elemento portante, in altri quello di tamponamento, in altri ancora l'arredo;

- **Tecnologia di giunzione utilizzata:** incollaggio di più fogli, incastro, sistemi meccanici tramite l'ausilio di giunti in legno e acciaio, bottoni in plastica a pressione e cavi o corde.

Appurata la fattibilità di utilizzo del cartone in ambito architettonico, abbiamo pensato di sfruttare alcune delle sue proprietà per realizzare gli "Elementi Costituenti" dell'involucro (pannelli di chiusura, pavimentazione, costolatura), migliorandone le proprietà fisiche e diminuendo i loro costi di produzione. Si è scelto di partire col progettare due tipologie di pannellatura per i tamponamenti verticali e la copertura, costituite dallo stesso sistema ad intelaiatura lignea e fissaggio a ganci.

La prima versione, adatta alla funzione esterna del Box (pag. 148), è costituita da una serie di tubi a sezione cava di diametro 5 cm, realizzati in cartone riciclato trattato superficialmente per essere protetto dagli agenti atmosferici. I tubi sono tenuti insieme da due cosciali in legno su cui sono presenti quattro ganci (fig. 5.56). Questa configurazione del pannello permette allo stesso tempo di irrigidire la struttura e schermare la radiazione solare.

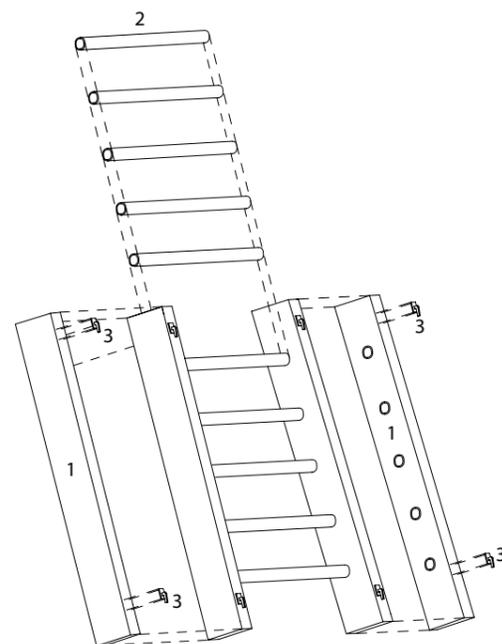


FIGURA 5.56: SPACCATO DI UN PANNELLO DI TAMPONAMENTO (VERSIONE APERTA)
1: TELAIO IN LEGNO
2: TUBI IN CARTONE RICICLATO
3: GANCI DI ANCORAGGIO

La seconda versione, studiata per il Box chiuso, prevede invece l'aggiunta di due ulteriori elementi in legno (uno superiore e uno inferiore) che vanno a completare l'intelaiatura e, grazie al loro profilo sagomato, consentono la connessione con gli altri pannelli. Il telaio così ottenuto contiene una serie di strati di cartone ondulato incollati tra loro che permettono di alleggerire il pannello, garantendo

allo stesso tempo un buon isolamento termico (fig. 5.57). Il numero di fogli da utilizzare dipende dalle prestazioni termiche che si vogliono ottenere, e quindi dal clima in cui installare il Box (pag. 178). I pannelli hanno dimensioni e quindi pesi differenti; è stato calcolato un valore medio di 18-20 Kg a pannello.

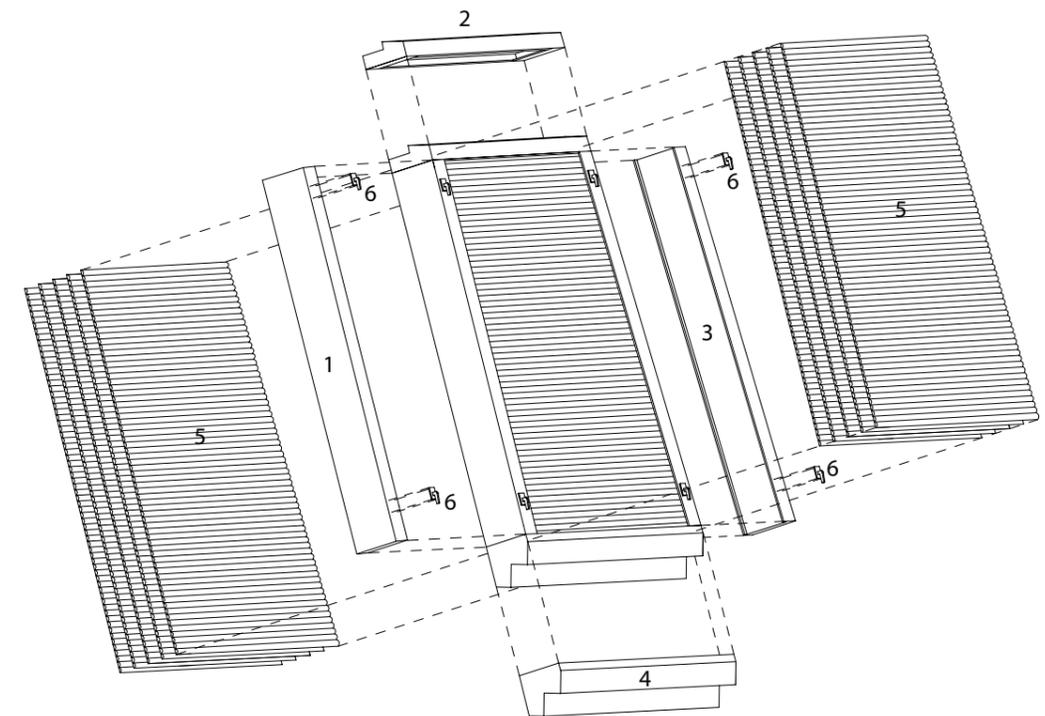


FIGURA 5.57: SPACCATO DI UN PANNELLO DI TAMPONAMENTO
1 - 4: TELAIO IN LEGNO
5: FOGLI IN CARTONE ONDULATO
6: GANCI DI ANCORAGGIO

Anche per il solaio e le costolature è possibile sfruttare i vantaggi che fornisce il cartone sviluppando un sistema *sandwich* all'interno del quale il materiale cartaceo rappresenta lo strato intermedio, protetto da un materiale di rivestimento. Il solaio è composto da un pannello in legno OBS resistente all'umidità sopra in quale si poggiano i fogli di cartone protetti sia inferiormente che superiormente da un da una membrana traspirante che impedisce all'acqua di entrare (fig. 5.58). Anche in questo caso il numero di fogli dipende dal clima del luogo in cui si deve intervenire. In ultimo si è prevista una pavimentazione in legno compensato che, oltre a rappresentare l'elemento di finitura, permette ai carichi puntuali di non incidere direttamente sul cartone, dissipandoli su una superficie più ampia. Il *sandwich* della costolatura invece si differenzia per il materiale di rivestimento in compensato marino. Questa tipologia di compensato, utilizzato per lo scafo delle imbarcazioni, abbina buone caratteristiche fisiche ad un altrettanto buona resistenza all'acqua, proprietà che ci ha permesso di mantenere una certa leggerezza dell'elemento strutturale e allo stesso tempo l'immunità dagli agenti atmosferici (fig. 5.59). Le costole hanno uno spessore di 10 cm (1,5 compensato + 7 cartone + 1,5 compensato), ma anch'esse hanno dimensioni e peso differenti; è stato calcolato un peso medio di 35 Kg circa per le componenti verticali, e 25 Kg per quelli orizzontali di copertura. Da precisare infine che per esigenze strutturali le travi inferiori della costolatura sono state realizzate interamente in legno e quindi risultano essere più pesanti (55 Kg ciascuna circa); nonostante ciò questo non ha

comportato molti problemi dal punto di vista costruttivo in quanto esse non devono essere montate a quote elevate, e quindi sono più semplici da movimentare. In ultimo, ma non meno importante, la superficie della costolatura presenta delle asole di dimensioni 3x10 cm, studiate per il passaggio dei fili elettrici.

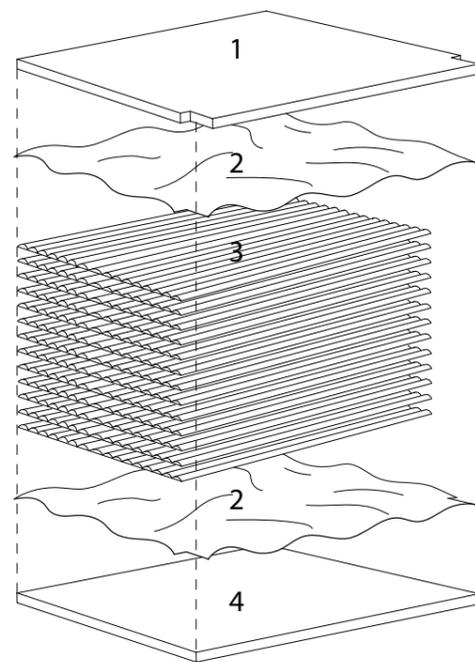


FIGURA 5.58: SPACCATO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO
 1: FINITURA IN LEGNO COMPENSATO
 2: MEMBRANA IMPERMEABILE E TRASPIRANTE
 3: FOGLI IN CARTONE ONDULATO
 4: SUPPORTO IN LEGNO OBS

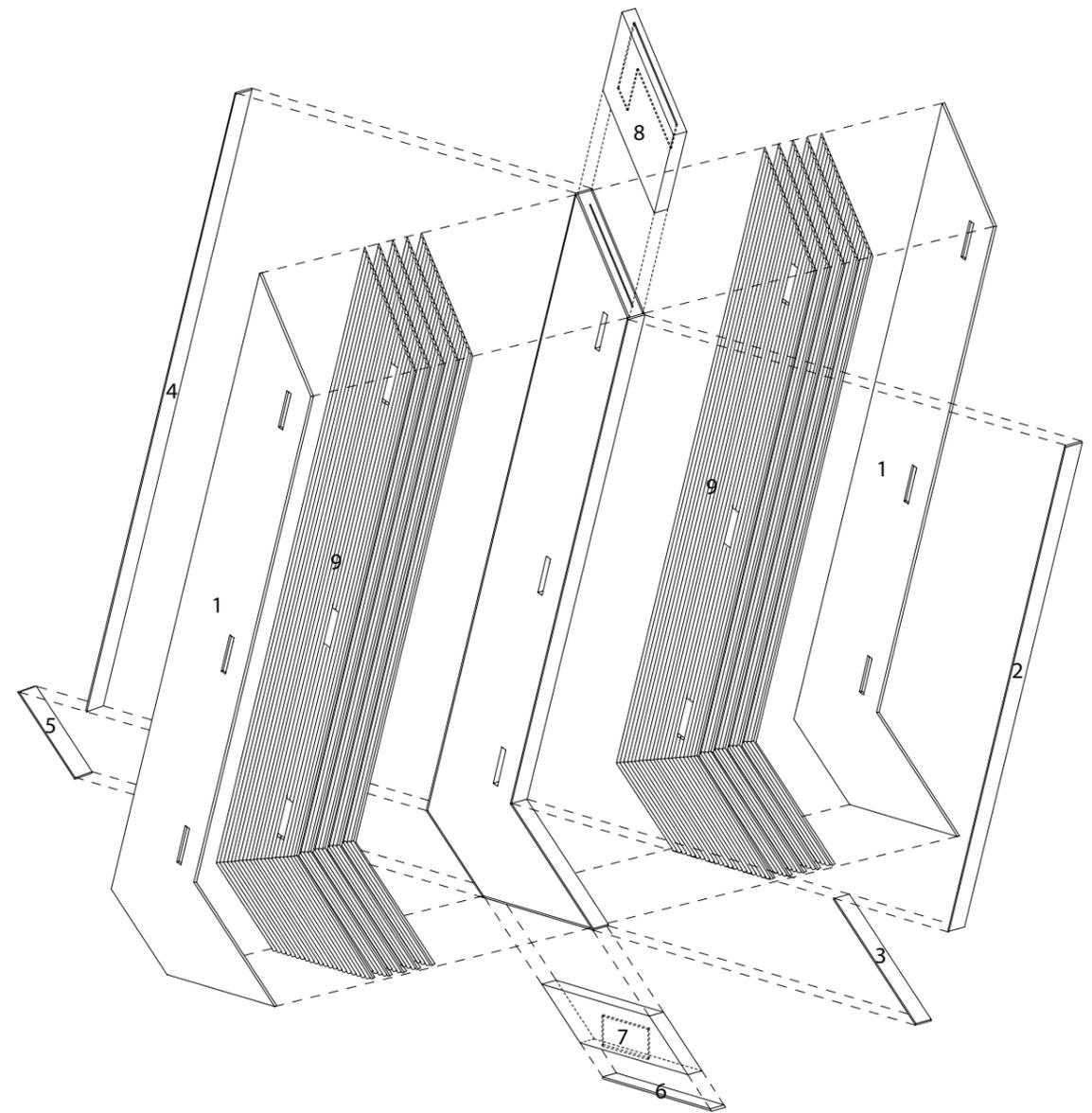


FIGURA 5.59: SPACCATO DI UN ELEMENTO PORTANTE VERTICALE DELLA COSTOLATURA
 1-6: RIVESTIMENTO IN COMPENSATO
 7-8: RINFORZO IN LEGNO PER CONNESSIONI
 9: FOGLI IN CARTONE ONDULATO

FLESSIBILITÀ/ADATTABILITÀ

LE DUE VERSIONI DEL BOX

In molti modi possono essere intesi i concetti di flessibilità o adattabilità, e non sempre le due caratteristiche coincidono. Nel nostro caso specifico invece questo è accaduto in quanto si è associata la flessibilità alla capacità di un progetto appunto di adattarsi, sia a diverse situazioni climatiche che allo svolgimento di più funzioni, senza subire modifiche particolari dei suoi elementi principali. Tale peculiarità è dimostrata nelle figure 5.59 e 5.60 che illustrano due versioni differenti dello stesso

Box, una chiusa pensata per i climi freddi e una aperta per i climi caldi o comunque adatta alle stagioni estive. Entrambe le configurazioni presentano volutamente un'immagine architettonica simile in quanto gli elementi portanti e quelli di accesso rimangono gli stessi, mentre sono differenti le tipologie di pannellatura utilizzata per irrigidire la costolatura (entrambe descritte nel capitolo precedente). Inoltre, a dimostrazione delle diverse possibilità di utilizzo dello stesso spazio, si è

pensato a più attività di tipo collettivo, da svolgere nel tempo libero, che potessero riattivare la vita sociale tra persone di tutte le età. Ogni versione del box presenta delle varianti nei suoi utilizzi:

Versione chiusa: saletta lettura, laboratorio d'arte, sala prove musicali, sala proiezioni.

Versione aperta: *playhouse*, cinema all'aperto, stand espositivo, stand per spettacoli.

Ognuna di queste destinazioni è stata scelta in funzione dello spazio e della tipologia di arredamento necessaria al suo esercizio (adattabile ad una superficie di 20 mq) e prevede l'ausilio di arredi diversi per ognuna delle funzioni (sedie, tavoli, pannelli fonoisolanti, tele da disegno, proiettore, tende, pannelli per esposizioni, giochi...).

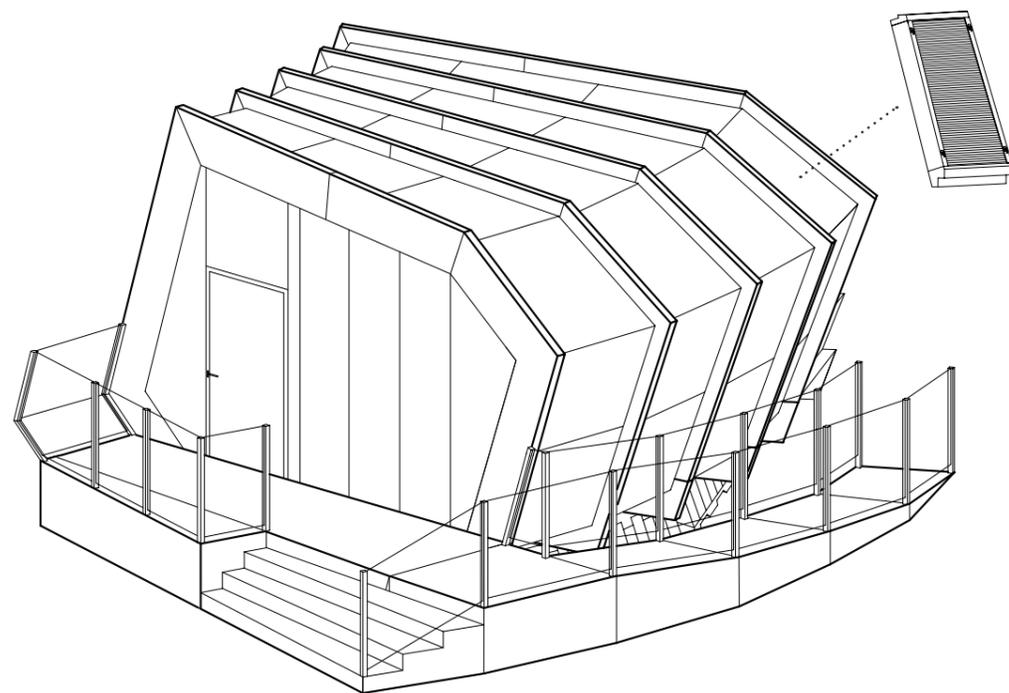


FIGURA 5.60: MODELLO ASSONOMETRICO DEL BOX CHIUSO

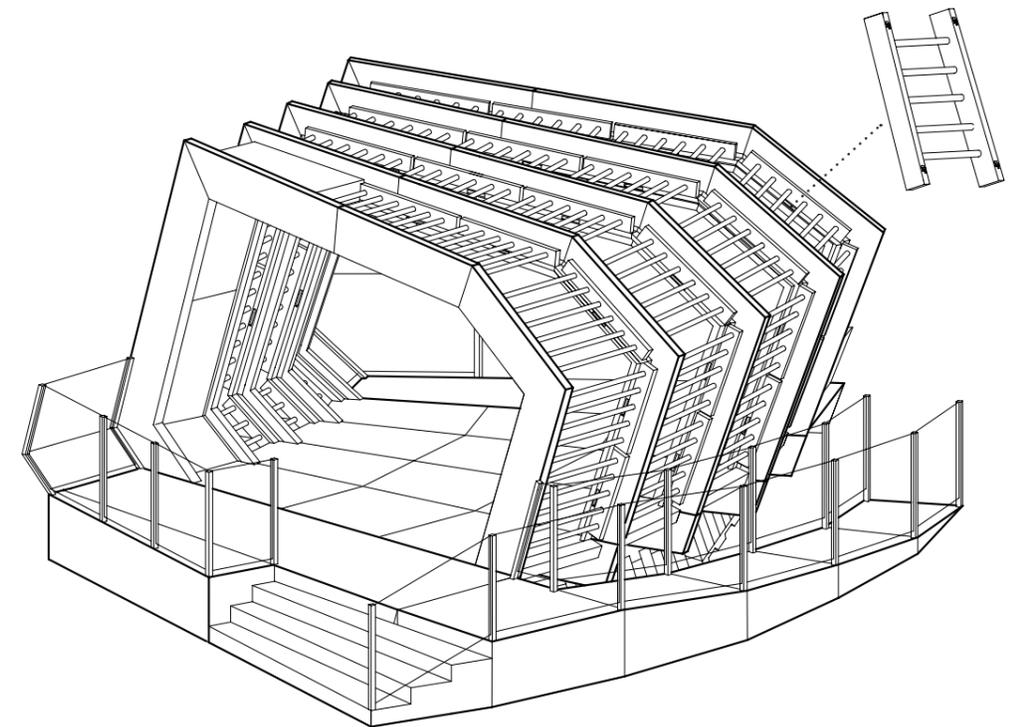


FIGURA 5.61: MODELLO ASSONOMETRICO DEL BOX APERTO

SALETTA LETTURA

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando sulla parete concava la scaffalatura con tutti i libri consultabili, al centro della sala le postazioni multiple su tavoli e sulla parete convessa le postazioni di lettura singola.

Installazioni: scaffali, sedie, tavoli e apparecchi

d'illuminazione (fig. 5.62).

Esigenza principale: illuminazione.

Sono stati installati dei faretti regolabili verso lo scaffale e le postazioni singole di lettura, e delle lampade a sospensione per avere l'illuminazione dall'alto verso i tavoli.



FIGURA 5.62: INSTALLAZIONI PER LA SALA LETTURA
1: SEDIA IN CARTONE ONDULATO 2: TAVOLO IN CARTONE ONDULATO 3: SCAFFALE IN LEGNO
4: FARETTI REGOLABILI 5: PANCHETTA PER POSTAZIONE DI LETTURA SINGOLA
6: LAMPADA A SOSPENSIONE

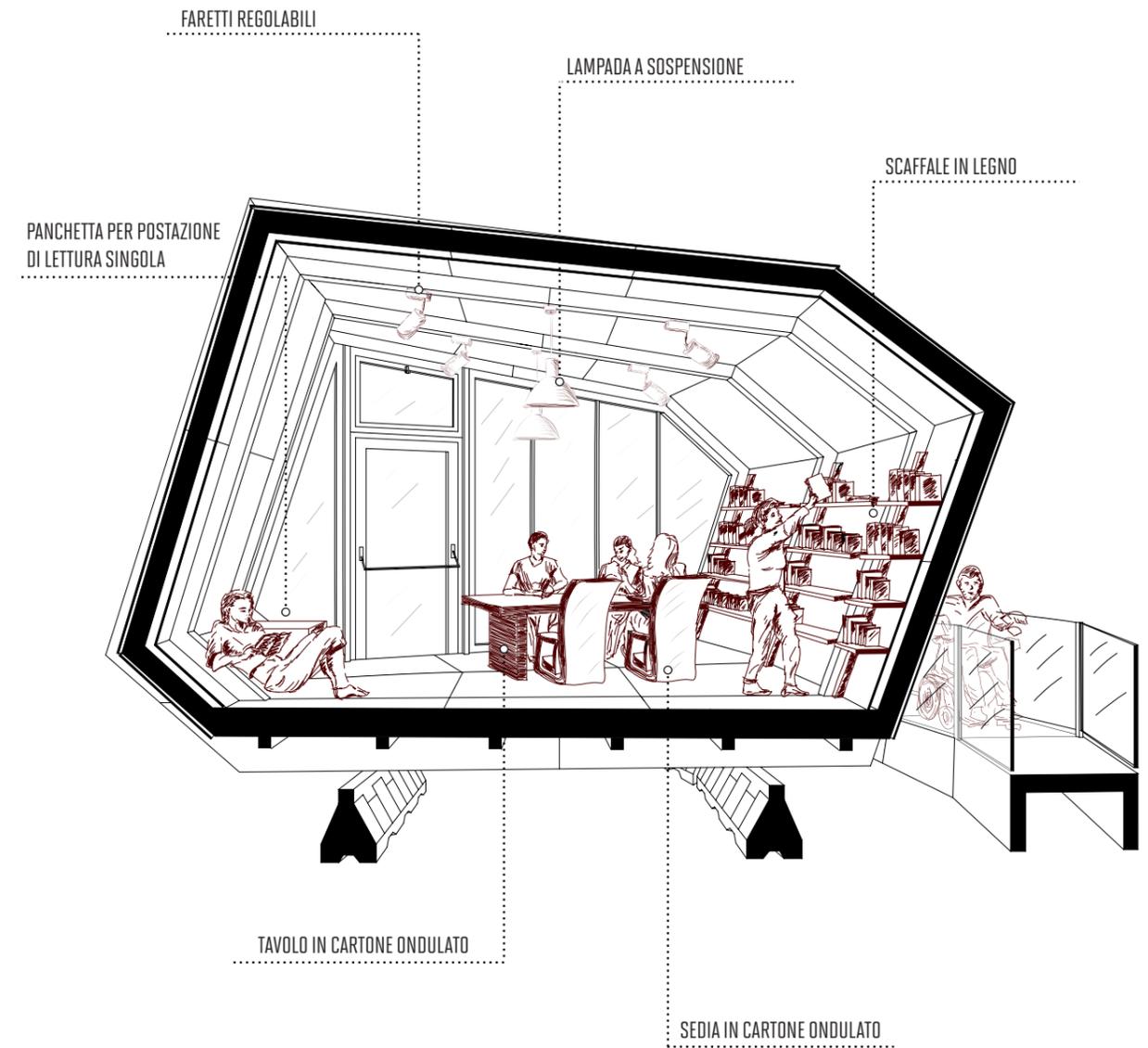


FIGURA 5.63: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX
ARREDATO COME SALA LETTURA

LABORATORIO D'ARTE

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando sulla parete concava le postazioni fisse per il disegno, al centro della sala i pannelli mobili fissati in alto sulle costolature, mentre sulla parete convessa i pannelli espositori.

Installazioni: pannelli mobili per disegno, tele per

disegno con supporti, pannelli per esposizioni, apparecchi d'illuminazione (fig. 5.64).

Esigenza principale: illuminazione.

Sono stati installati dei faretti regolabili per illuminare i piani di lavoro.

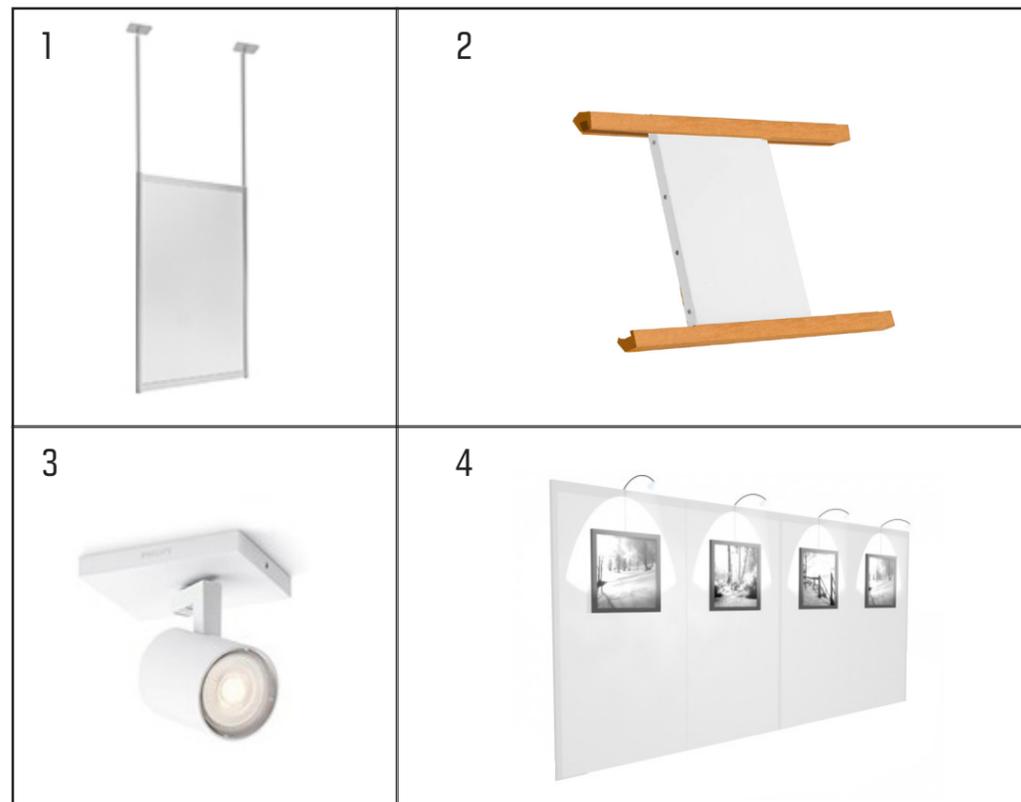


FIGURA 5.64: INSTALLAZIONI PER IL LABORATORIO D'ARTE
1: PANNELLI MOBILI PER DISEGNO 2: TELE PER DISEGNO CON SUPPORTI
3: FARETTI REGOLABILI 4: PANNELLI PER ESPOSIZIONI

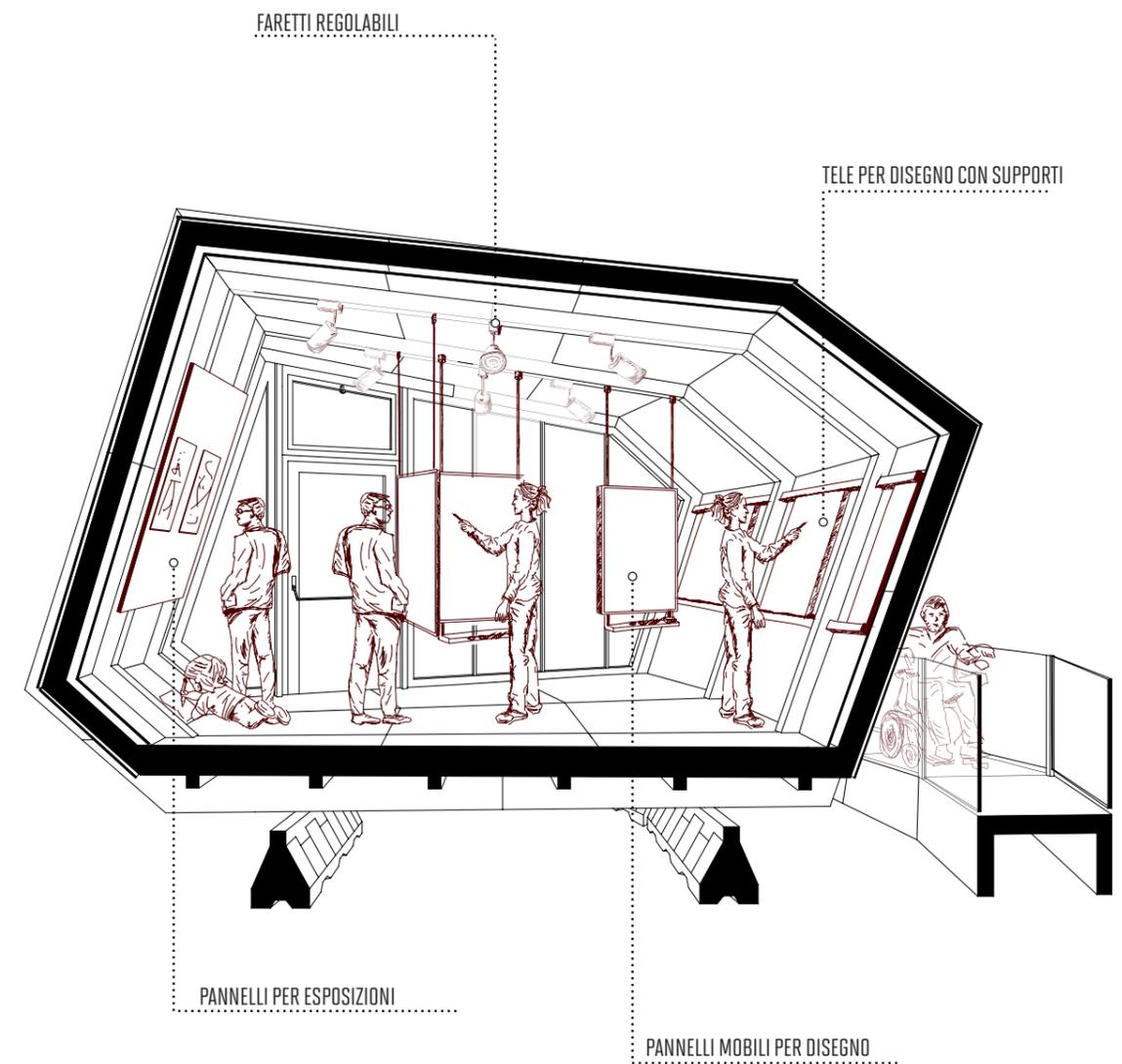


FIGURA 5.65: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX
ARREDATO COME LABORATORIO D'ARTE

SALA PROVE MUSICALI

Disposizione planimetrica: si configura come uno spazio unico vuoto, all'interno del quale si possono portare gli strumenti musicali.

Installazioni: tubi fonoisolanti in cartone, pannelli fonoisolanti in cartone sospesi, lampade a sospensione (fig. 5.66).

Esigenza principale: insonorizzazione.

L'installazione degli insonorizzatori è necessaria per mantenere un livello di confort acustico adeguato. I pannelli sospesi in cartone sono fissati sulla costolatura tramite dei tiranti, mentre i tubolari in cartone sono stati posizionati lungo tutto il perimetro delle superfici opache.

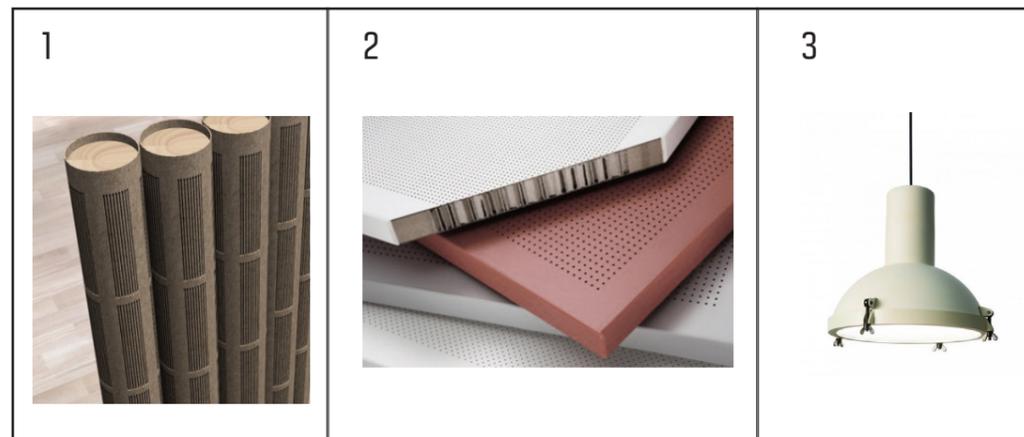


FIGURA 5.66: INSTALLAZIONI PER LA SALA PROVE MUSICALI
1: TUBI FONDISOLANTI IN CARTONE 2: ACOUSTIC LIGHTBOARD RICHTER FURNIERTECHNIK
3: LAMPADA A SOSPENSIONE

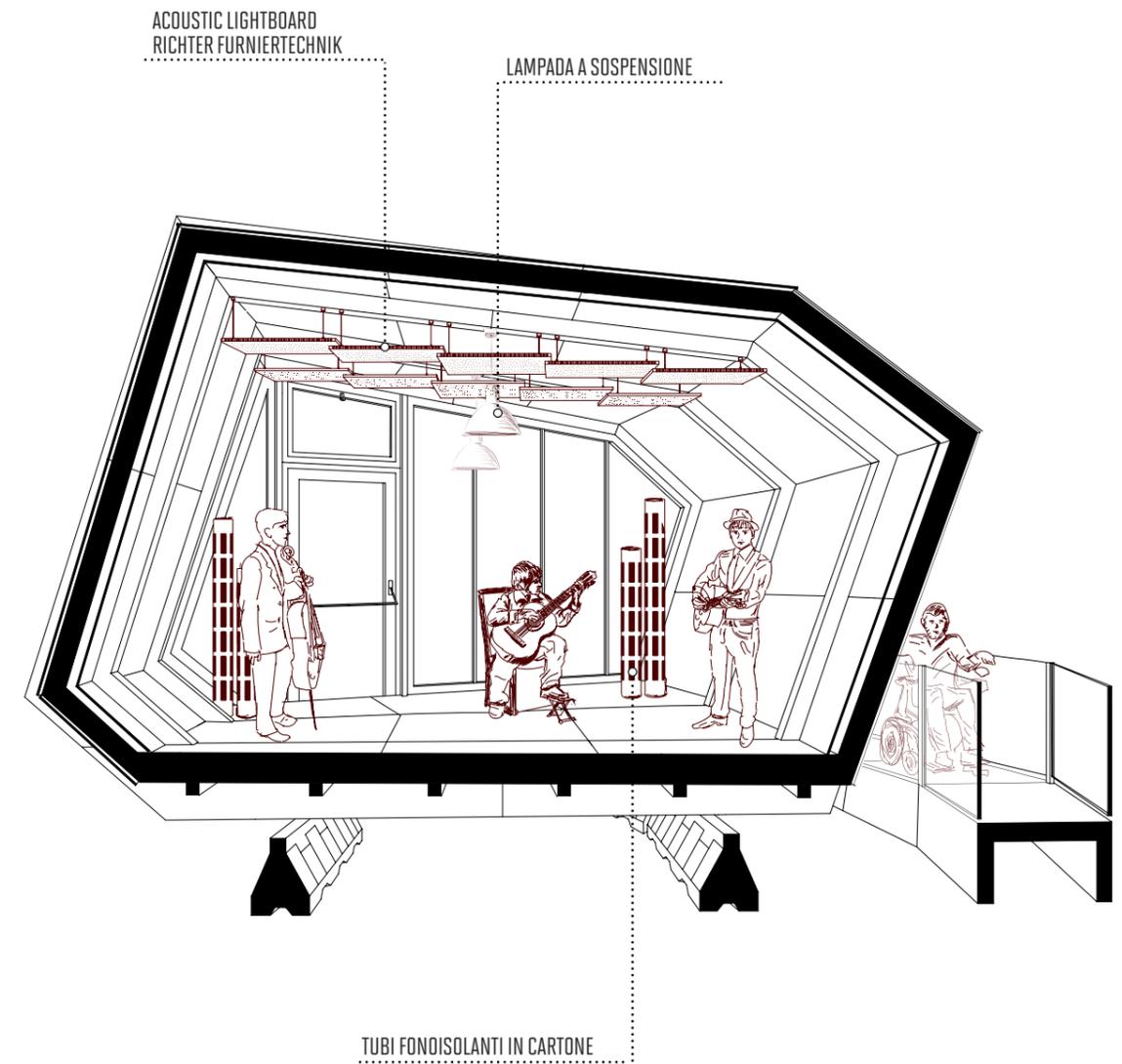


FIGURA 5.67: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX
ARREDATO COME SALA PROVE MUSICALI

SALA PROIEZIONI

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando i posti a sedere verso il lato concavo, ad una certa distanza dallo schermo, disposto di fronte, su cui viene proiettato il video.

Installazioni: tubi fonoisolanti in cartone, pannelli fonoisolanti in cartone sospesi, lampade a sospensione, videoproiettore, schermo per videoproiezione, tende oscuranti, sedie in cartone

ondulato, panche fisse (fig. 5.68).

Esigenza principale: isolamento acustico, luce ridotta.

L'insonorizzazione è stata risolta in modo analogo alla sala prove musicali, anche se con un numero minore di apparecchiature. Attraverso una tenda oscurante, fissata tramite bottoni a pressione, viene ridotta la quantità di illuminazione interna.

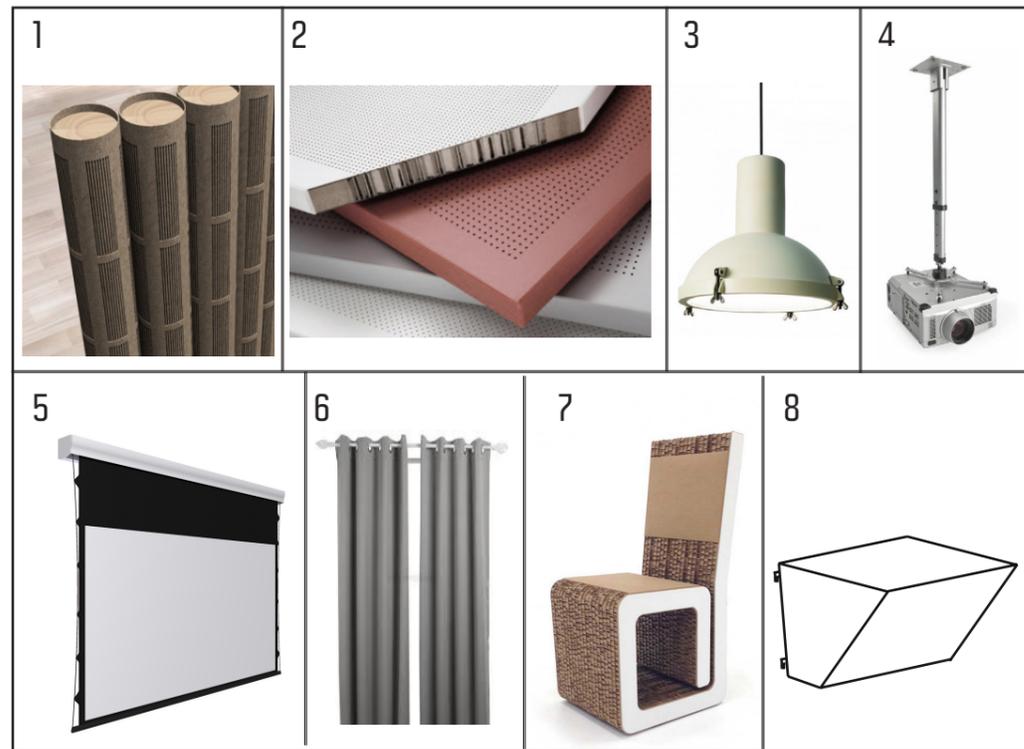


FIGURA 5.68: INSTALLAZIONI PER LA SALA PROIEZIONE
 1: TUBI FONOSOLANTI IN CARTONE 2: ACOUSTIC LIGHTBOARD RICHTER FURNIERTECHNIK
 3: LAMPADA A SOSPENSIONE 4: VIDEOPROIETTORE 5: SCHERMO PER VIDEOPROIEZIONE
 6: TENDE OSCURANTI 7: SEDIE IN CARTONE ONDULATO 8: PANCHE FISSE

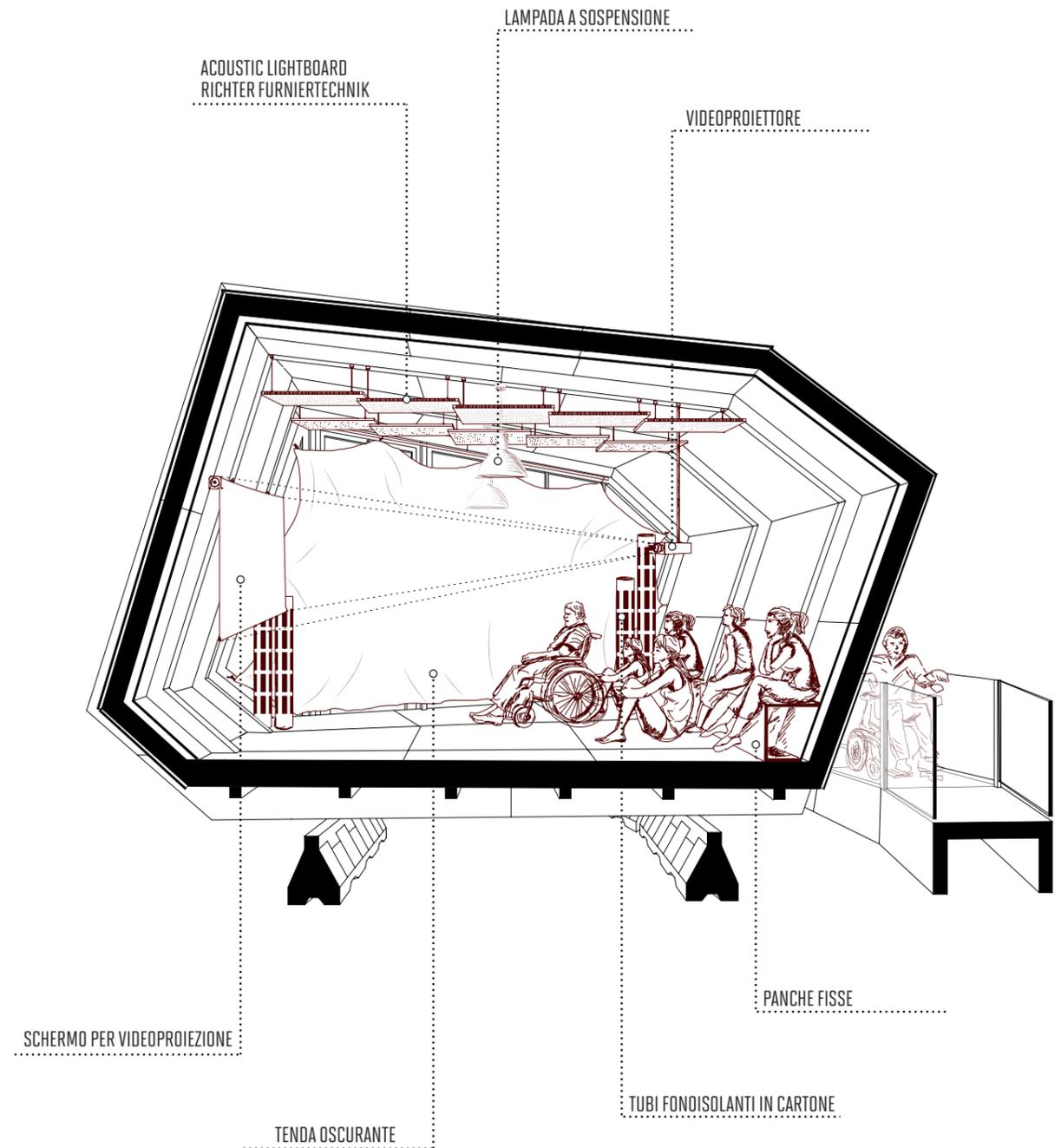


FIGURA 5.69: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX ARREDATO COME SALA PROIEZIONI

STAND ESPOSITIVO

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando i pannelli in modo da creare un percorso espositivo.

Installazioni: pannelli espositivi fissi, pannelli espositivi mobili, faretti regolabili (fig. 5.70).

Esigenza principale: illuminazione.

La versione aperta del Box consente di schermare la radiazione solare in modo da usufruire dell'illuminazione naturale senza avere abbagliamento. Grazie all'installazione di faretti regolabili è possibile fruire dello spazio anche la sera.

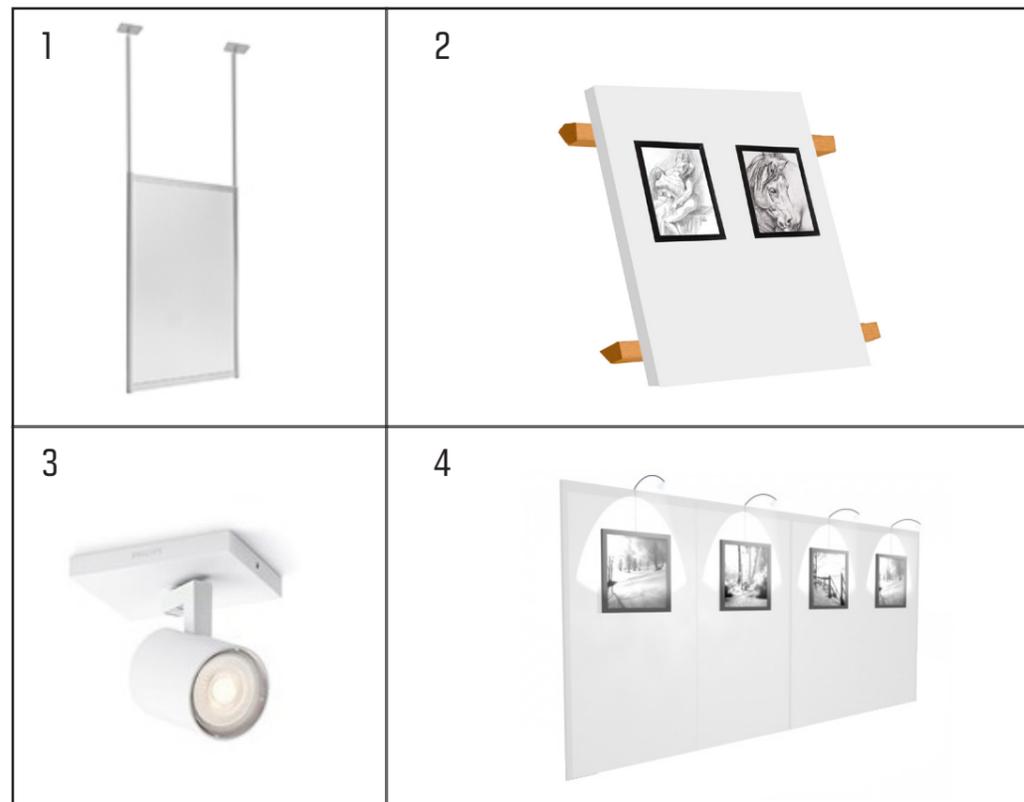


FIGURA 5.70: INSTALLAZIONI PER LO STAND ESPOSITIVO
 1: PANNELLI ESPOSITIVI MOBILI 2: PANNELLI ESPOSITIVI FISSI TIPO 1
 3: FARETTI REGOLABILI 4: PANNELLI ESPOSITIVI FISSI TIPO 2

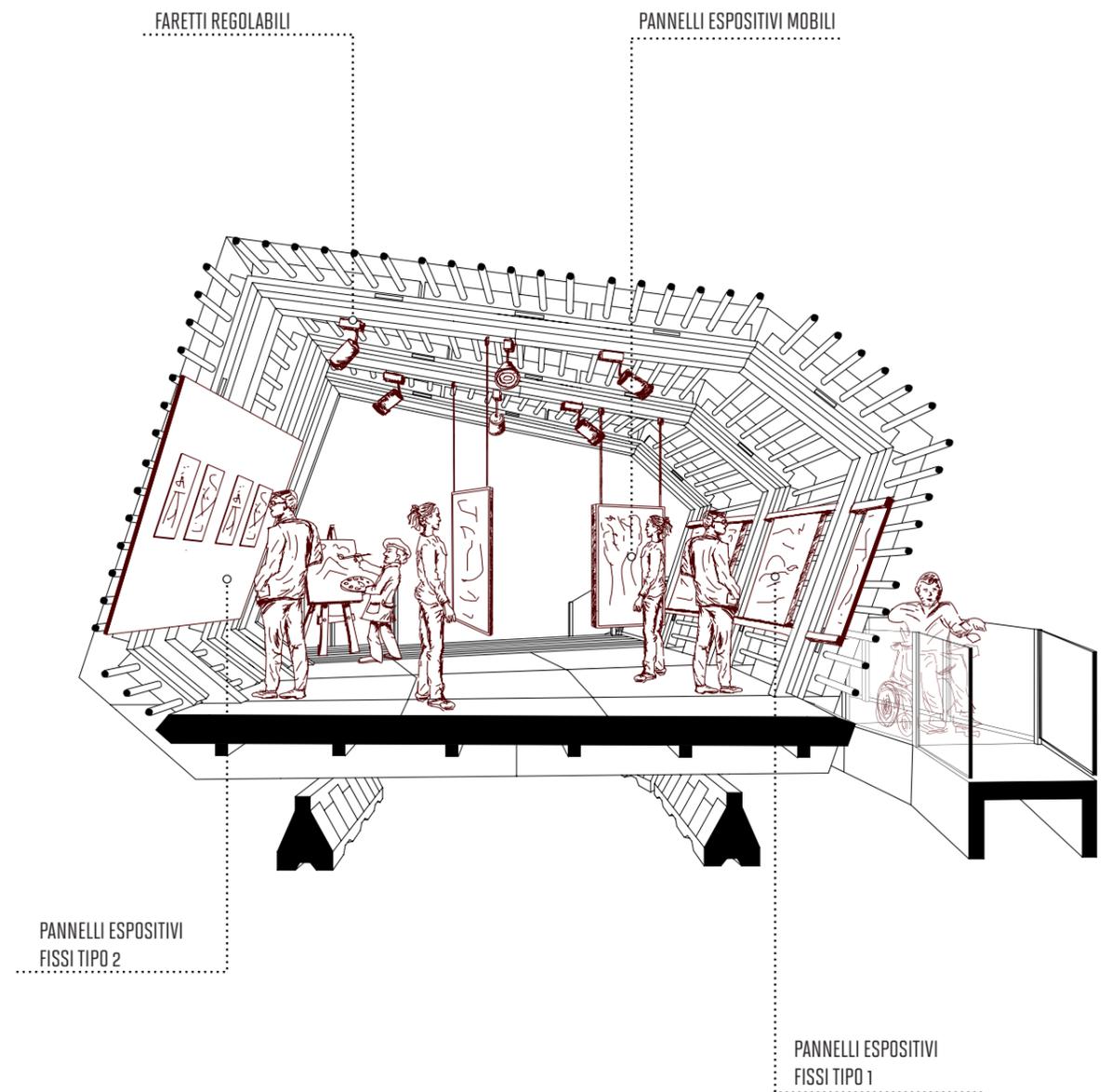


FIGURA 5.71: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX ARREDATO COME STAND ESPOSITIVO

STAND PER SPETTACOLI

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando sul lato concavo i posti a sedere disposti a platea, mentre di fronte uno spazio per l'artista che si esibisce.

Installazioni: sedie in cartone ondulato, panche fisse, faretto regolabile (fig. 5.72).

Esigenza principale: illuminazione.

L'installazione dei faretto regolabile permette di poter godere degli spettacoli anche nelle ore serali illuminando nella maniera adeguata l'area dell'artista che si esibisce.

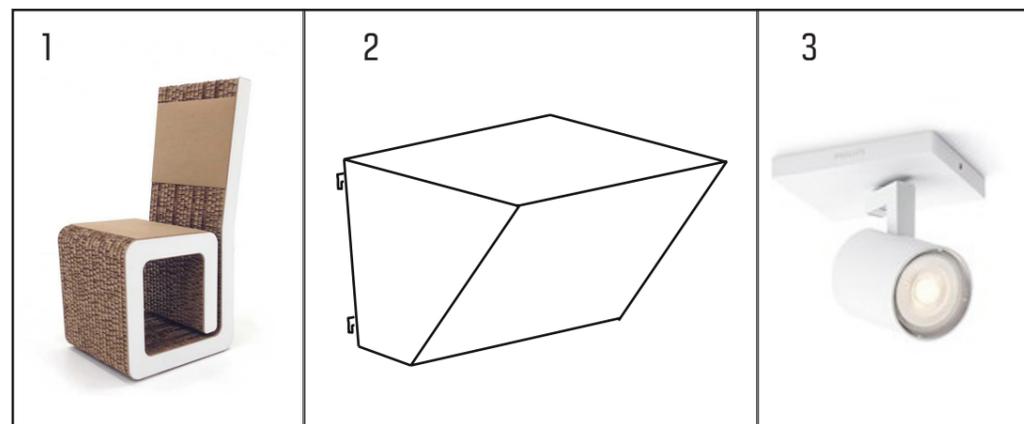


FIGURA 5.72: INSTALLAZIONI PER LO STAND PER SPETTACOLI
1: SEDIE IN CARTONE ONDULATO 2: PANCHE FISSE 3: FARETTI REGOLABILI

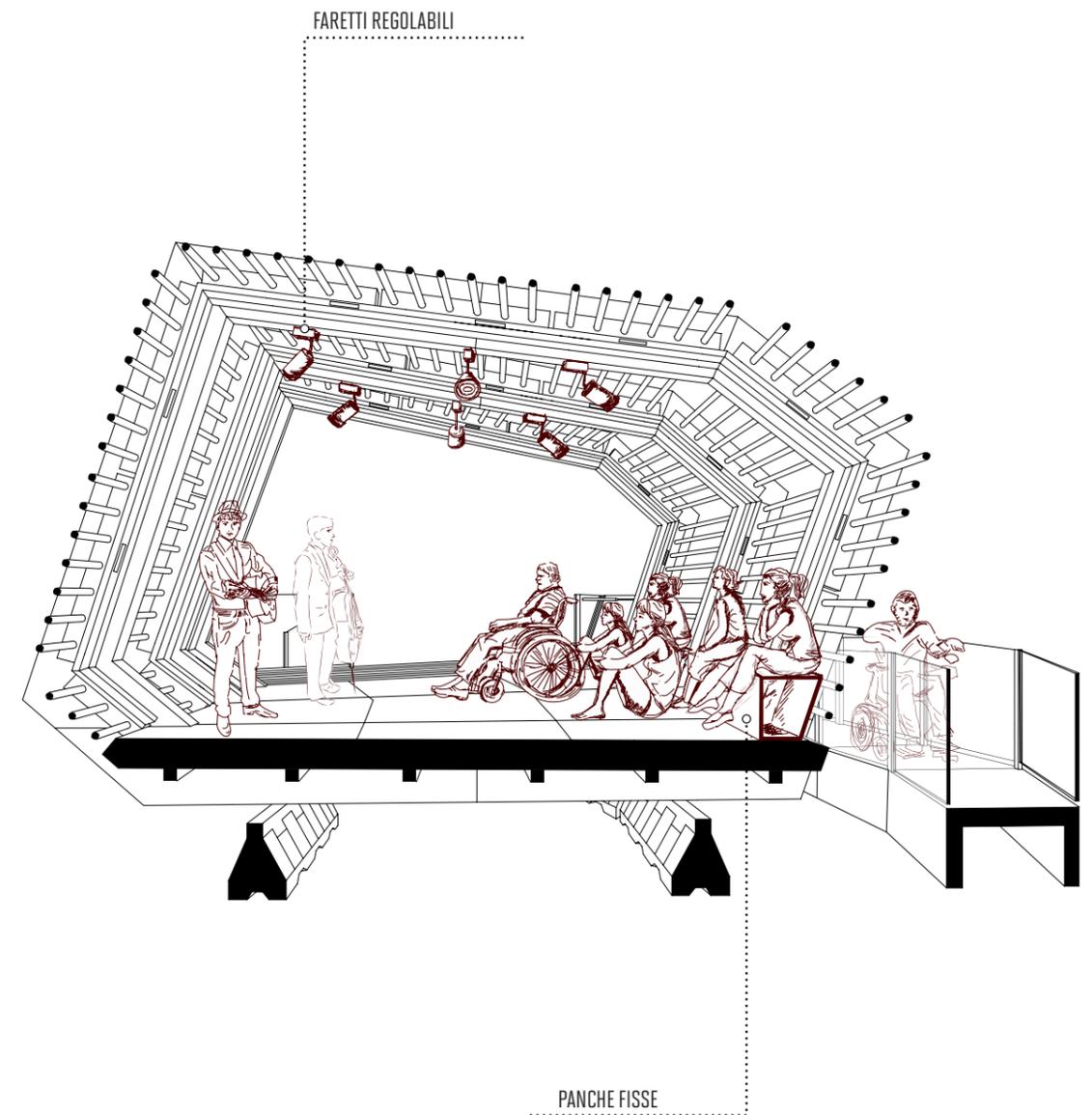


FIGURA 5.73: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX
ARREDATO COME STAND PER SPETTACOLI

CINEMA ALL'APERTO

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato posizionando sul lato concavo i posti a sedere disposti a platea, mentre di fronte lo schermo su cui proiettare i video.

Installazioni: sedie in cartone ondulato, panche fisse, faretti regolabili, videoproiettore, schermo per videoproiezioni (fig. 5.74).

Esigenza principale: luce ridotta.

Essendo un'attività da svolgere all'aperto, le proiezioni devono essere prevalentemente serali, quando la poca luce permette la visibilità sullo schermo. I faretti sono stati previsti nel caso in cui si voglia comunque mantenere il Box illuminato.

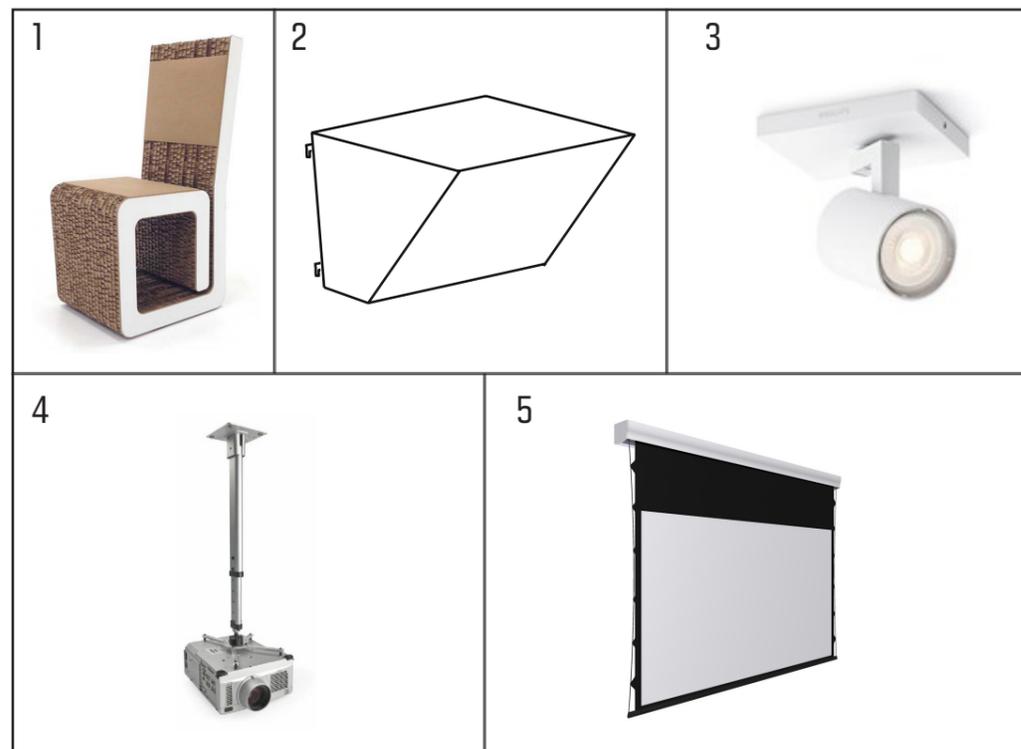


FIGURA 5.74: INSTALLAZIONI PER IL CINEMA ALL'APERTO
1: SEDIE IN CARTONE ONDULATO 2: PANCHE FISSE 3: FARETTI REGOLABILI
4: VIDEOPROIETTORE 5: SCHERMO PER VIDEOPROIEZIONE

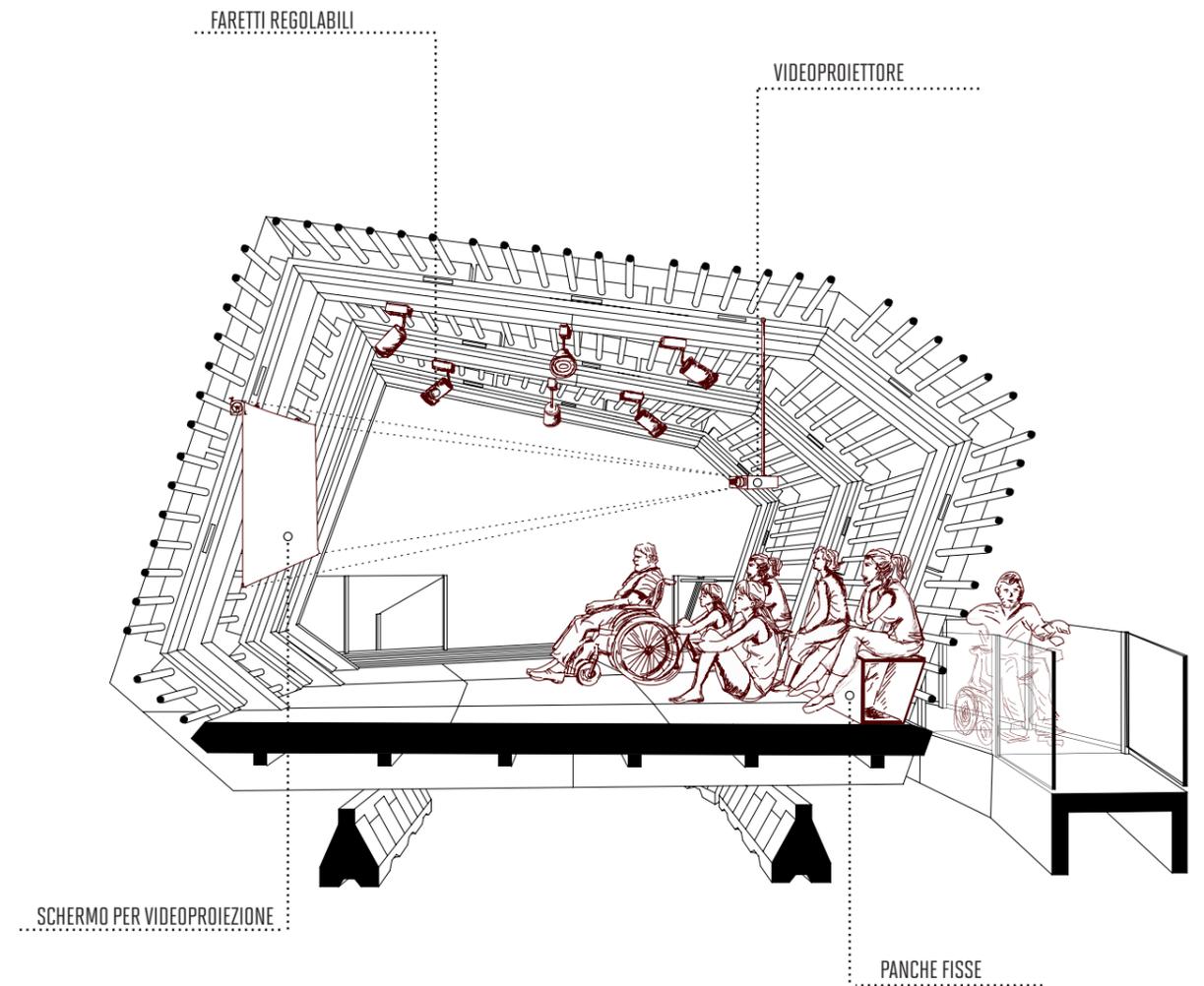


FIGURA 5.75: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX ARREDATO COME CINEMA ALL'APERTO

PLAYHOUSE

Disposizione planimetrica: lo spazio è stato ordinato rendendo l'interno del Box fruibile come palestra, mentre tutta l'area circostante è stata dedicata ai giochi come l'arrampicata, basket, calcio...

Installazioni: corda, anelli, pali, faretti regolabili, rete per arrampicata, pannelli per arrampicata, pannelli per calcio, pannelli con canestro (fig. 5.76).

Esigenza principale: spazio esterno.

I pannelli per il calcio e basket sono stati pensati con lo stesso sistema di aggancio dei pannelli perimetrali e quindi possono sostituirli quando si vuole usare il Box per i giochi.

I restanti giochi invece sono fissati direttamente sulla costolatura.

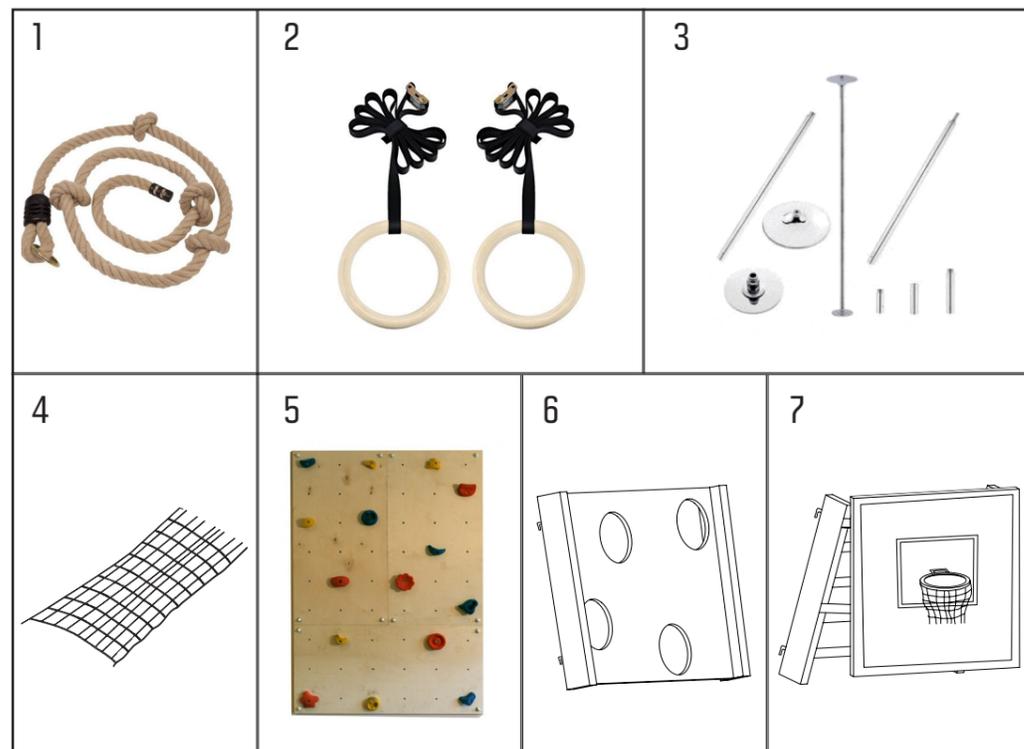


FIGURA 5.76: INSTALLAZIONI PER LA PLAYHOUSE
1: CORDA 2: ANELLI 3: PALO 4: RETE PER ARRAMPICATA 5: PANNELLO PER ARRAMPICATA
6: PANNELLO PER CALCIO 7: PANNELLO CON CANESTRO

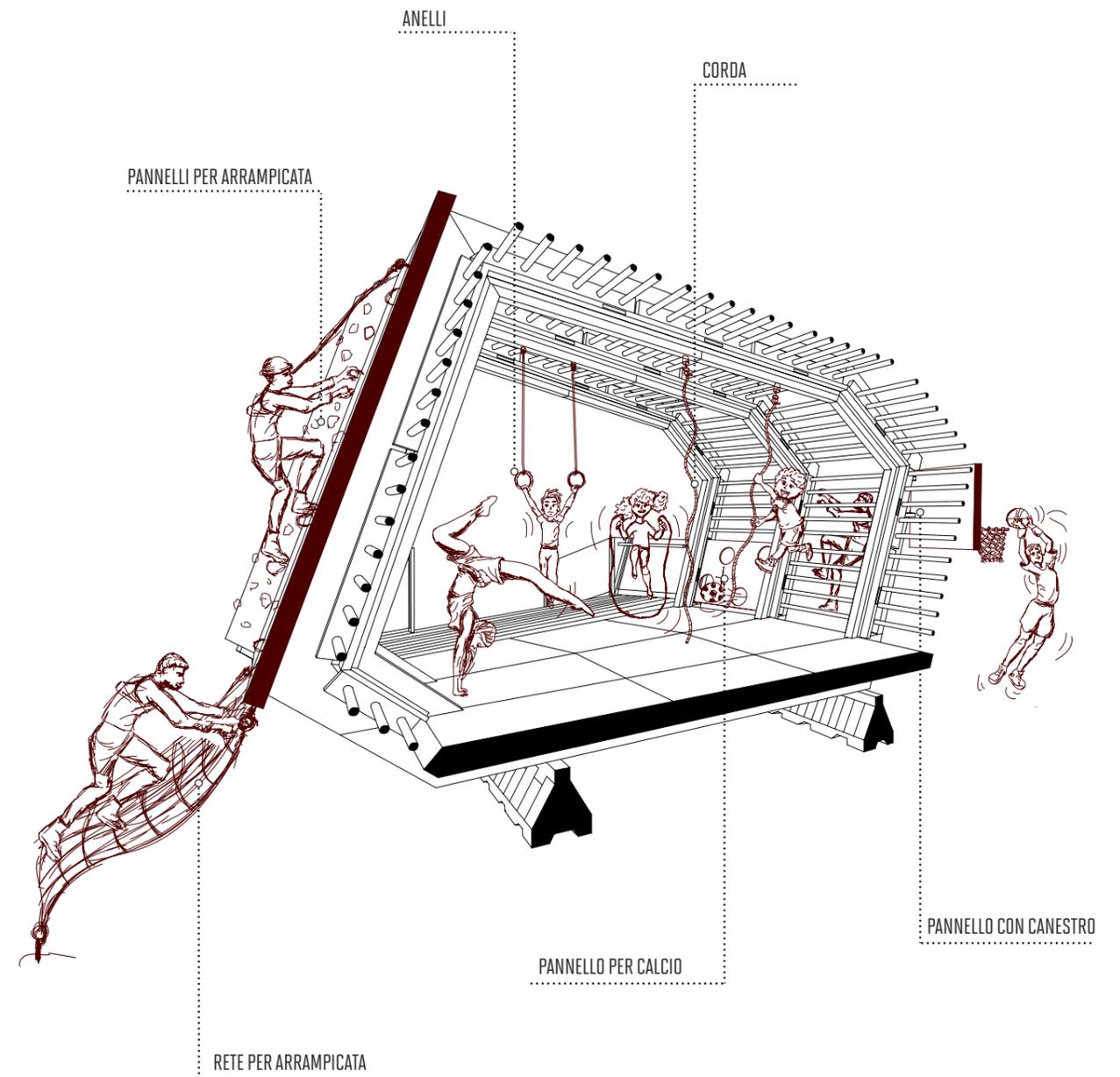


FIGURA 5.77: SEZIONE PROSPETTICA DEL BOX ARREDATO COME PLAYHOUSE

REPLICABILITÀ/AMPLIABILITÀ

Definite quelle che sono le possibili funzioni che si possono svolgere all'interno del singolo Box, è risultato più semplice immaginare come queste potessero aggregarsi e comunicare tra loro in un singolo fabbricato più grande.

Per spiegare meglio com'è nato il concetto di aggregazione si può ritornare alla forma del cerchio il quale, attraverso la sua geometria perfetta, rappresenta l'unione e la comunità. Il complesso aggregato, attraverso la sua pianta semi-circolare, è stato concepito proprio per portare alla luce questo significato, in quanto nasce come polo polifunzionale all'interno del quale l'aspetto sociale doveva essere quello prevalente.

L'edificio ha una superficie di 100 mq ed è composto dall'unione di cinque moduli THE FAN°, a cui si aggiungono i due blocchi bagni di 14 mq ciascuno, per un totale di 128 mq (fig. 5.78). L'accostamento di ognuno di questi moduli genera una sorta di anfiteatro, costituito da una serie di stanze all'interno delle quali viene svolta una funzione differente e degli spazi comuni di filtro agli ambienti interni, creati dall'accoppiamento dei pianerottoli. Quest'ultimi sono stati sfruttati per l'inserimento dei due blocchi bagni e degli ingressi principali. Lo spazio centrale che si viene a creare invece, ha forma circolare e rappresenta la piazza del progetto e il punto di incontro tra le persone che svolgono le attività. Questa non si configura come spazio chiuso, bensì convoglia verso se il flusso di persone attraverso i due accessi principali del fabbricato e ad un'apertura lungo il suo perimetro, lasciata volutamente come simbolo di accoglienza (fig. 5.79).

Dal momento che non esiste un vero e proprio sito

di riferimento su cui costruire, non si è pensato ad un orientamento definito ma si ha la possibilità di realizzare l'edificio orientandolo a seconda delle esigenze.

Sia da un punto di vista compositivo che strutturale, l'aggregazione non comporta modifiche a quella che è la composizione del singolo modulo in quanto la struttura portante a costolatura e la tipologia di fondazioni, possono essere replicati in sequenza come se la forma finale fosse una continuazione dello stesso Box. Questo fattore è stato studiato in modo tale da poter fare a meno di giunti e raddoppiamenti della struttura portante nei punti di aggancio, dando ancora importanza alla semplicità costruttiva anche per la versione aggregata.

LEGENDA:

 BLOCCHI FUNZIONI - 20 MQ x 5 = 100 MQ

 BLOCCHI ACCESSI

 BLOCCHI BAGNI - 14 MQ x 2 = 28 MQ

 PIAZZA

 FLUSSI PEDONALI

TOT 128 MQ

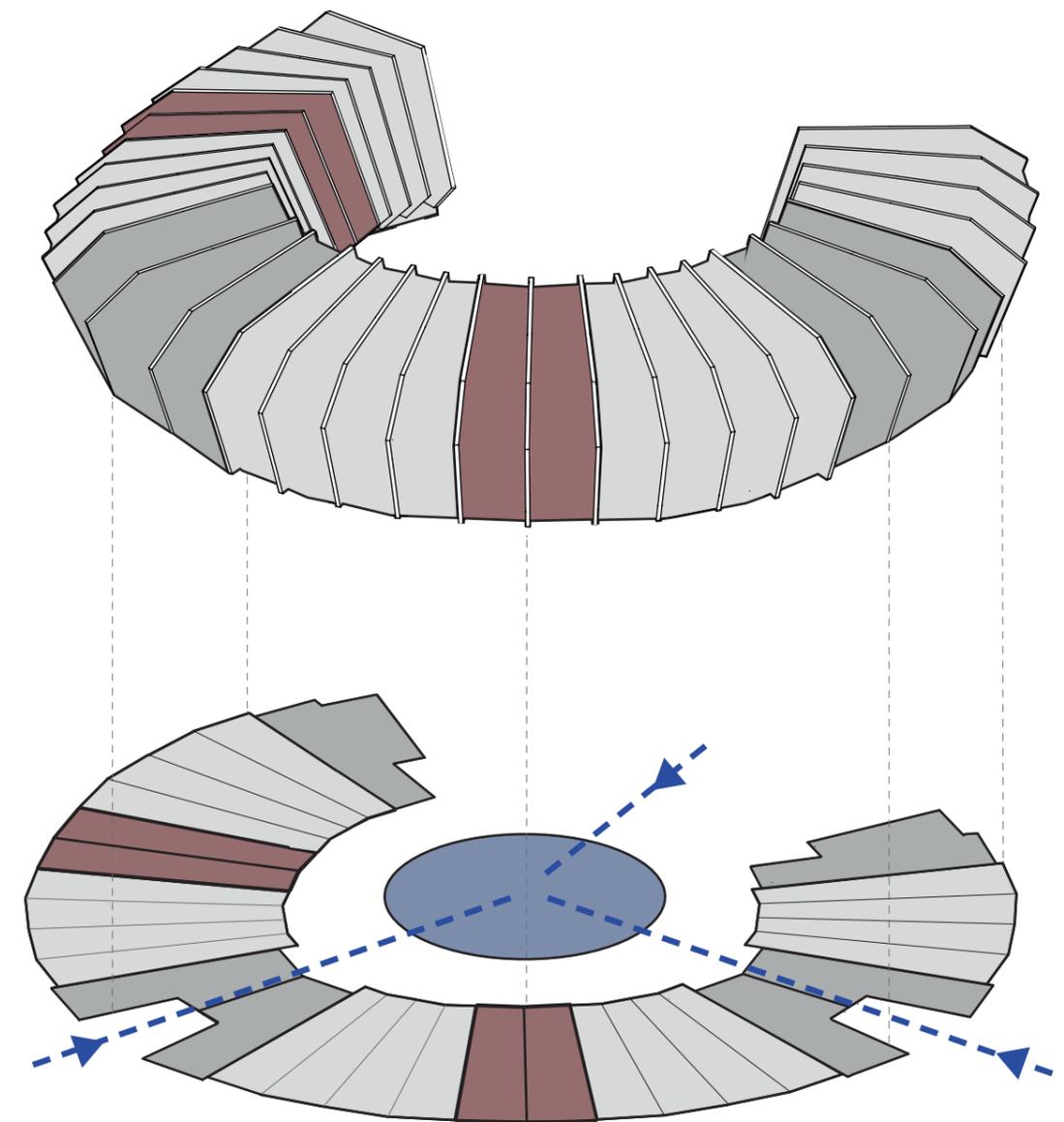


FIGURA 5.78: CONCEPT DELLA SUDDIVISIONE FUNZIONALE DEI BOX AGGREGATI

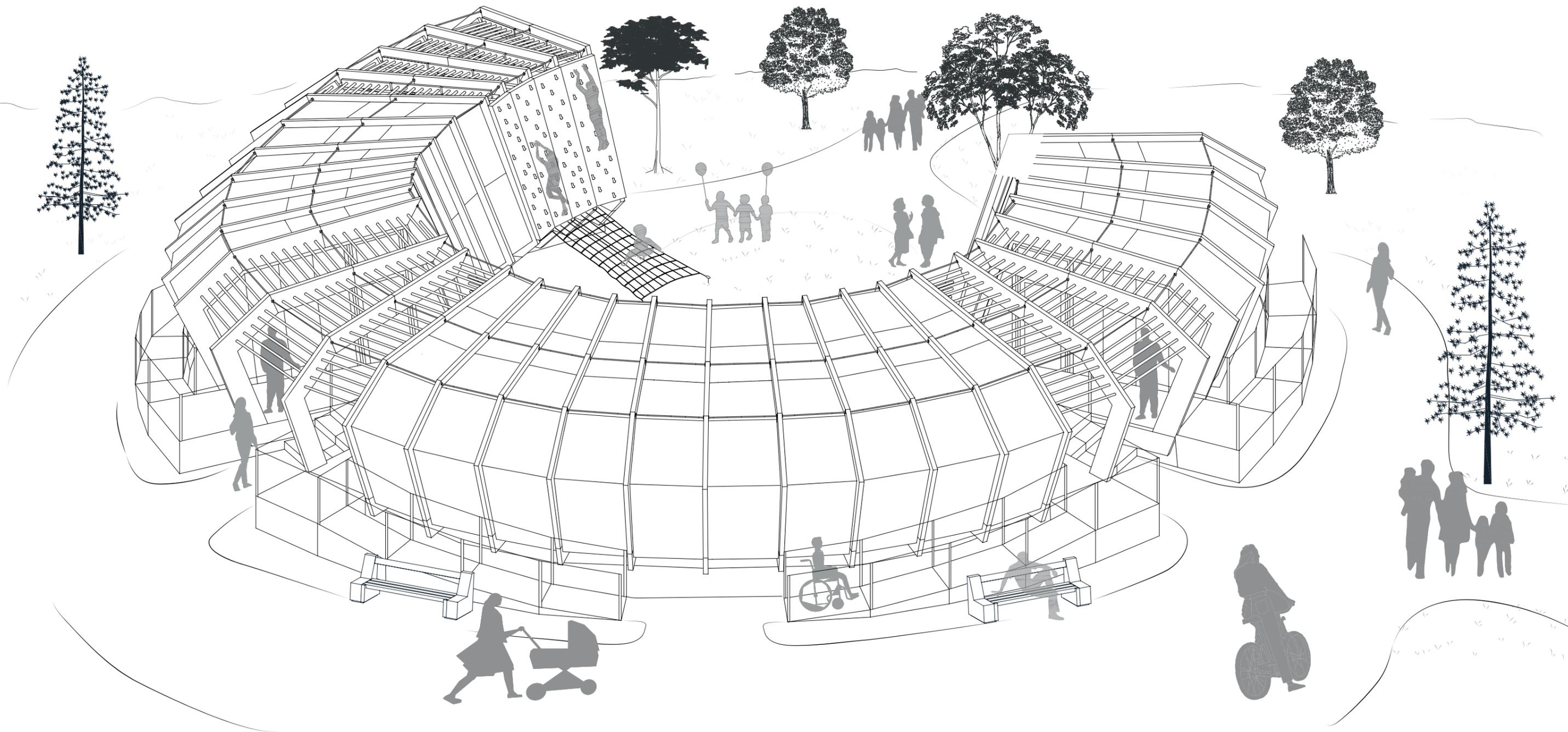


FIGURA 5.79: MODELLO ASSONOMETRICO DELL'EDIFICIO AGGREGATO

ASSEMBLABILITÀ - AUTOCOSTRUZIONE

Nonostante siano due requisiti differenti, assemblabilità e autocostruzione sono state trattate in maniera strettamente legata in quanto il bando chiedeva allo stesso tempo di suddividere il Box in più parti assemblabili e conferire semplicità al suo processo di costruzione, cosicché anche un personale non specializzato potesse realizzarlo.

A tale proposito il sistema tecnologico scelto prevede il montaggio a secco degli *Elementi Costituenti* attraverso l'ausilio di componenti metalliche come viti, staffe, piastre e ganci che, oltre a rendere reversibile la costruzione, la semplificano. In questo modo è possibile smontare la costruzione e rimontarla in un'altro luogo, o riutilizzare le singole componenti senza che queste debbano essere mandate in discarica. Ogni elemento inoltre è stato progettato di dimensioni e peso adeguati per

essere movimentato manualmente dal minor numero possibile di operatori, caratteristica che ne ha migliorato anche la trasportabilità.

Alla fine della tesi è stato riportato un manuale di costruzione contenente il kit necessario alla realizzazione del Box e le sue fasi di montaggio, realizzato in modo tale da poter essere comprensibile a tutti. Nelle figure seguenti ne sono stati estrapolati due esempi:

Assemblaggio della costolatura: la prima fase prevede l'assemblaggio della trave di fondazione attraverso una piastra metallica di connessione. Questa va ad alloggiarsi all'interno del taglio corrispondente applicato sulla sezione frontale del legno e successivamente viene fissata attraverso degli spinotti passanti e dadi (fig. 5.80). Tramite la stessa tecnologia si procede al montaggio dei due pilastri sovrastanti prima e delle travi di chiusura superiore poi (fig. 5.81).

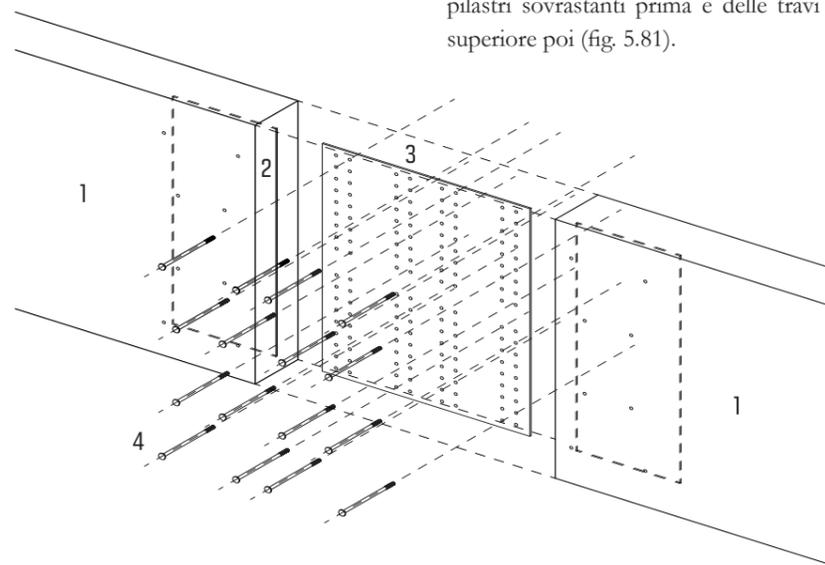


FIGURA 5.80: DETTAGLIO DI ASSEMBLAGGIO DELLE TRAVI DI FONDAZIONE
1: TRAVE DI FONDAZIONE 2: TAGLIO PER ALLOGGIAMENTO PIASTRA METALLICA
3: PIASTRA METALLICA 4: SPINOTTI PASSANTI

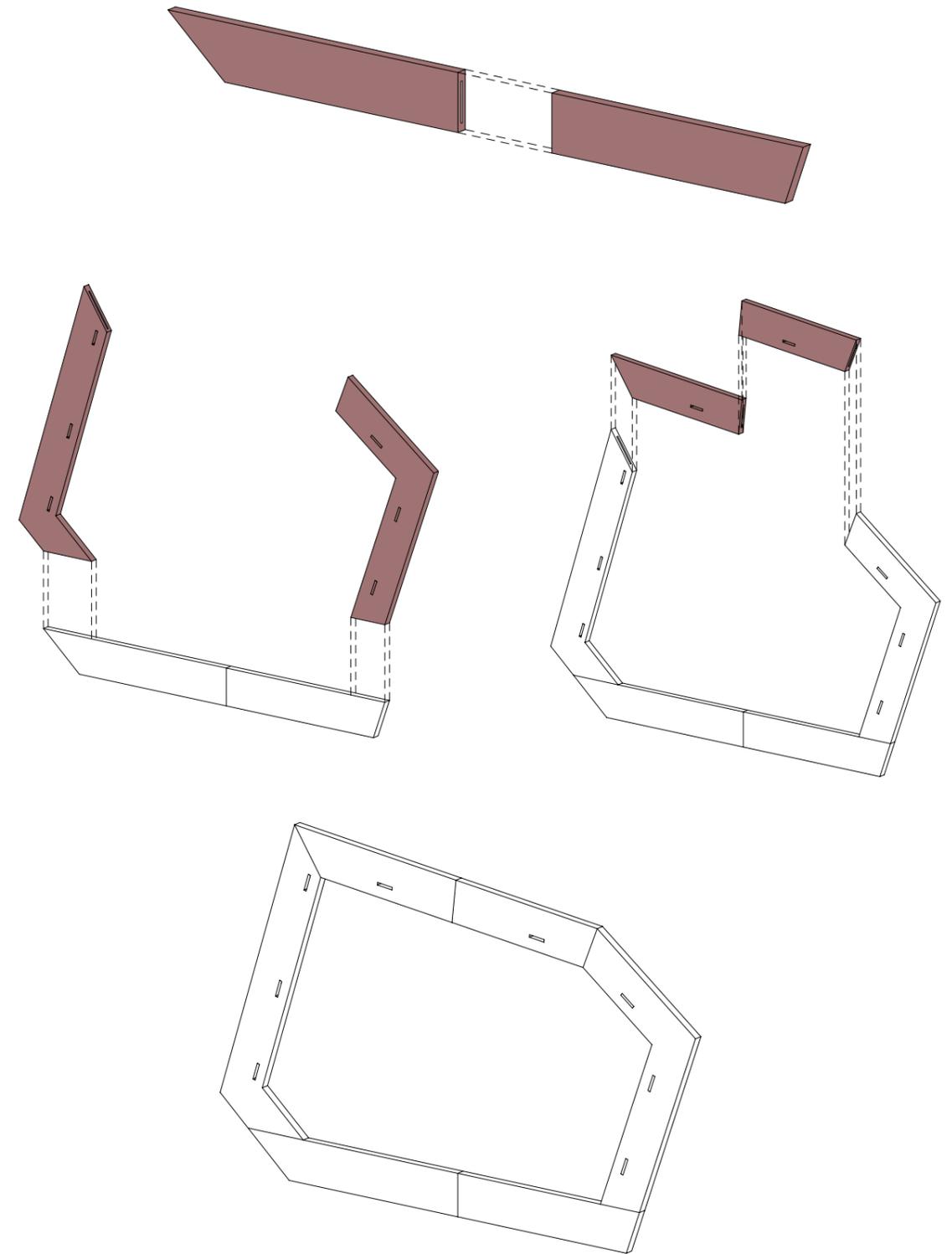


FIGURA 5.81: SCHEMA DI ASSEMBLAGGIO DI UNA COSTOLATURA

Ancoraggio dei pannelli di chiusura: il pannello viene posizionato tramite quattro ganci metallici, posti in prossimità degli angoli del telaio, che fanno presa sulla rispettiva sede nella staffa ad omega, fissata precedentemente sulla costolatura (fig. 5.82). Questo sistema è stato studiato in maniera tale da conferire una certa praticità e velocità nel montaggio/smontaggio del pannello, tale da facilitarne la sostituzione con le altre versioni dello

stesso. La tecnologia presa come riferimento è quella classica di alcune scaffalature metalliche e permette al box di assumere in breve tempo la configurazione chiusa e aperta. L'ordine di montaggio è fondamentale in quanto ogni pannello va in battuta su quello precedente. Si inizia dal basso con i pannelli verticali e si conclude in alto con quelli di chiusura della copertura (fig. 5.83).

Prima fase

Seconda fase

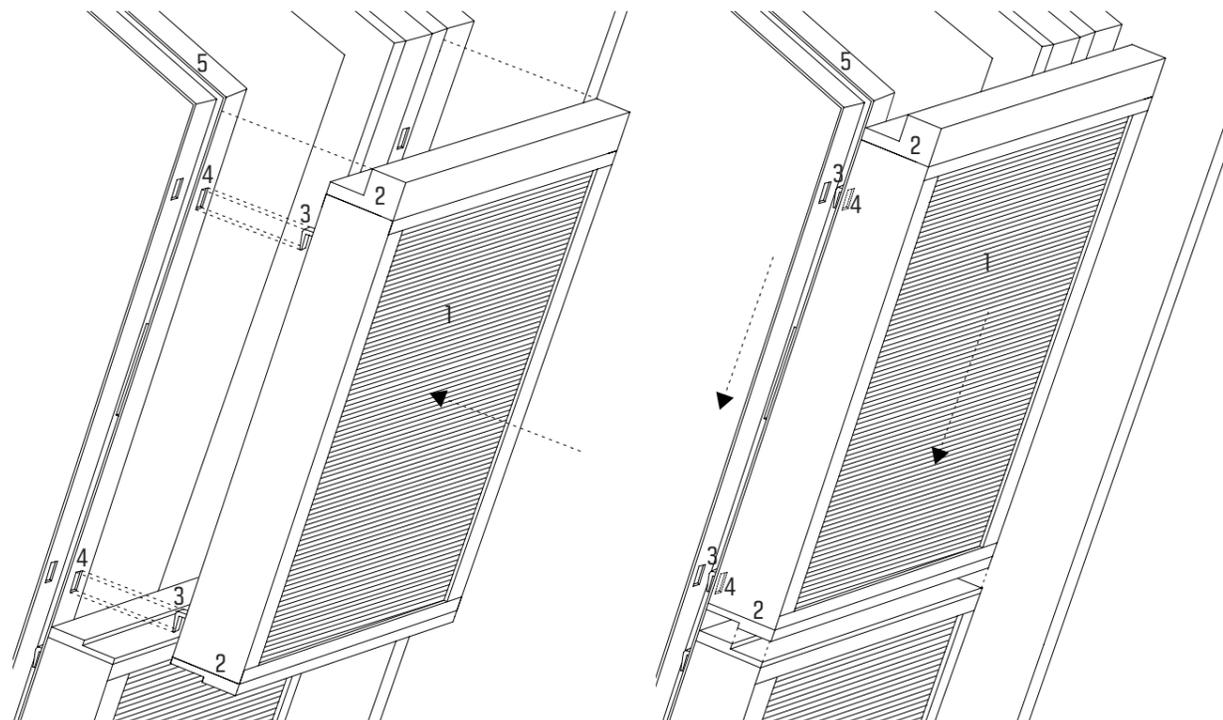


FIGURA 5.82: DETTAGLIO DI ANCORAGGIO DI UN PANNELLO DI TAMPONATURA
1: PANNELLO 2: BATTUTA DEL TELAIO 3: GANCIO ZINCATO PER SCAFFALATURE
4: SEDE PER IL GANCIO 5: STAFFA METALLICA AD OMEGA

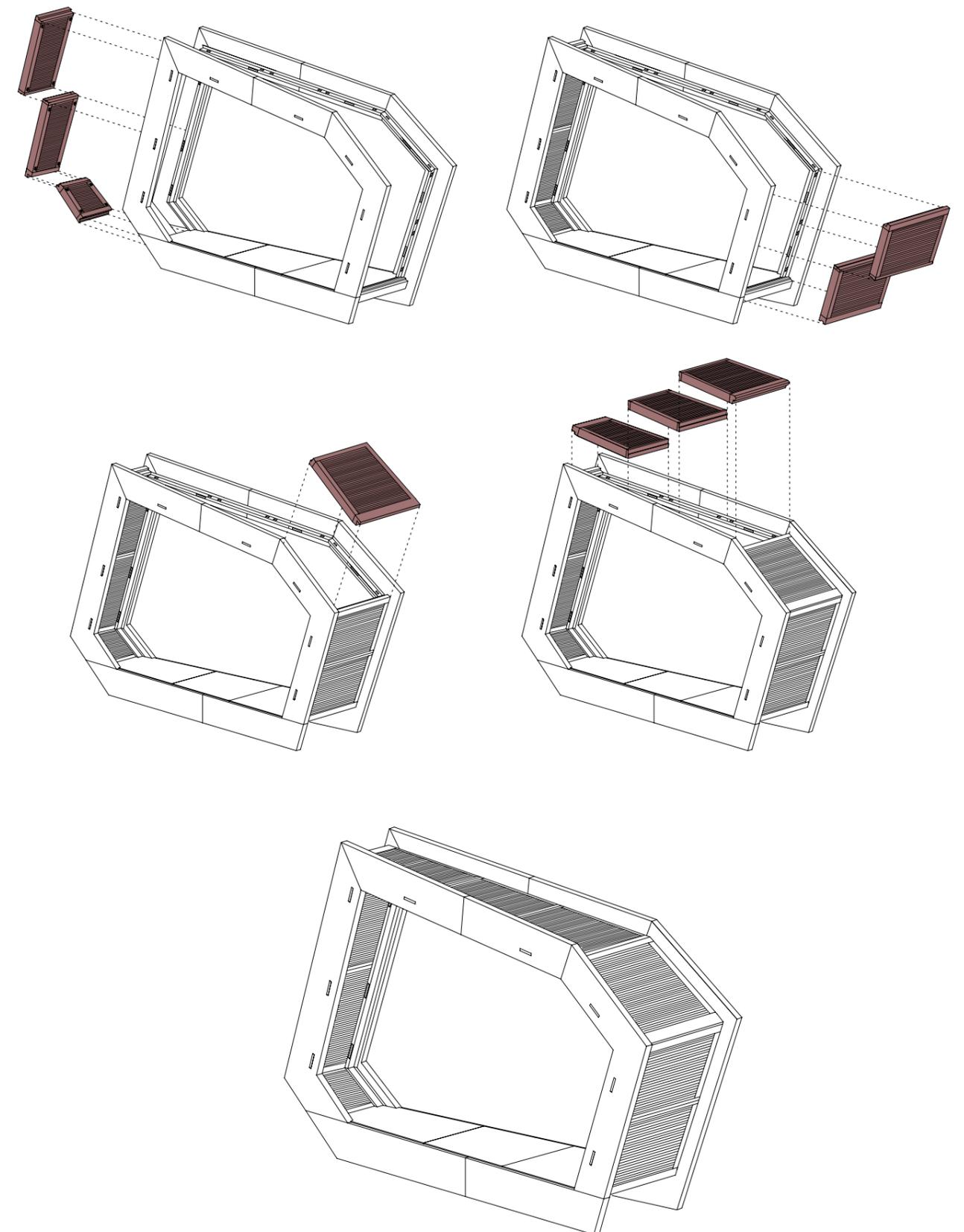


FIGURA 5.83: SCHEMA DI ASSEMBLAGGIO DEI PANNELLI DI TAMPONAMENTO

²³ Cfr: Tesi di laurea magistrale in Architettura di Margaira Luca, *Emergenza Sostenibile? Moduli e soluzioni abitative in situazioni di emergenza*, cit., pag. 116.

SICUREZZA²³

La sicurezza è uno dei requisiti più importanti per un progetto in quanto se esso non ne rispetta determinati parametri non risulta realizzabile. Spesso e volentieri però nei casi di emergenza questo aspetto è stato tralasciato a favore della velocità ed economicità dell'intervento. Ne è un esempio il caso di qualche anno fa a L'Aquila dove, a causa dell'utilizzo di materiali scadenti, parti delle nuove costruzioni hanno ceduto (balcone delle "Cassette Berlusconi" della *New Town*) o comunque hanno presentato segni di degrado.

I parametri da dover rispettare per garantire all'utenza il giusto grado di sicurezza possono essere classificati in *resistenza strutturale*, *protezione dall'acqua*, *resistenza al fuoco*, *resistenza al sisma*.

RESISTENZA STRUTTURALE

La resistenza strutturale rappresenta la capacità di una struttura di resistere a determinate sollecitazioni meccaniche senza deformarsi permanentemente o crollare. Ogni elemento strutturale quindi deve essere dimensionato in base al tipo di materiale di cui è composto e ai carichi a cui viene sottoposto.

La struttura si compone di una fondazione con barriere new jersey su cui insiste un sistema scatolare costituito da cinque costolature, irrigidite da pannelli a chiusura dell'involucro. Dal momento che però il montaggio avviene gradualmente e che la costolatura è labile nella parte superiore, sono stati previsti dei controventi provvisori a suo sostegno, diventati poi parte integrante dell'immagine architettonica (fig. 5.84).

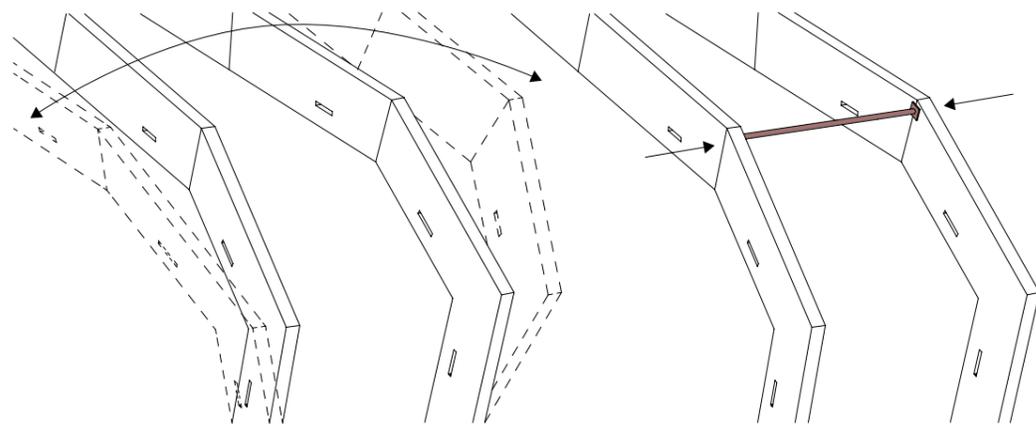
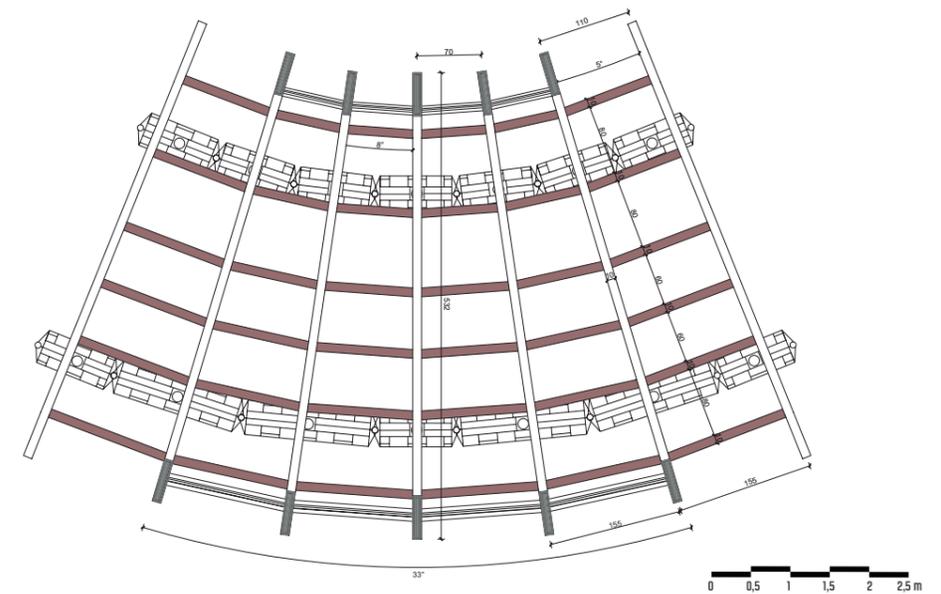


FIGURA 5.84: DETTAGLIO DEL CONTROVENTO METALLICO DI IRRIGIDIMENTO
LA FIGURA MOSTRA IL COMPORTAMENTO DELLA COSTOLATURA
CON E SENZA IL CONTROVENTO METALLICO



A completamento della struttura infine, sono stati aggiunti sei travetti in legno lamellare per ogni campata, con sezione quadrata piena di dimensioni 10x10 cm e lunghezza variabile. Questi, oltre ad irrigidire inferiormente la struttura, hanno la funzione di sostenere i solai e ripartire meglio il carico su essi (fig. 5.85).

Da questa figura inoltre si evince come la conformazione planimetria a ventaglio, oltre ad avere un'importanza architettonica, consente al Box di resistere meglio a ribaltamento.

Non sono stati eseguiti calcoli specifici per il dimensionamento di ogni componente, ma si è proceduto scegliendo delle sezioni per lo meno adeguate alla funzione che esse svolgevano. Inoltre si è tenuto in considerazione di un carico totale di massima della struttura (costituito dal peso degli elementi principali più pesanti come travi e pannelli, più il carico delle persone), suddiviso convenzionalmente in 10 parti uguali in modo da verificare se ciascun jersey potesse sopportare tale

peso (tab. 5.4). Per la verifica dell'elemento si è utilizzato *software SolidWorks*, attraverso il quale è stata modellata la sezione resistente del jersey riempito di sabbia e inseriti i valori di carico prima descritti. Il programma ha fornito esiti positivi in quanto non solo la fondazione è risultata essere resistente al peso totale della struttura, ma allo stesso tempo non ha presentato particolari deformazioni (solamente all'ordine di mm). Nonostante non rappresenti un grosso problema dal punto di vista strutturale, dai grafici ottenuti è possibile constatare come la zona maggiormente sollecitata, e che di conseguenza ha lo spostamento maggiore, è quella sotto la piastra superiore della "sella", area che al contrario subisce una deformazione quasi nulla. Da ciò si evince il contributo che da l'elemento metallico nel contenimento della deformazione totale del jersey. Inoltre, se venisse raddoppiata la lunghezza della piastra il carico verrebbe distribuito in maniera più uniforme e ne conseguirebbero spostamenti e deformazioni ancora inferiori (allegato 2).

CALCOLO DELLE FORZE CHE AGISCONO SULLA STRUTTURA	
SCHEMA DELLE FORZE	PESO DELLA STRUTTURA (F)
	Peso della costolatura: 1200 kg
	Peso dei pannelli: 600 kg
	Peso dei solai: 300 kg
	Peso struttura secondaria: 400 kg
	Carico delle persone: 700 kg
	Totale: 3200 kg
	F/10: 320 kg

FIGURA 5.85: PIANTE STRUTTURALE CON L'AGGIUNTA DEI TRAVETTI IN LEGNO
TABELLA 5.4: VERIFICA ROTTURA A TRAZIONE DI UNA FONDAZIONE NEW JERSEY
F/10: DECIMA PARTE DEL PESO TOTALE FTR: FORZA A TRAZIONE
RTR: RESISTENZA A TRAZIONE DEL POLIETILENE

PROTEZIONE DALL'ACQUA

Tra le prevenzioni da attuare ad un involucro edilizio contro gli agenti atmosferici, la tenuta all'acqua è stata approfondita maggiormente essendo il principale problema di un edificio come quello in oggetto. Quando si ha una struttura assemblabile infatti, i giunti tra un pezzo e l'altro rappresentano punti deboli in cui l'acqua può filtrare se non tenuta lontana preventivamente attraverso una copertura che fa da schermo, o studiando un adeguato sistema di impermeabilizzazione.

All'interno del progetto sono stati individuati due principali punti critici, sia sul piano orizzontale della copertura che su quello verticale, rappresentati dalla giunzione tra un pannello e l'altro e il punto di raccordo tra la costolatura e il pannello. Sfruttando l'inclinazione della copertura e delle pareti per lo smaltimento dell'acqua, sul piano verticale il problema è stato risolto creando una battuta nel giunto tra i pannelli e applicando sopra di essi un telo impermeabile a protezione del giunto stesso e del cartone. Quest'ultimo inoltre deve essere preventivamente rivestito da un film protettivo simile al Tetra Pak in modo che, anche durante il trasporto, non subisca l'azione di acqua o umidità. Lo stesso è stato fatto sul piano orizzontale a cui è stato aggiunto delle canaline, in prossimità dell'angolo tra costola e pannello, che raccolgono l'acqua e la convogliano verso il basso. Completa il tutto un rivestimento in compensato marino che rappresenta il primo elemento di protezione dall'agente atmosferico.

Per le costole della copertura inoltre si è prevista una scossalina metallica che protegge l'elemento strutturale dall'erosione dovuta all'azione

prolungata della pioggia.

Dal dettaglio si nota il taglio rompigoccia eseguito sulla parte inferiore del rivestimento esterno, il telo impermeabile posto al di sopra del pannello che viene fatto svoltare sull'angolo tra il pannello e la costola e il riempimento in gomma piuma dell'intercapedine tra essi.

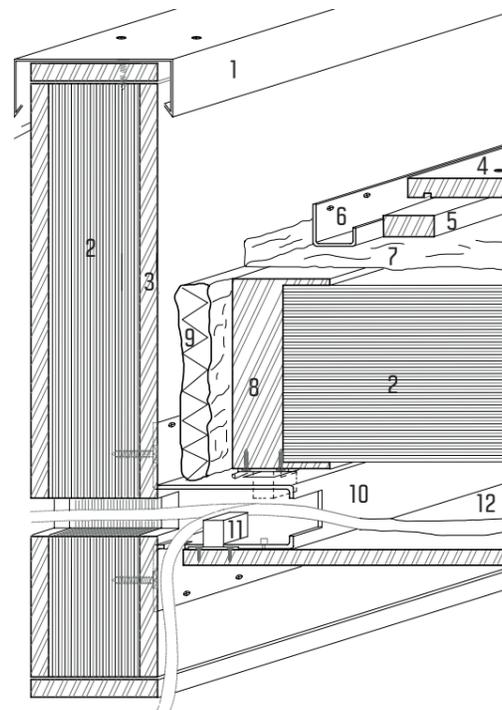


FIGURA 5.86: DETTAGLIO ASSONOMETRICO DEL NODO TRA PANNELLO E COSTOLATURA PER LA TENUTA ALL'ACQUA
 1: SCOSSALINA 2: CARTONE ONDULATO 3: RIVESTIMENTO COSTOLA
 4: RIVESTIMENTO ESTERNO COPERTURA 5: LISTELLI 6: CANALINA
 7: MEMBRANA IMPERMEABILE 8: TELAIO PANNELLO 9: GOMMA PIUMA
 10: STAFFA AD OMEGA 11: GANCIO 12: RIVESTIMENTO INTERNO

RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine di una struttura, di parte di essa o di un elemento strutturale di mantenere una determinata resistenza meccanica in caso di incendio. I parametri principali per la misurazione della resistenza al fuoco sono:

Resistenza R: capacità di conservare una resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;

Ermeticità E: capacità di non lasciar passare né produrre fiamme, vapori, gas sul lato non esposto;

Isolamento termico I: capacità di limitare le trasmissioni di calore.

Il legno, materiale di cui è composto prevalentemente il Box, è sempre più utilizzato in edilizia per via del suo buon comportamento al fuoco, migliore di quello di acciaio e calcestruzzo. Esso, grazie alla presenza di uno strato carbonizzato ed uno di combustione sottostante, brucia superficialmente ma riesce a proteggere la parte intatta della struttura permettendogli di resistere per più tempo prima di crollare. I prodotti in legno inoltre possono essere trattati con rivestimenti ignifughi che ne ritardano la combustione. Esistono infatti compensati, che oltre a resistere bene ad acqua ed umidità vengono resi resistenti alla fiamma attraverso questi trattamenti. Nonostante esista la normativa internazionale *EN 13501 - 2* (in Italia D.M. 16 - 02 - 07) che fornisce parametri e metodi analitici per la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi, non sono stati eseguiti calcoli specifici per la verifica di resistenza del legno, ma sono stati previsti questi tipi di trattamenti ignifughi.

RESISTENZA AL SISMA

La resistenza al sisma rappresenta la capacità di un sistema costruttivo di dissipare nella maniera adeguata le forze improvvise provocate dal terreno. Tale capacità dipende sia dai materiali di cui è composta la struttura, sia dalle tecnologie utilizzate. Le tecnologie a secco in acciaio e legno sono quelle più indicate da un punto di vista sismico in quanto questi materiali sono molto più leggeri del calcestruzzo e meno fragili, ovvero hanno la capacità di deformarsi temporaneamente senza rompersi. Le strutture in legno in particolare rispettano queste due caratteristiche abbinando anche il fatto di non comportare quasi mai un edificio monolitico, ma suddiviso in pezzi collegati tra loro da connessioni meccaniche che, se progettate nella maniera adeguata, conferiscono ancora maggiore resistenza.

Anche in questo caso non sono stati eseguiti particolari calcoli di verifica anti-sismica, ma sono state ancora più confermate determinate scelte tecnologiche. La struttura del Box in legno e cartone infatti rispecchia tutte e tre le caratteristiche prima descritte, in particolare quella della leggerezza.

²³ Cfr: Tesi di laurea magistrale in Architettura di Margaira Luca, *Emergenza Sostenibile? Moduli e soluzioni abitative in situazioni di emergenza*, cit., pag. 116.

COMFORT ABITATIVO²³

Il comfort abitativo rappresenta il raggiungimento del grado di benessere di un soggetto all'interno di un ambiente e può essere determinato da tre fattori:

Benessere termo-igrometrico: rappresenta quella condizione di benessere termico e della qualità dell'aria che un soggetto avverte in funzione della temperatura e dell' U.R. all'interno di un ambiente;

Benessere luminoso: rappresenta quella condizione di benessere visivo che un soggetto avverte in funzione della quantità di luce presente in un ambiente per lo svolgimento di una determinata attività;

Benessere acustico: è quella condizione di benessere che un soggetto avverte all'interno di un ambiente quando questo è adeguatamente protetto dalle fonti di rumore esterne o interne.

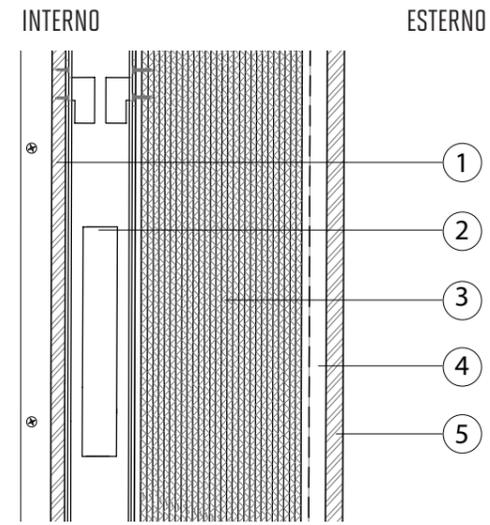
Per tutti e tra i fattori non sono stati eseguiti i calcoli di fisica tecnica ma abbiamo verificato alcuni valori in modo da poter scegliere e progettare al meglio la componente tecnologica.

BENESSERE TERMO-IGROMETRICO

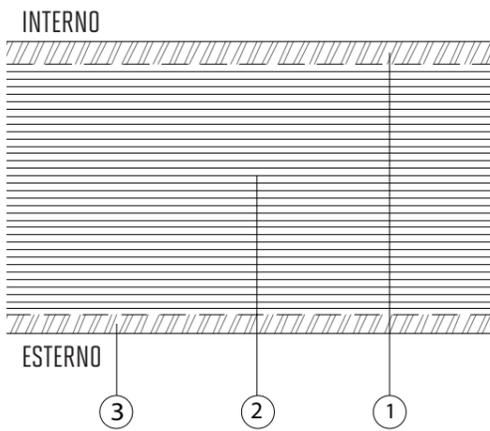
Per garantire le condizioni di benessere bisogna progettare gli elementi di involucro in modo da fornire le prestazioni termiche necessarie al rispetto di valori limite forniti da normativa. La normativa italiana suddivide il nostro territorio in sei zone climatiche, dalla A alla F, ciascuna delle quali presenta valori limite di trasmittanza da rispettare per gli elementi opachi e trasparenti. Dovendo progettare un Box per l'emergenza, ovunque essa capiti, ci siamo messi nella situazione climatica peggiore scegliendo Amatrice come sito di intervento che corrisponde alla zona climatica F. Si è riportato quindi un estratto della tabella 4.2 con i valori limite relativi a tale zona climatica (tab. 5.5) e le stratigrafie di ogni elemento d'involucro (fig. 5.87 - 5.88 e 5.89); per ognuno sono stati verificati i limiti di trasmittanza (tab. 5.6, 5.7, 5.8, estrapolate dall' allegato 3). I dati presi a riferimento sono quelli in vigore dal 1 ottobre 2015 e saranno validi fino a dicembre 2018.

ESTRATTO TABELLA 4.2 - PARAMETRI DELL'EDIFICIO DI RIFERIMENTO				
Zona climatica	Superfici opache			Superfici trasparenti
	Chiusure verticali	Solai	Coperture	Serramenti
F	0,28	0,28	0,23	1,50

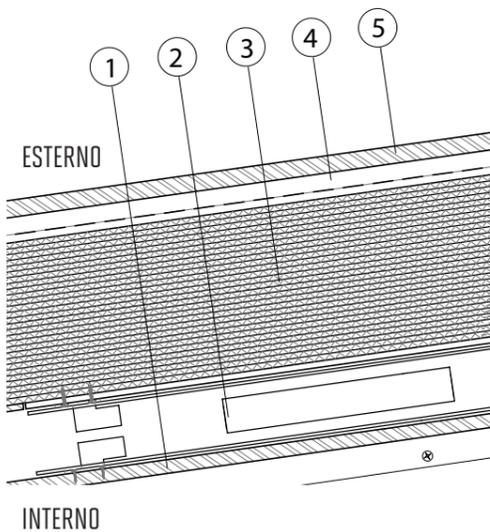
TABELLA 5.5: ESTRATTO DELLA TABELLA 4.2 DELLE ZONE CLIMATICHE
TUTTI I VALORI TABULATI SONO ESPRESSI IN W/m²K



VERIFICA CHIUSURA VERTICALE			
Stratigrafia	s (cm)	k (W/mK)	U (W/m²K)
1. Compensato marino XILOFLAM	1,5	0,13	0,191 < 0,26 VERIFICATO
2. Aria in quiete	5	0,026	
3. Cartone ondulato	15	0,065	
4. Aria in quiete	1,5	0,026	
5. Compensato marino XILOFLAM	1,5	0,13	



VERIFICA COPERTURA			
Stratigrafia	s (cm)	k (W/mK)	U (W/m²K)
1. Compensato marino XILOFLAM	1,5	0,13	0,272 < 0,28 VERIFICATO
2. Cartone ondulato	21	0,026	
3. OSB	15	0,065	



VERIFICA CHIUSURA VERTICALE			
Stratigrafia	s (cm)	k (W/mK)	U (W/m²K)
1. Compensato marino XILOFLAM	1,5	0,13	0,191 < 0,23 VERIFICATO
2. Aria in quiete	5	0,026	
3. Cartone ondulato	15	0,065	
4. Aria in quiete	1,5	0,026	
5. Compensato marino XILOFLAM	1,5	0,13	

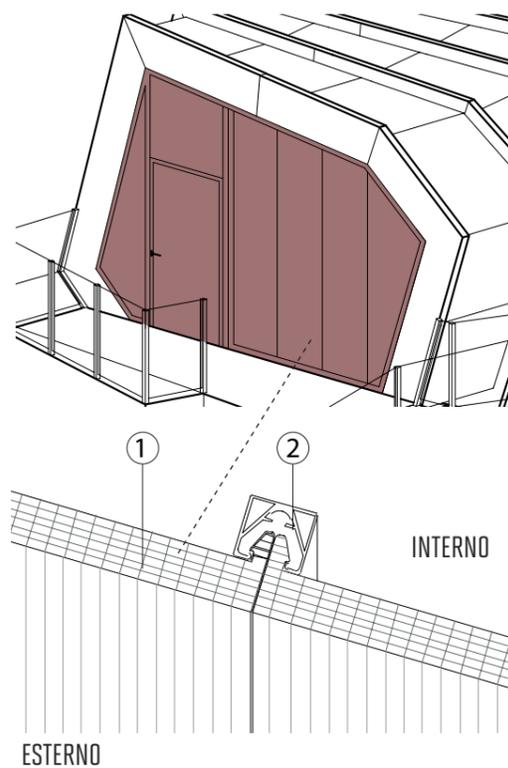


FIGURA 5.87 - 5.88 - 5.89: STRATIGRAFIA DEGLI ELEMENTI OPACI DELL'INVOLUCRO
TABELLA 5.6 - 5.7 - 5.8: VERIFICHE DELLA TRASMITTANZA DEGLI ELEMENTI OPACI

BENESSERE LUMINOSO

Per garantire la condizione di benessere è necessario fornire una determinata quantità di luce naturale all'ambiente interno e rispettare il rapporto aero-illuminante di almeno 1/8. Inoltre è importante la scelta della tipologia di serramento in quanto ognuno ha delle prestazioni differenti.

La scelta è ricaduta sulla facciata *ArcoPlus* del Dottor Gallina, un sistema modulare costituito da pannelli in policarbonato alveolare inseriti in un telaio in alluminio (allegato 4). Questa tipologia specifica di



facciata abbina l'effetto estetico, grazie alla possibilità di dare continuità alla superficie trasparente nascondendo la struttura, con le buone prestazioni termiche e luminose. La sezione a 7 pareti infatti permette di ridurre maggiormente gli scambi di calore con l'ambiente esterno e allo stesso tempo di trasmettere un'illuminazione diffusa senza produrre abbagliamento.

Il policarbonato rappresenta una più che valida alternativa al vetro grazie al miglior comportamento in situazioni sismiche e alla possibilità di avere trattamenti IR a controllo solare che permettono di non dover predisporre un sistema di schermatura. Nei casi in cui l'attività che si svolge lo richiede, è possibile mantenere l'ambiente interno buio attraverso l'uso di tende oscuranti, mentre gli apparecchi illuminanti garantiscono l'illuminazione quando quella naturale non è sufficiente.

Anche per la superficie trasparente è stato verificato il soddisfacimento dei limiti di trasmittanza e del rapporto aero-illuminante (tab. 5.9)

VERIFICA SUPERFICIE TRASPARENTE			
Elementi	A (m ²)	Ponte Termico	U (W/m ² K)
1. Policarbonato	10,2	0,02	1,3
2. Telaio in alluminio	2,8	2p: 22 m	1,4
Facciata	13		1,36 < 1,5 VERIFICATO
RAPPORTO AERO - ILLUMINATE			
Superficie trasparente (m ²)	Superficie planimetrica del Box (m ²)	Ss/Sp	
10,2 + 10,2 = 20,4	20 mq	20,4/20 > 1/8 VERIFICATO	

Fonte: www.gallina.it

FIGURA 5.90: INDICAZIONE SUPERFICIE TRASPARENTE E DETTAGLIO ASSONOMETRICO
TABELLA 5.9: VERIFICA DELLA TRASMITTANZA DELL'ELEMENTO TRASPARENTE
E DEL RAPPORTO AERO-ILLUMINANTE

BENESSERE ACUSTICO

Per garantire la condizione di benessere deve essere mantenuto un livello sonoro tale da non risultare disturbante per i fruitori di uno spazio interno. Tra le funzioni pensate per il Box, la sala proiezione e soprattutto la sala prove musicali potrebbero superare tale livello sonoro e quindi necessitano di una correzione acustica. Premesso che il cartone che compone la struttura ha buone proprietà fonoisolanti, è stato previsto di installare in aggiunta dei pannelli in cartone sospesi a soffitto e dei tubi di cartone.

I primi, dal nome *Acoustic - Lightboard*, sono costituiti da una struttura a celle esagonali in cartone intelaiata in un profilo in legno e si agganciano a soffitto come una comune controsoffittatura (fig. 5.91). I secondi hanno sezione circolare cava in cartone e si applicano in verticale a pavimento, permettendo di realizzare vere e proprie pareti di contenimento del rumore. (fig. 5.92).

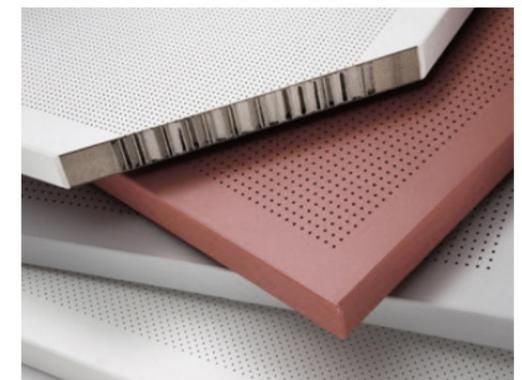


FIGURA 5.91: PANNELLI IN CARTONE ACOUSTIC - LIGHTBOARD
FIGURA 5.92: TUBI IN CARTONE FONDOASSORBENTI

5.2 IL PROGETTO THE FAN®

Il progetto THE FAN® rappresenta la fase conclusiva del processo di sviluppo fino ad ora esposto e vuole essere un esempio di microarchitettura temporanea per l'emergenza, pensato per lo svolgimento delle attività del tempo libero. Oltre l'aspetto architettonico si è studiato particolarmente il dettaglio tecnologico, scendendo fino ad una scala che permettesse di definire le fasi di costruzione dell'edificio e tutte le componenti necessarie.

Alle pagine seguenti sono stati riportati una serie di elaborati grafici che descrivono i risultati ottenuti, riassumibili in progetto architettonico e progetto tecnologico.

Progetto architettonico – scala 1:50: il Box rappresenta geometricamente un settore di una corona circolare costituito da due testate, una convessa maggiore ed una concava minore, e due fianchi laterali. È costituito da una struttura scatolare in legno e cartone, composta da una serie di cinque portali irrigiditi dai pannelli di tamponamento, tutto montabile a secco. Lo stesso sistema strutturale ha la possibilità di configurarsi secondo due versioni, una aperta ed una chiusa, che si differenziano solamente per la tipologia di pannellatura utilizzata come chiusura dell'involucro. Questo rende il Box adattabile a climi differenti oltre a permettere lo svolgimento di più attività al suo interno. Lo spazio è costituito da un'altezza massima fruibile di 3.05 m ed una minima di 2.70 m, mentre la superficie interna misura al netto circa 20 mq alla quale si aggiungono i due pianerottoli esterni, uno dei quali accessibile ai disabili attraverso apposita rampa, posti in corrispondenza dei due fianchi laterali. Per ognuna delle due versioni sono state riportate le planimetrie strutturali (con fondazioni jersey e fondazioni a vite), pianta piano terra e copertura,

prospetti, sezioni e le piante e sezioni arredate per ciascuna funzione descritta.

Progetto tecnologico – scala 1:20, 1:5: il cartone ha rappresentato l'elemento comune per la realizzazione di ogni componente costituente l'edificio. Per gli elementi strutturali ha svolto la funzione di alleggerimento e al tempo stesso di isolante termico, mentre nell'arredamento è stato utilizzato per la realizzazione di sedie, tavoli o come strumento di contenimento del suono grazie alle sue proprietà di isolamento acustico. Sia per il rivestimento esterno che interno è stato scelto di utilizzare il compensato marino, un materiale leggero, naturale, semplice da montare ma che soprattutto abbina buone caratteristiche meccaniche con la resistenza all'acqua. Questo ci ha permesso di migliorare la durabilità dell'opera. In ultimo si è pensato anche all'installazione degli impianti (elettrico, riscaldamento / raffrescamento), di cui sono stati indicati sia lo schema di predisposizione e la loro collocazione in pianta, che i particolari tecnologici. Per l'impianto elettrico è stato scelto un sistema ad incasso con 24 moduli, a controllo di tutti i punti luce e le prese elettriche, mentre per l'impianto di riscaldamento / raffrescamento si è optato per un condizionatore con unità esterna, da utilizzare solamente nei casi di forte necessità in quanto le piccole dimensioni dell'ambiente non richiedono grande climatizzazione.

Per lo studio del particolare tecnologico è stata presa come riferimento la versione chiusa del Box, arredata come sala proiezione e sono stati riportati gli elaborati di dettaglio: una planimetria e le due sezioni, una longitudinale e una trasversale, in scala 1:20, e i nodi più significativi di riferimento in scala 1:5.

PROGETTO ARCHITETTONICO

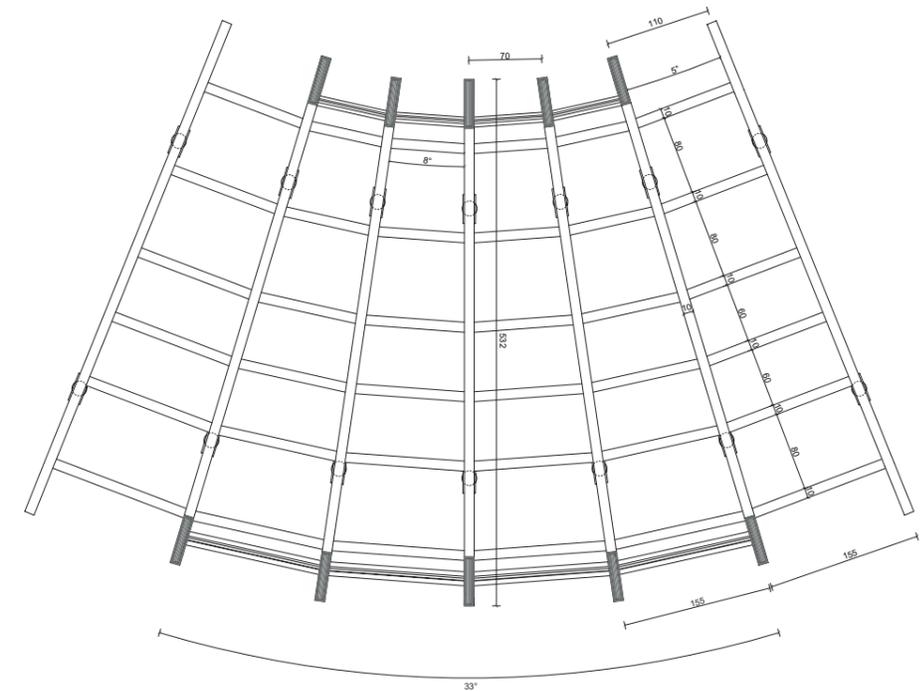
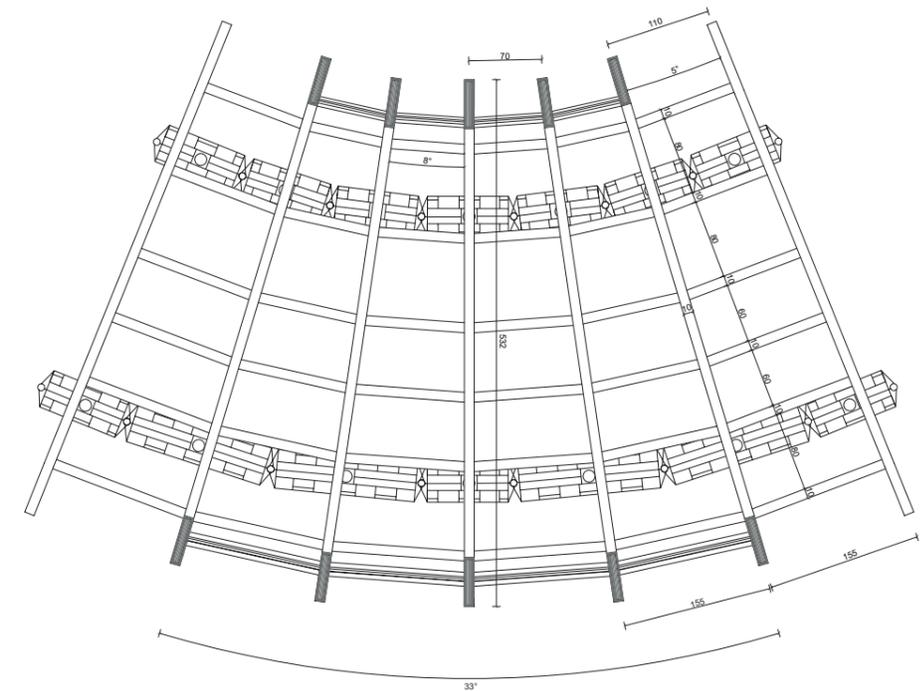


FIGURA 5.93: PIANTE STRUTTURALE FONDAZIONI JERSEY
FIGURA 5.94: PIANTE STRUTTURALE FONDAZIONI A VITE

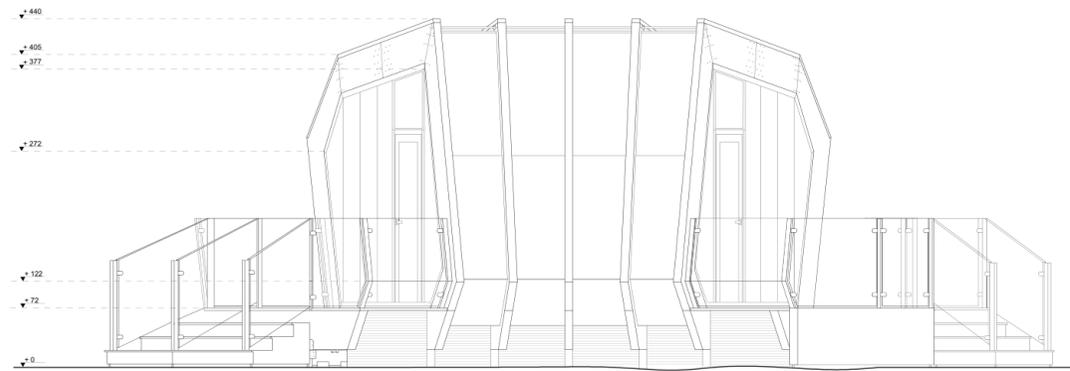
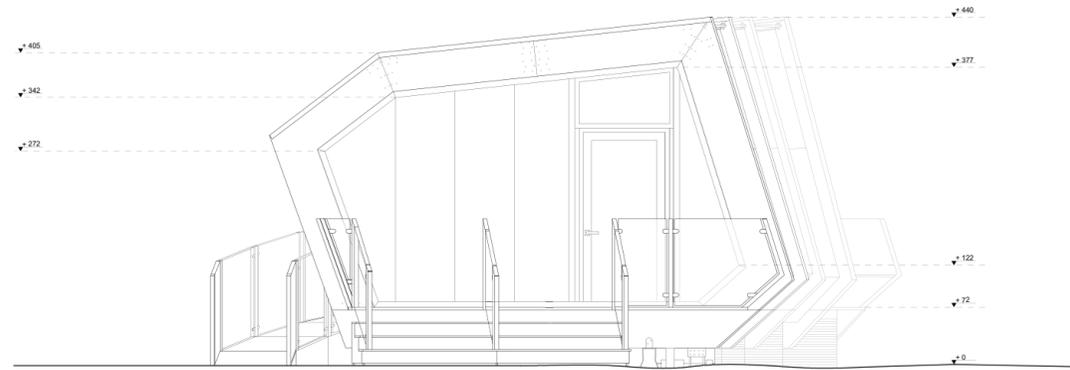


FIGURA 5.97: FIANCO DESTRO
FIGURA 5.98: TESTATA MINORE CONCAVA

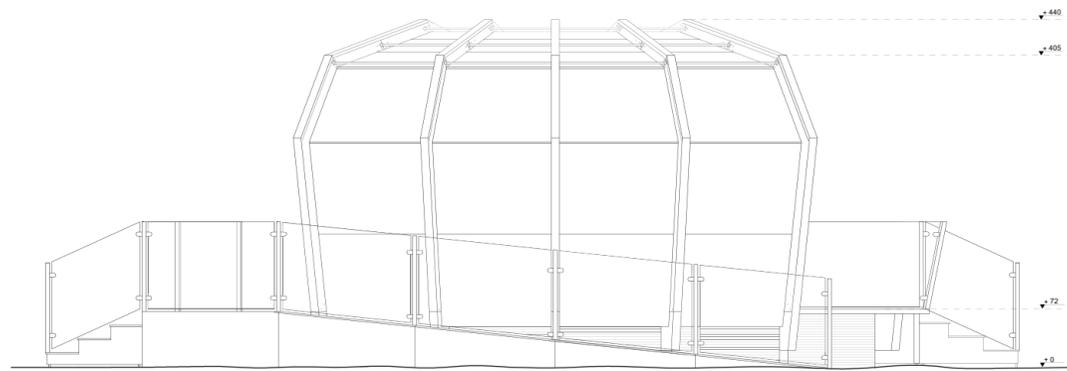
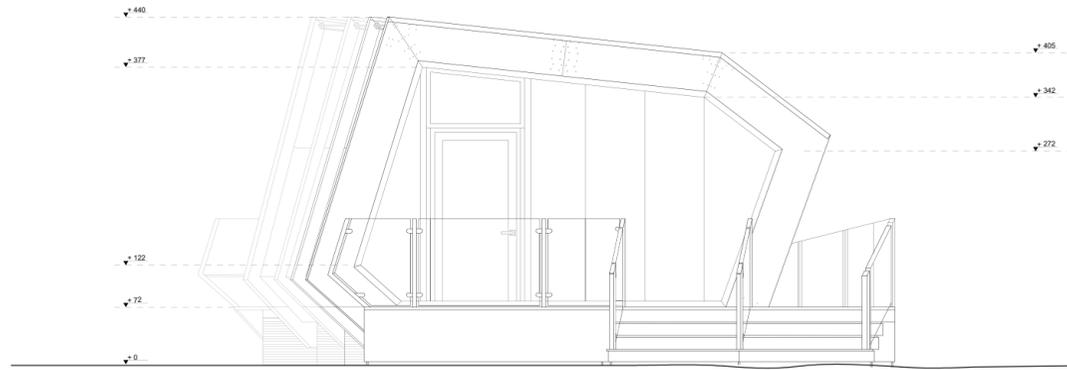


FIGURA 5.99: FIANCO SINISTRO
FIGURA 5.100: TESTATA MAGGIORE CONVESSA

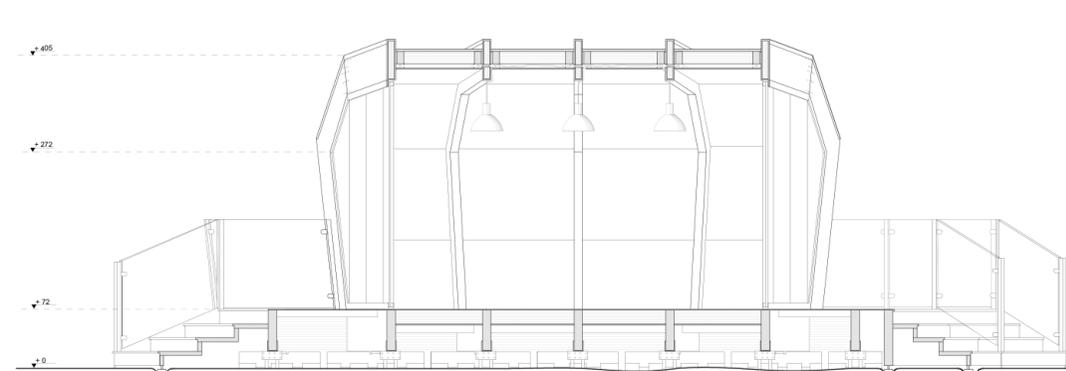
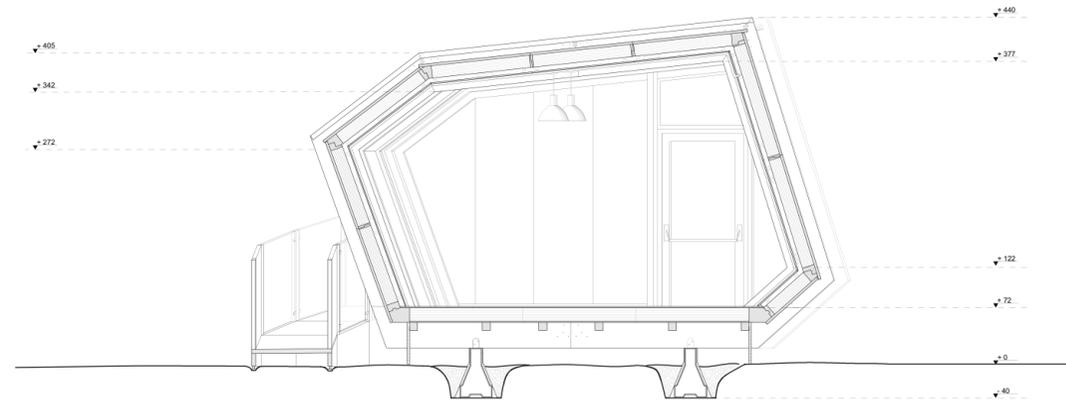
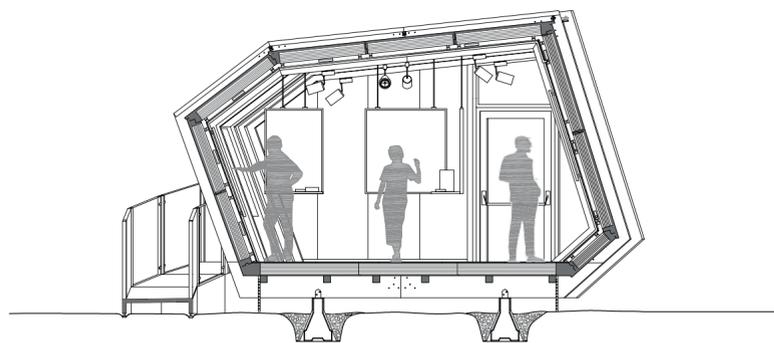
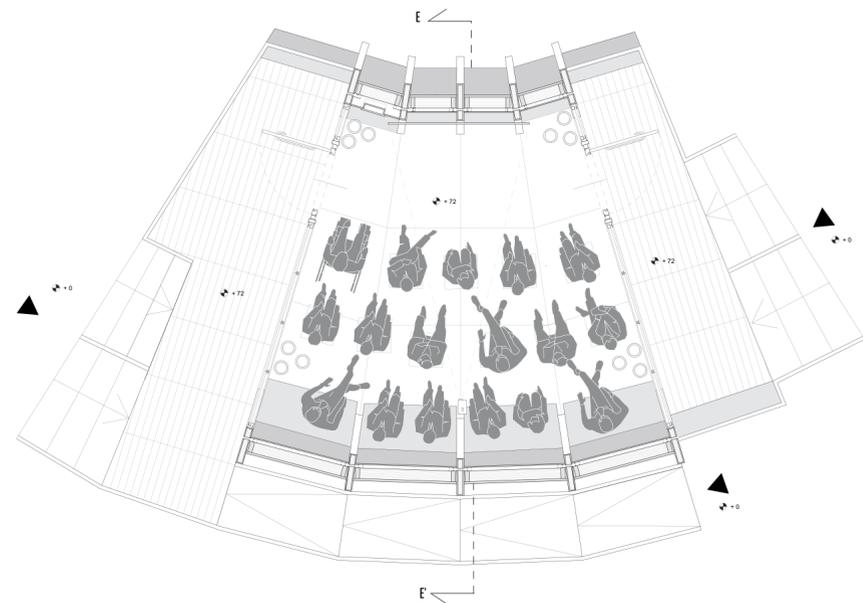
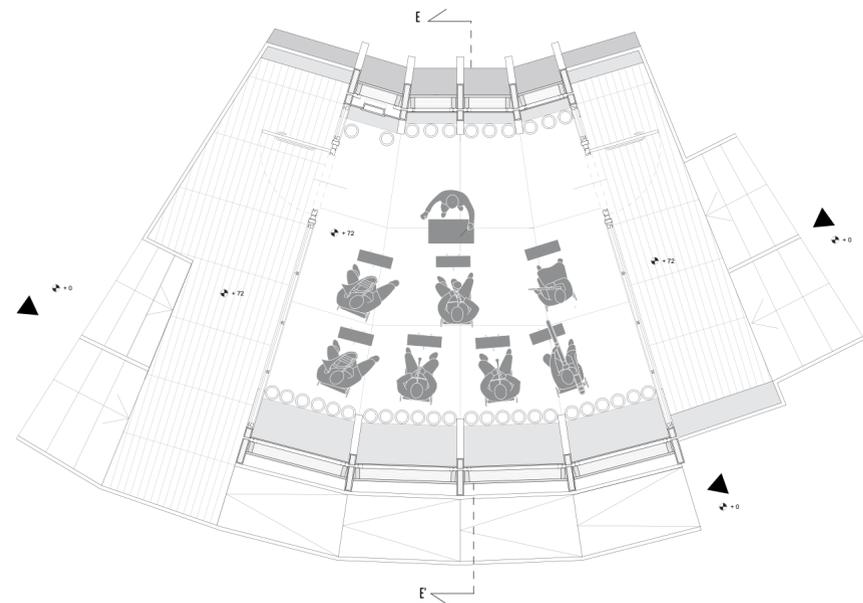
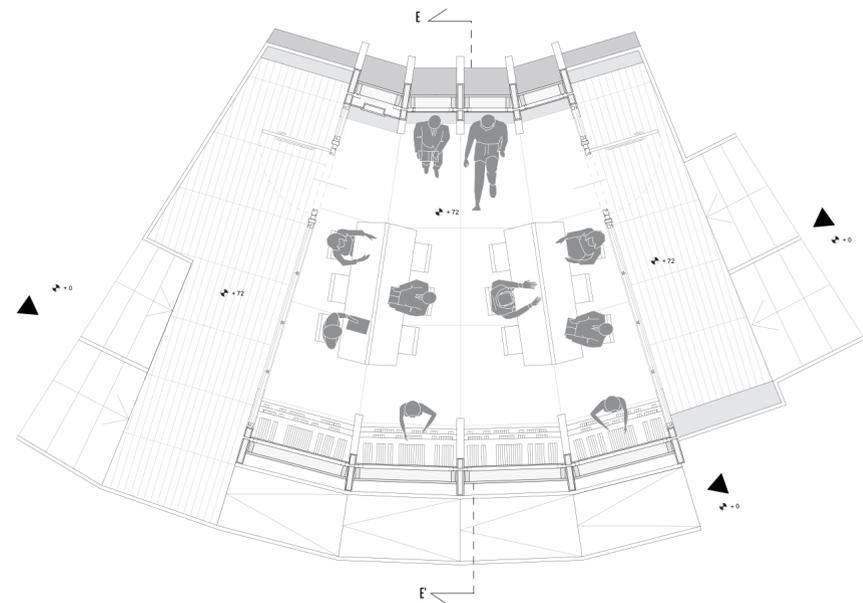
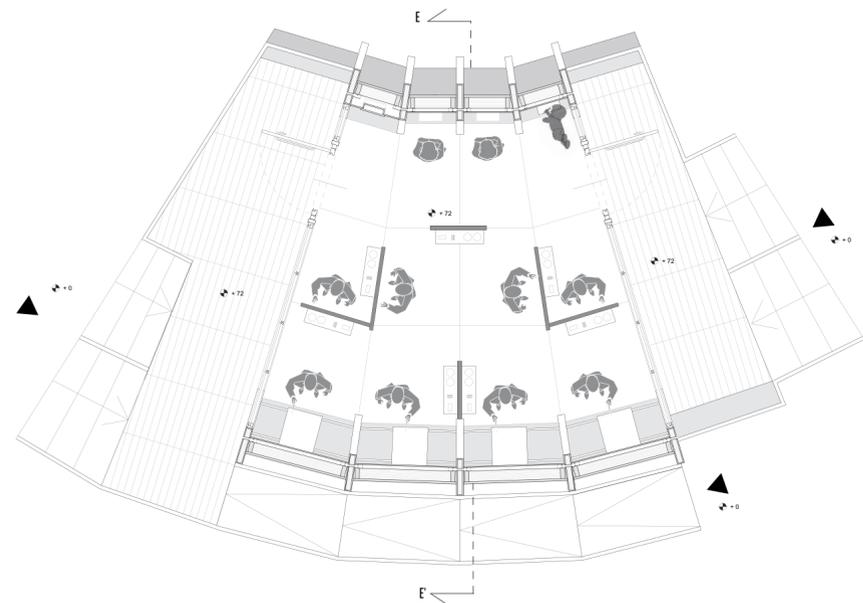
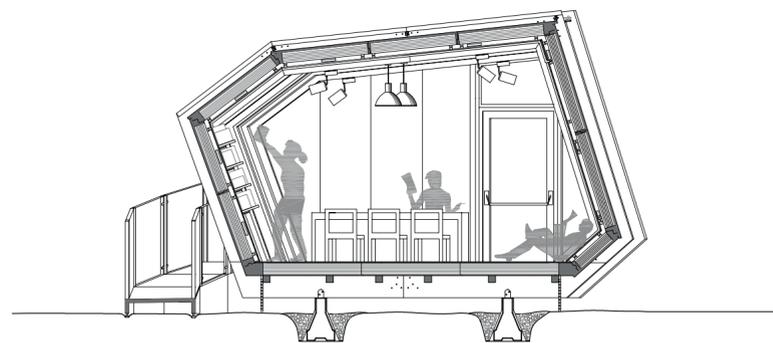


FIGURA 5.101: SEZIONE BB'
FIGURA 5.102: SEZIONE AA'



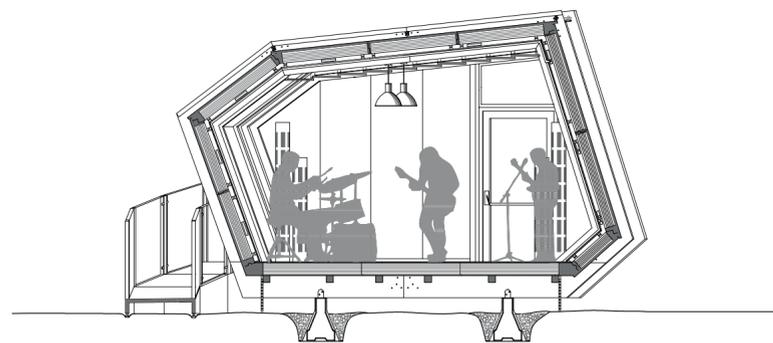
0 0.5 1 1.5 2 2.5 m

FIGURA 5.106: PIANTE LABORATORIO D'ARTE
FIGURA 5.107: SEZIONE EE'



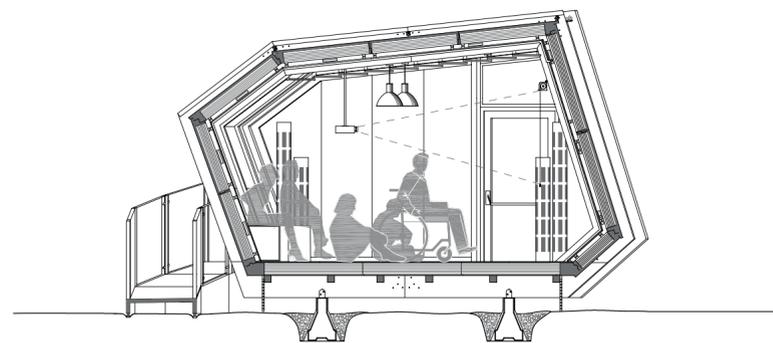
0 0.5 1 1.5 2 2.5 m

FIGURA 5.103: PIANTE SALETTA LETTURA
FIGURA 5.104: SEZIONE EE'



0 0.5 1 1.5 2 2.5 m

FIGURA 5.105: PIANTE SALA PROVE MUSICALI
FIGURA 5.106: SEZIONE EE'



0 0.5 1 1.5 2 2.5 m

FIGURA 5.107: PIANTE SALA PROIEZIO
FIGURA 5.108: SEZIONE EE'

BOX APERTO

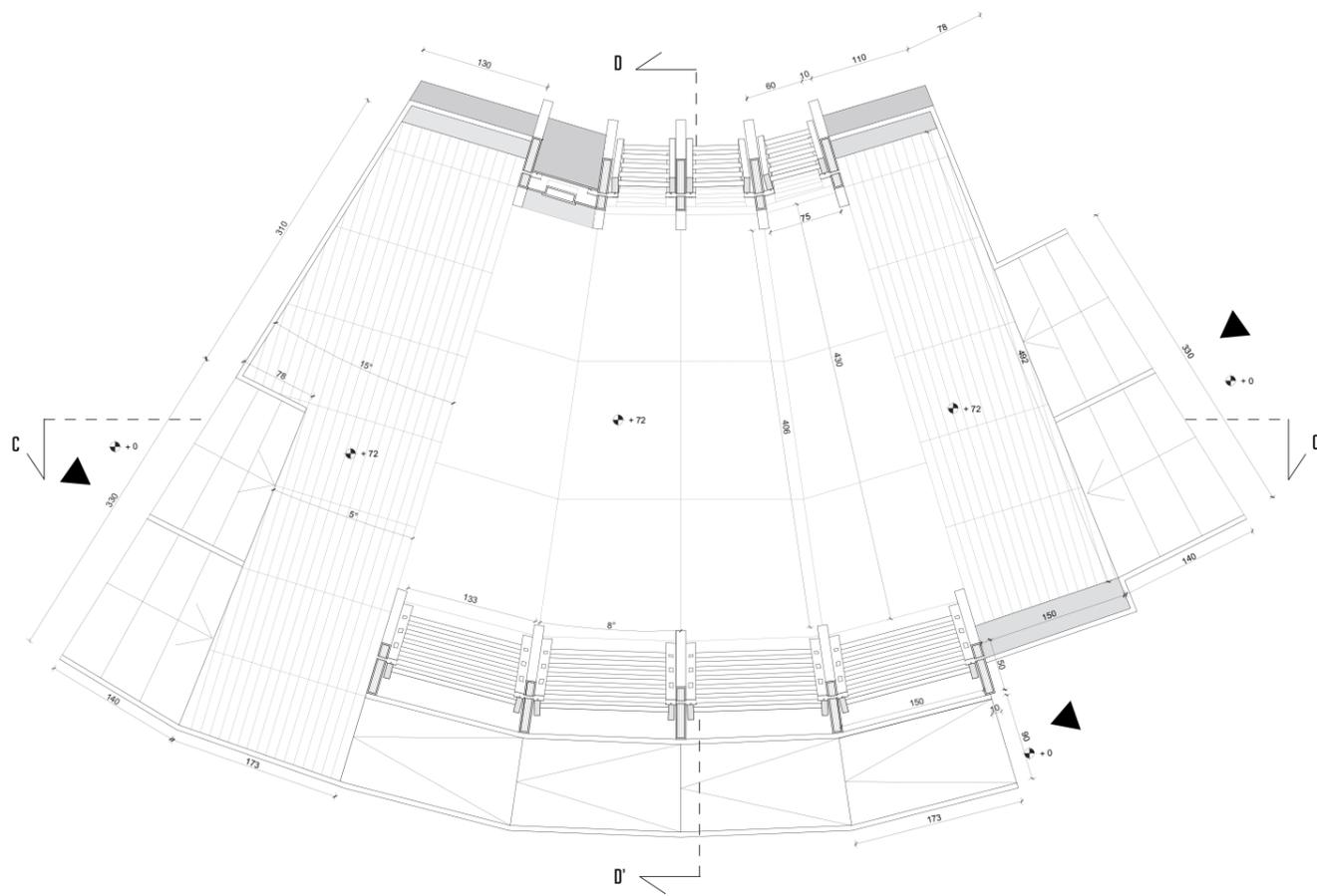


FIGURA 5.109: PIANTE PIANO TERRA

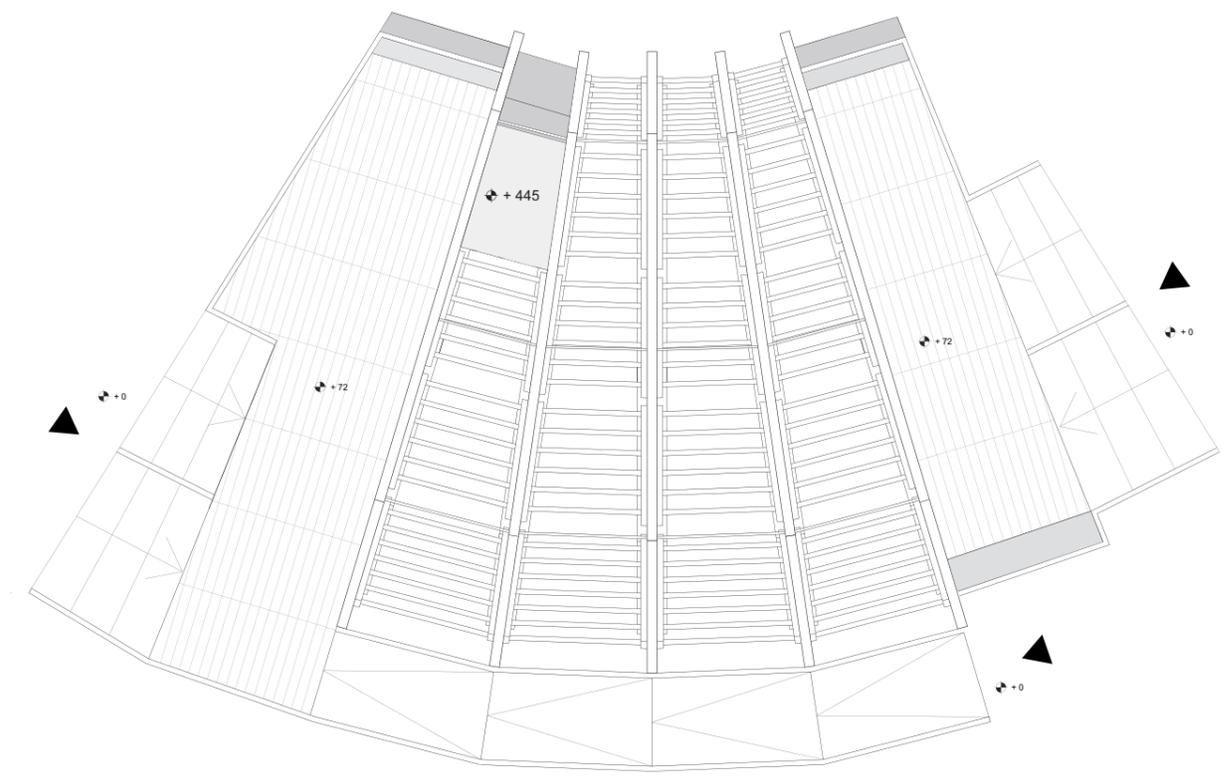


FIGURA 5.110: PIANTE COPERTURA

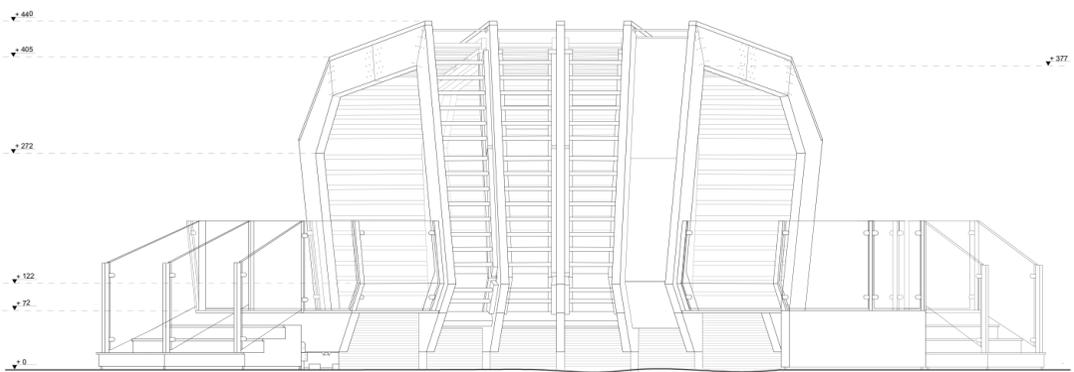
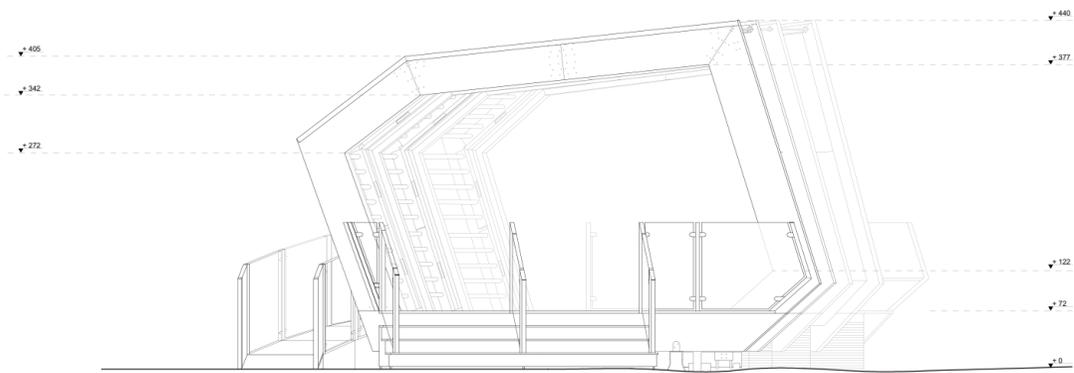


FIGURA 5.111: FIANCO DESTRO
FIGURA 5.112: TESTATA MINORE CONCAVA

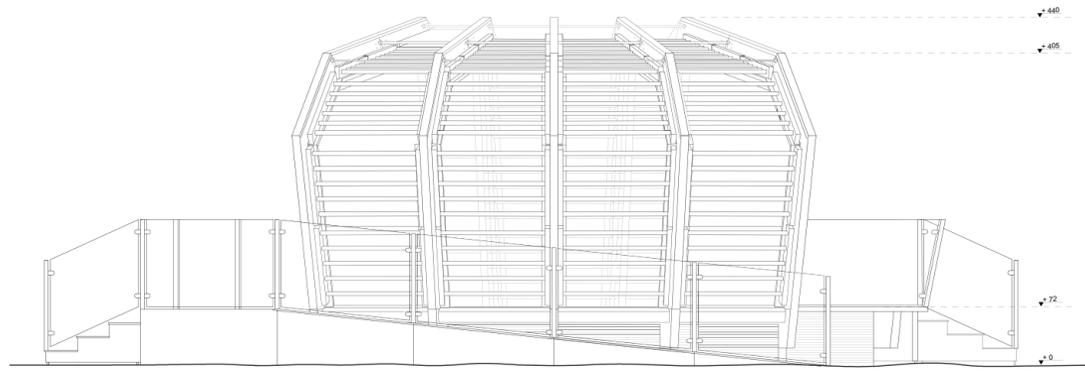
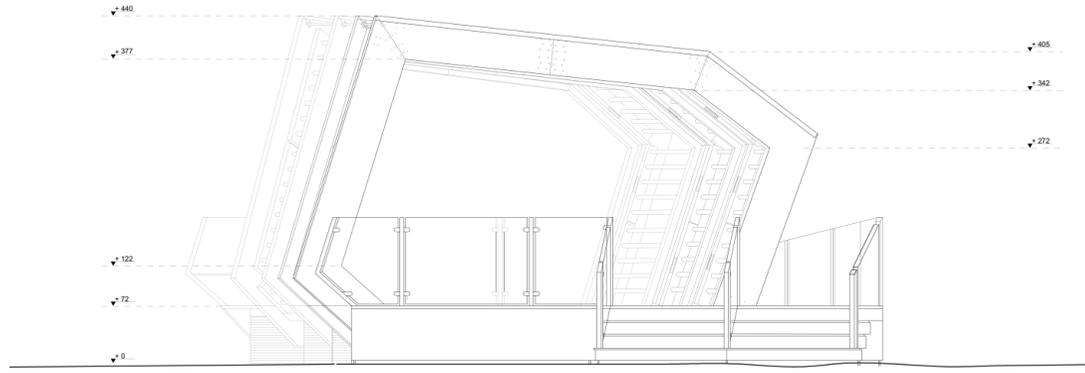


FIGURA 5.113: FIANCO SINISTRO
FIGURA 5.114: TESTATA MAGGIORE CONVESSA

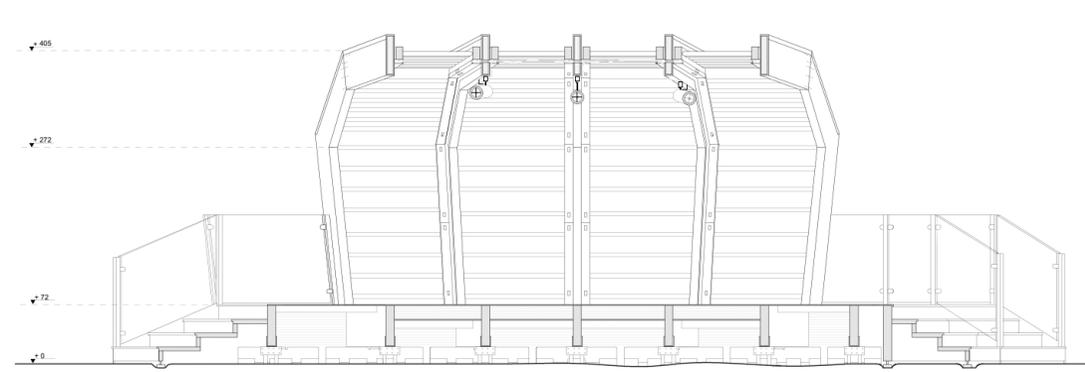
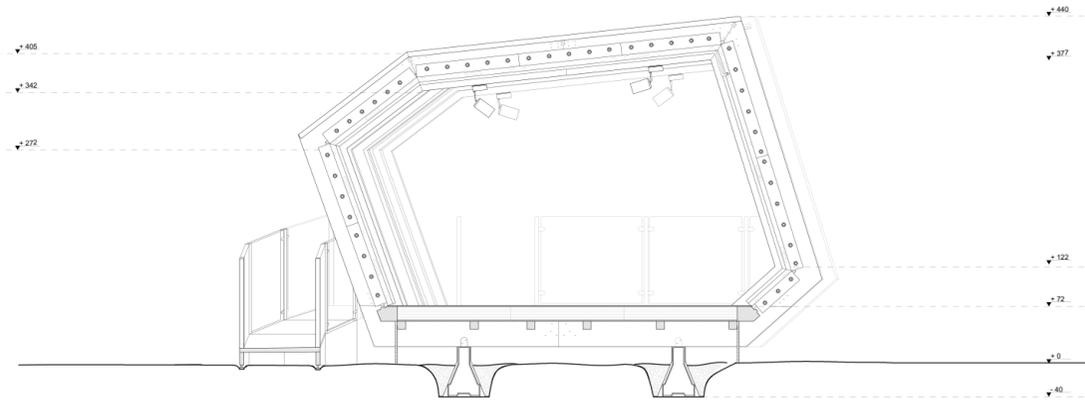


FIGURA 5.115: SEZIONE DD'
FIGURA 5.116: SEZIONE CC'

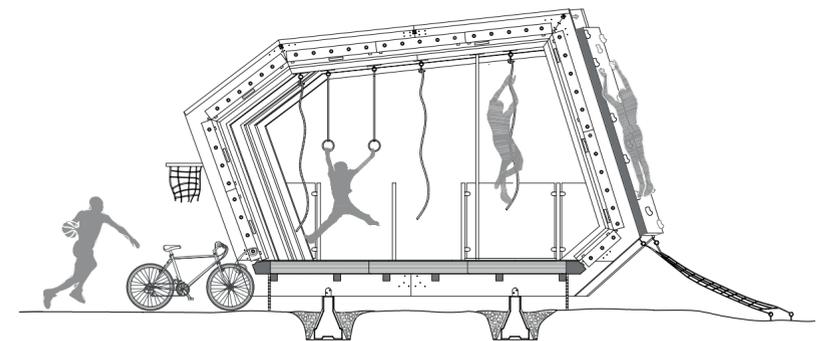
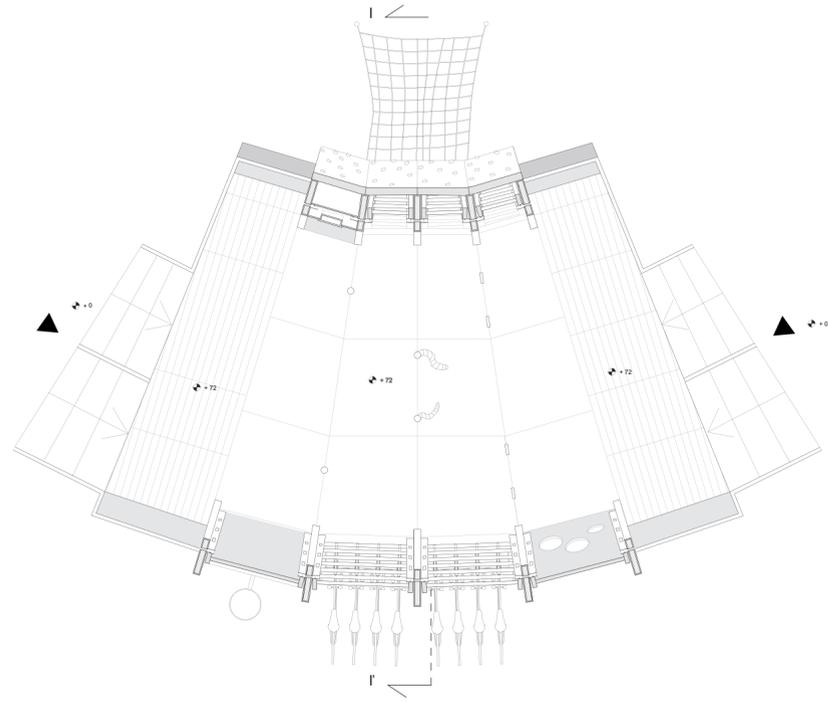


FIGURA 5.117: PIANTA PLAYHOUSE
FIGURA 5.118: SEZIONE II'

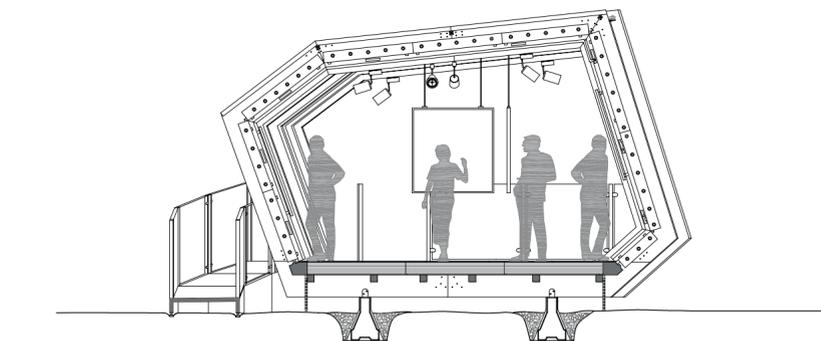
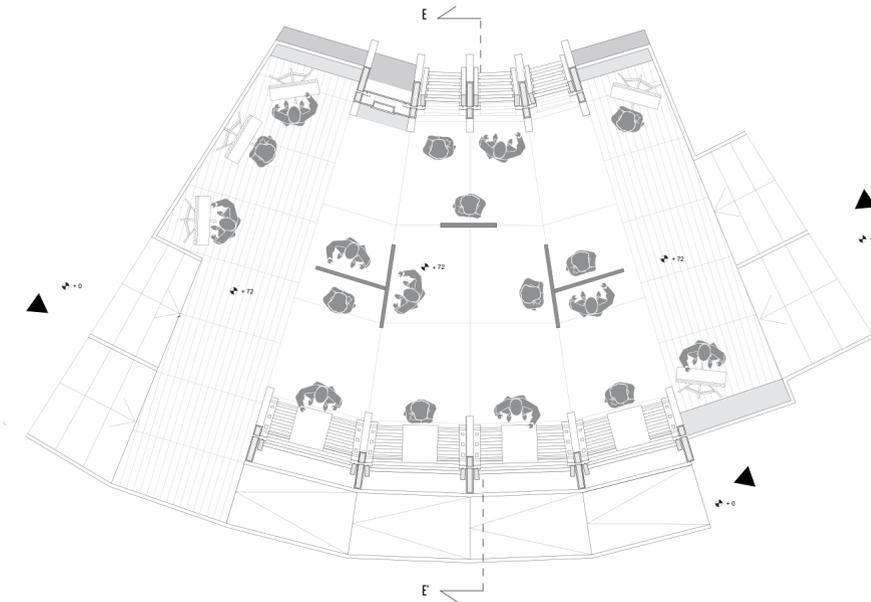


FIGURA 5.119: PIANTA STAND ESPOSITIVO
FIGURA 5.120: SEZIONE II'

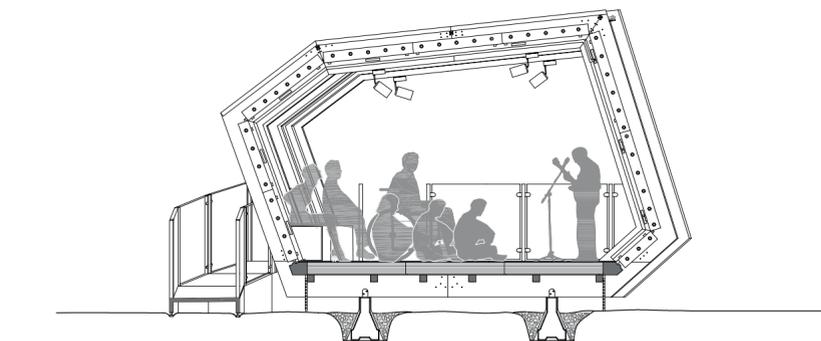
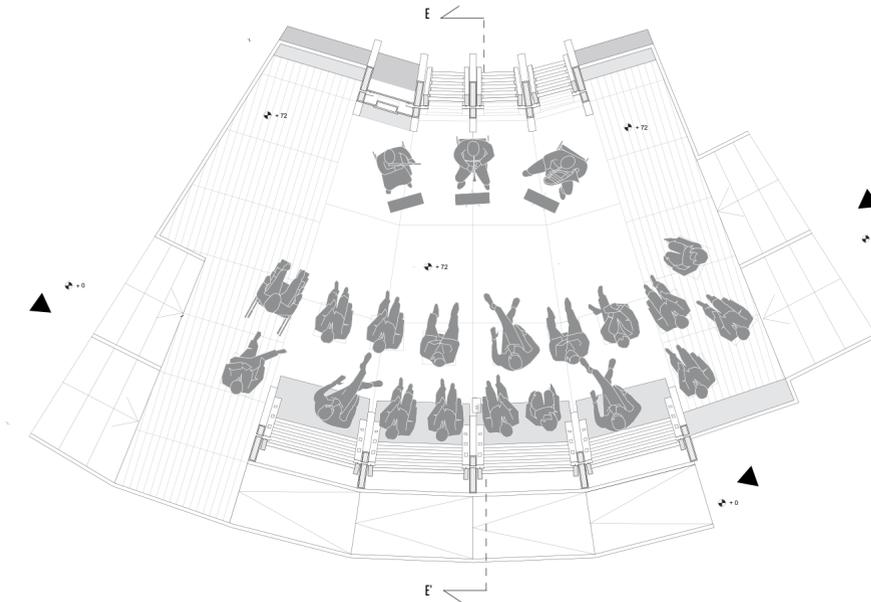


FIGURA 5.121: PIANTA STAND PER SPETTACOLI
FIGURA 5.122: SEZIONE II'

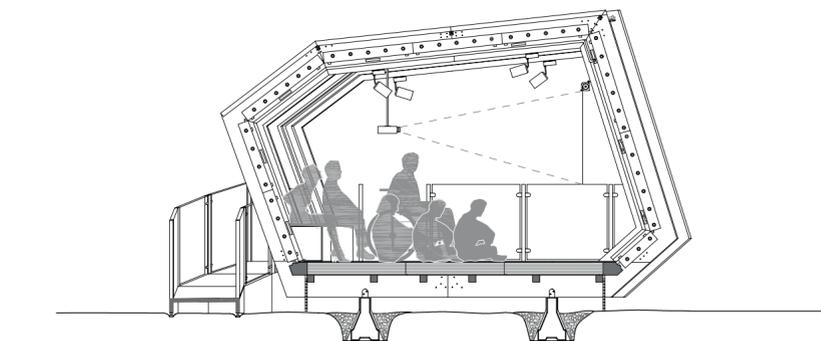
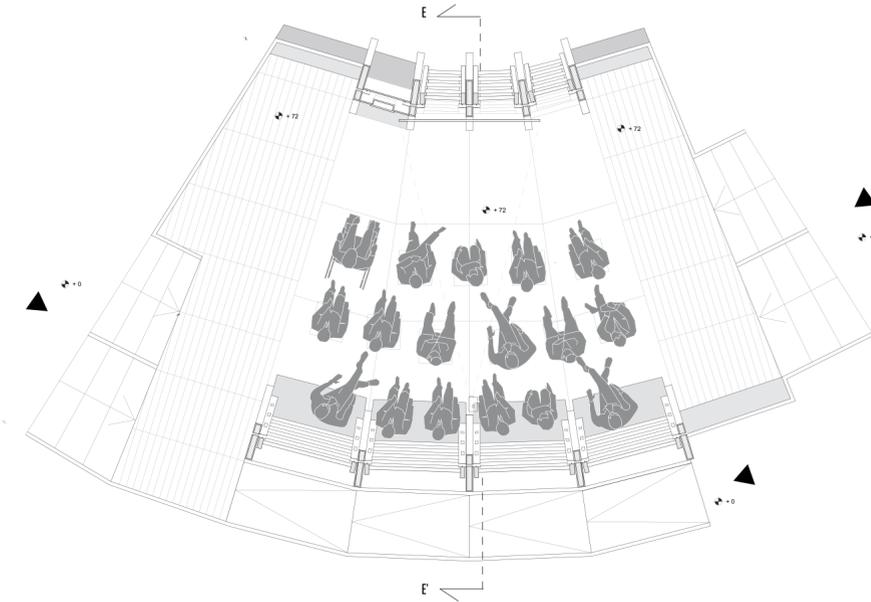
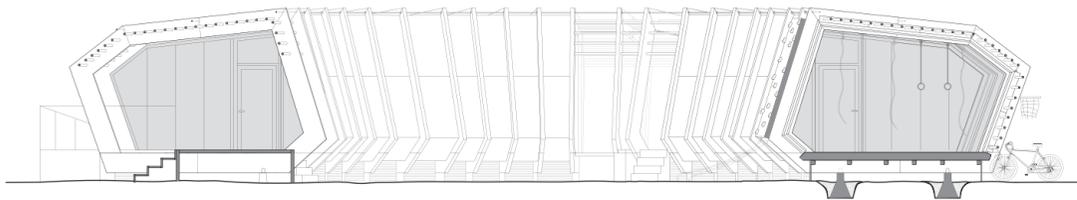
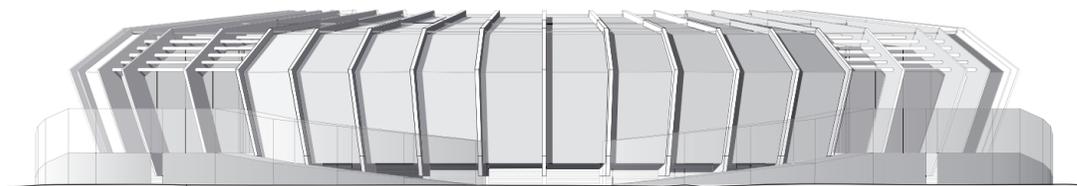


FIGURA 5.123: PIANTA CINEMA ALL'APERTO
FIGURA 5.124: SEZIONE II'

VERSIONE AGGREGATA DEI BOX



0 0,5 1 1,5 2 2,5 m

FIGURA 5.125: TESTATA CONVESSA
 FIGURA 5.126: SEZIONE LL'

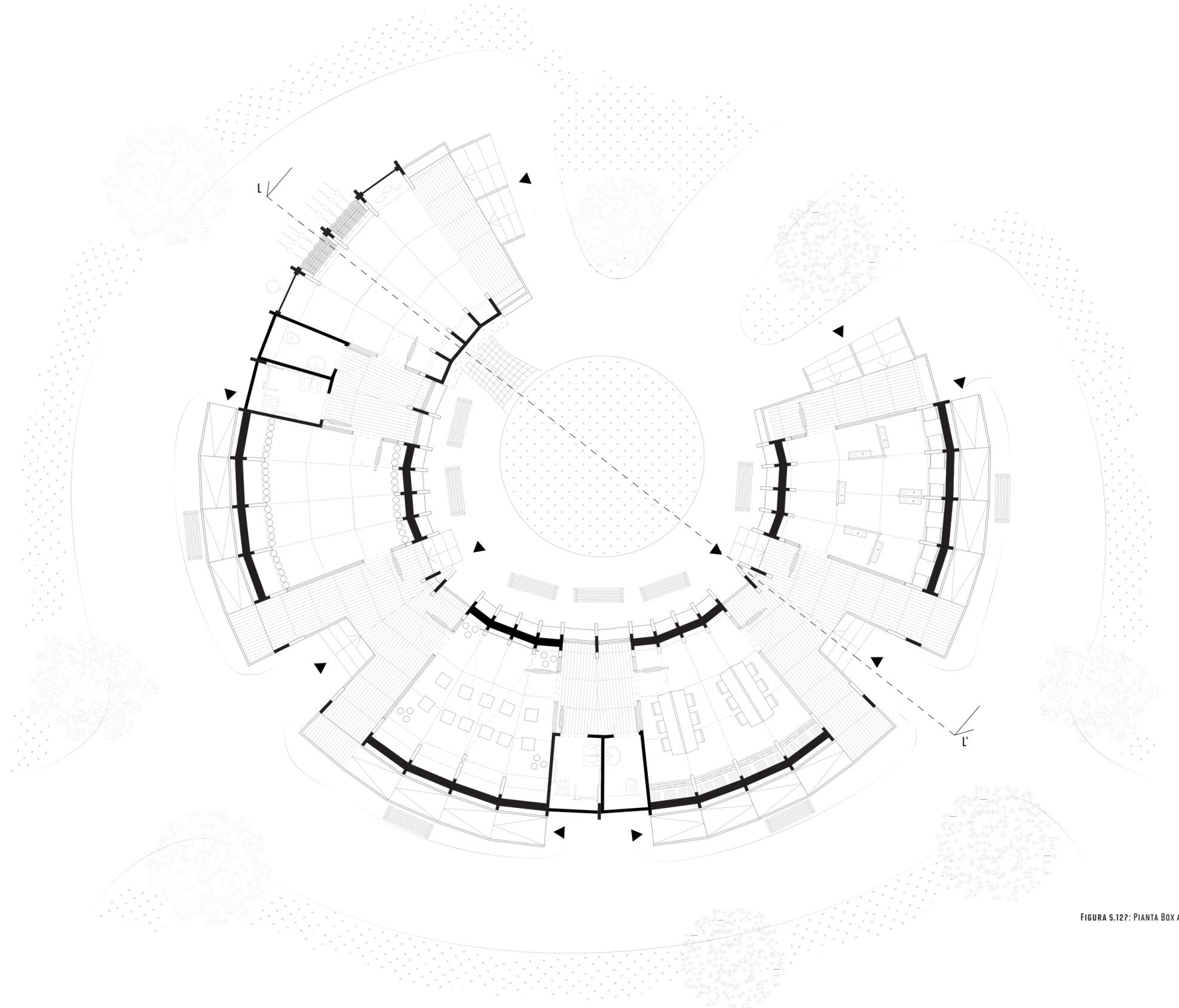
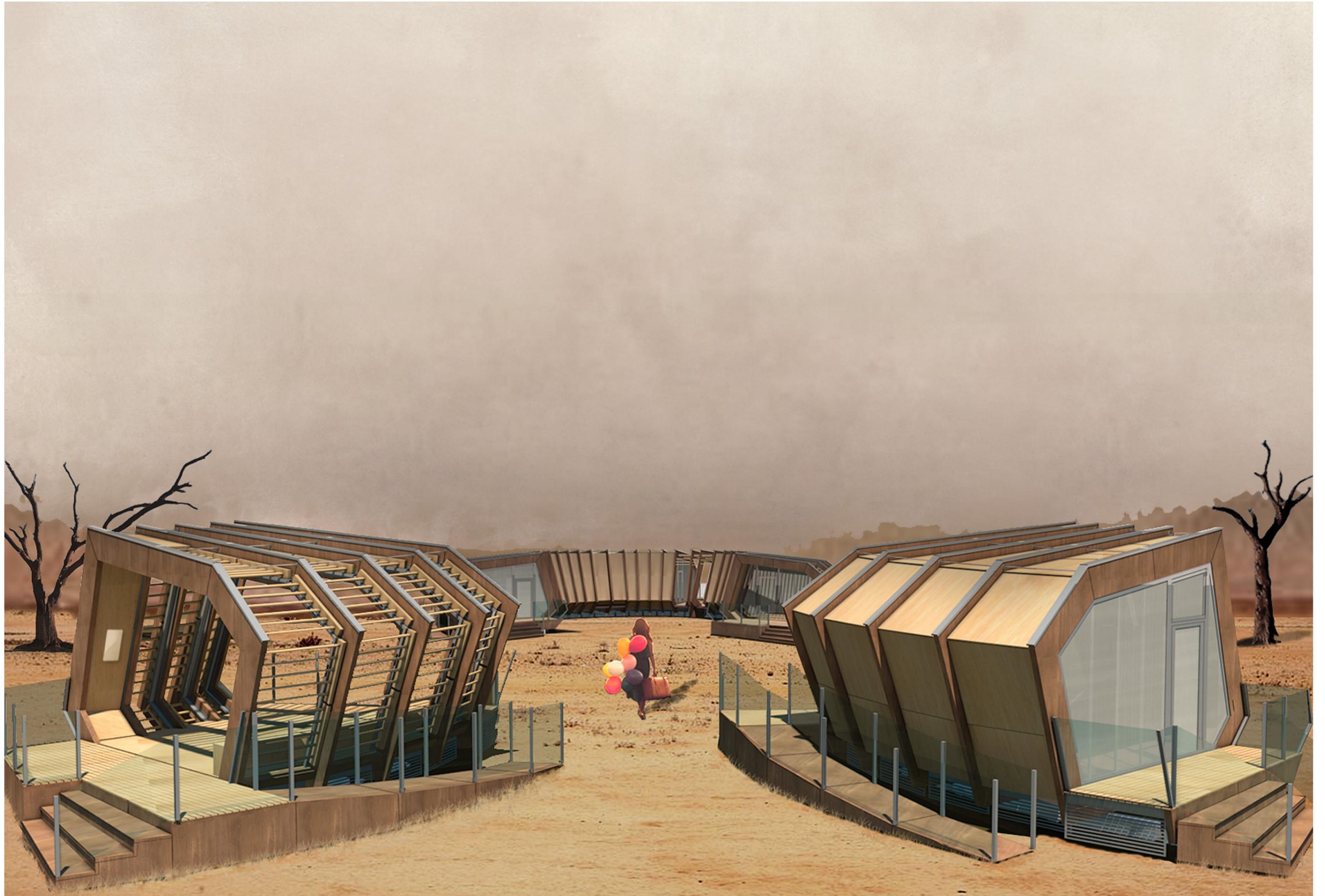


FIGURA 5.127: PIANTA BOX AGGREGATI



PROGETTO TECNOLOGICO DELLA SALA PROIEZIONI

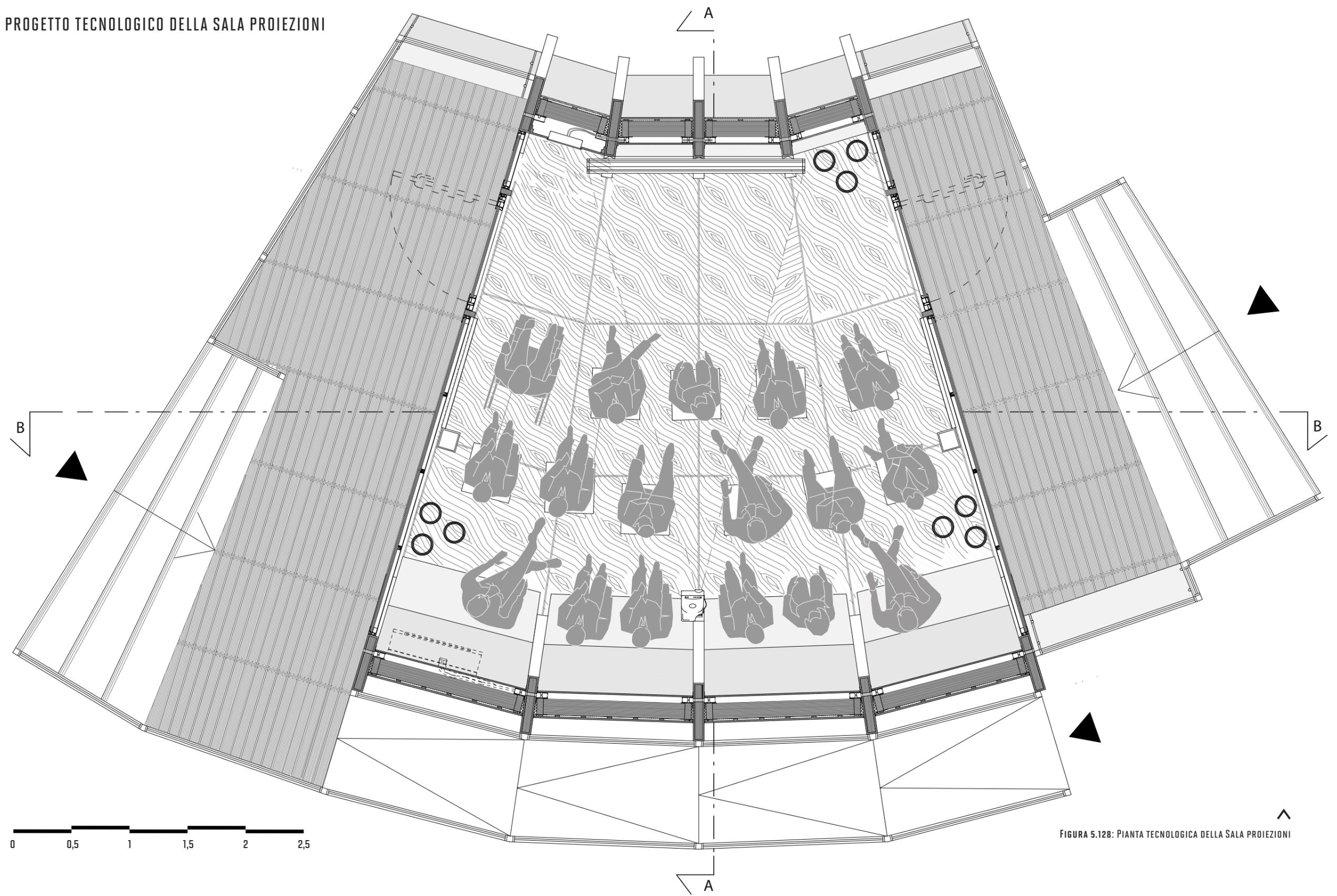


FIGURA 5.128: PIANTE TECNOLOGICA DELLA SALA PROIEZIONI

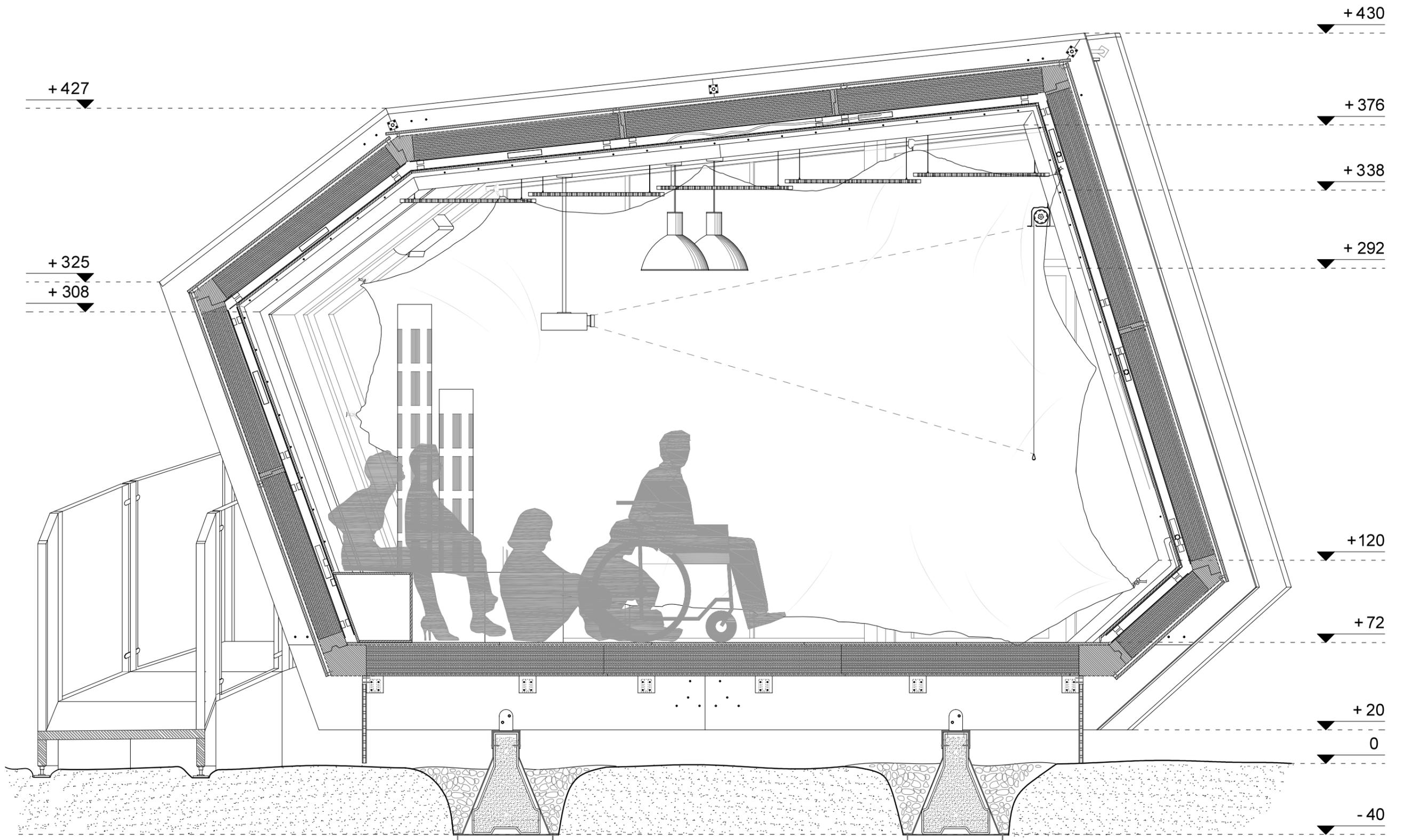


FIGURA 5.129: SEZIONE TECNOLOGICA A-A DELLA SALA PROIEZIONI

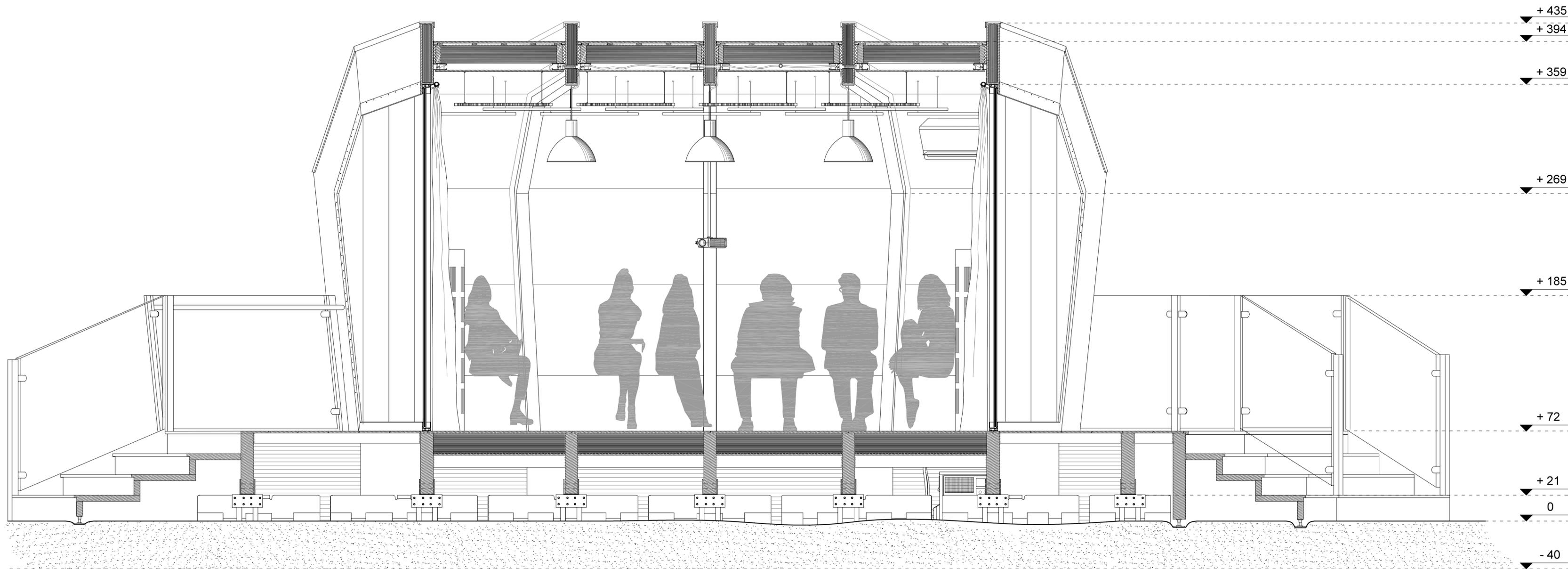
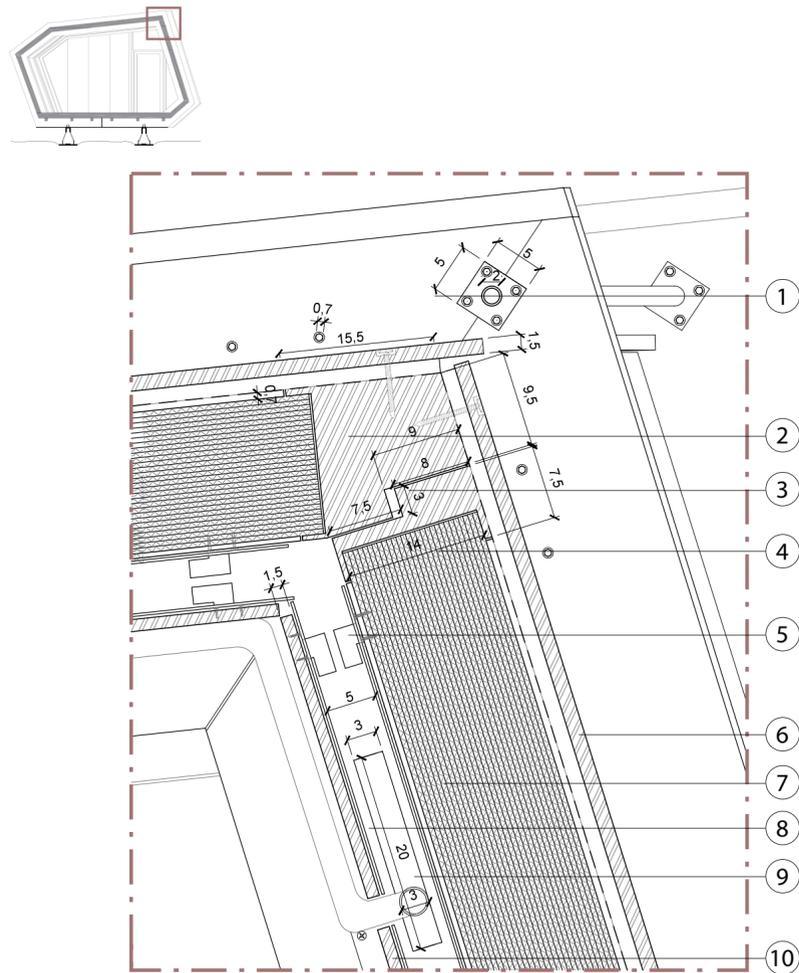
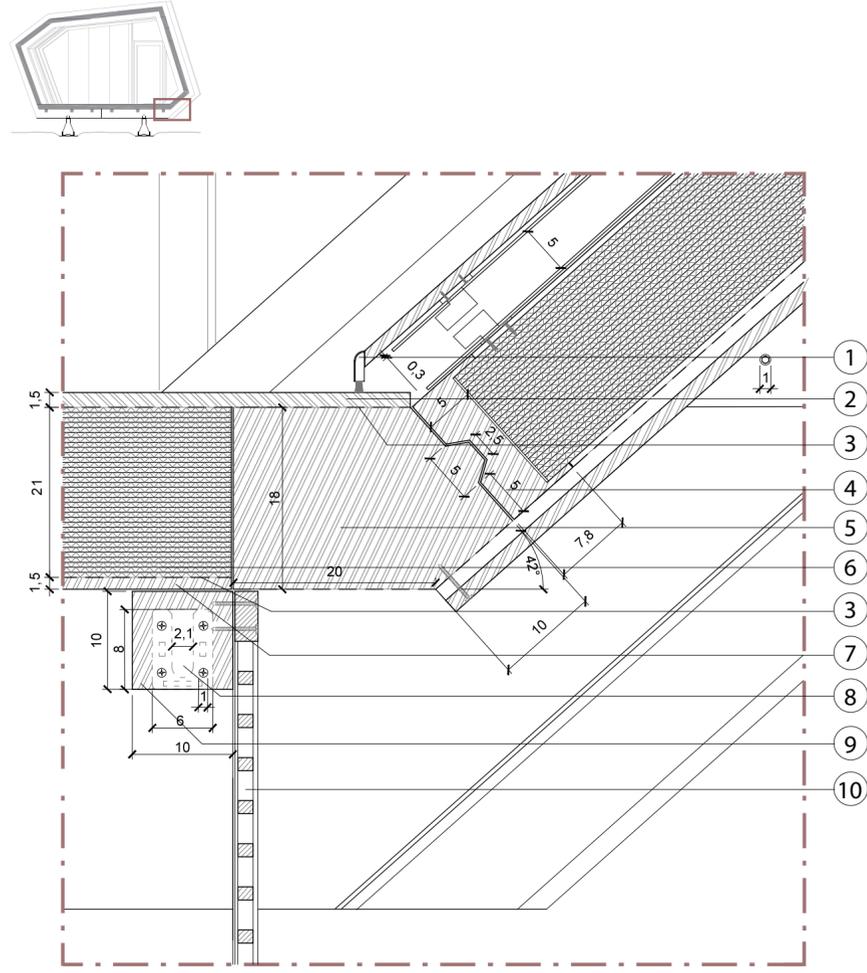


FIGURA 5.130: SEZIONE TECNOLOGICA B-B DELLA SALA PROIEZIONI



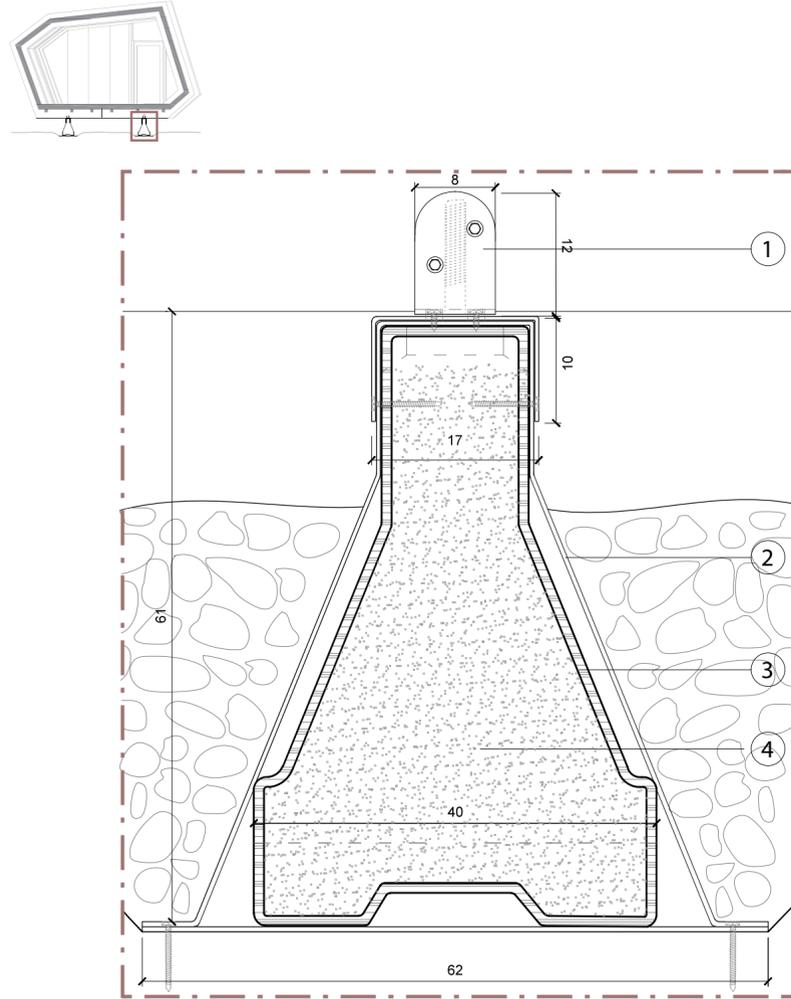
1. Controventi di irrigidimento della struttura in acciaio d=2cm con staffa di aggancio 5x5cm
2. Telaio in legno di abete; l= 65cm, la= 15,5x9,5x15,5x15cm
3. Telaio in legno di abete; l= 65cm, la= 10,5x7,5x15x2cm
4. Membrana/guaina resistente altamente traspirante a 3 strati sp=0,4mm, $\lambda = 0,23$ w/mk
5. Gancio zincato per scaffalature; l= 4x2cm, sp= 2cm
6. Rivestimento esterno in compensato marino sp= 1,5cm + listelli ancoraggio sp= 1,5cm
7. Pannello perimetrale da 28 strati in cartone ondulato riciclato di sp= 0,5cm cad. Sp. tot. 15cm
8. Staffa ad omega in acciaio per aggancio pannelli; l= 10x5cm, con alette l=5cm, s= 0.5cm
9. Buco per passaggio cavi elettrici tra le "omega" di sp= 3cm con
10. Rivestimento interno in compensato; sp= 1,5cm

FIGURA 5.131: DETTAGLIO AGGANCIAMENTO TRA PANNELLI SUPERIORI
SCALA 1 : 5



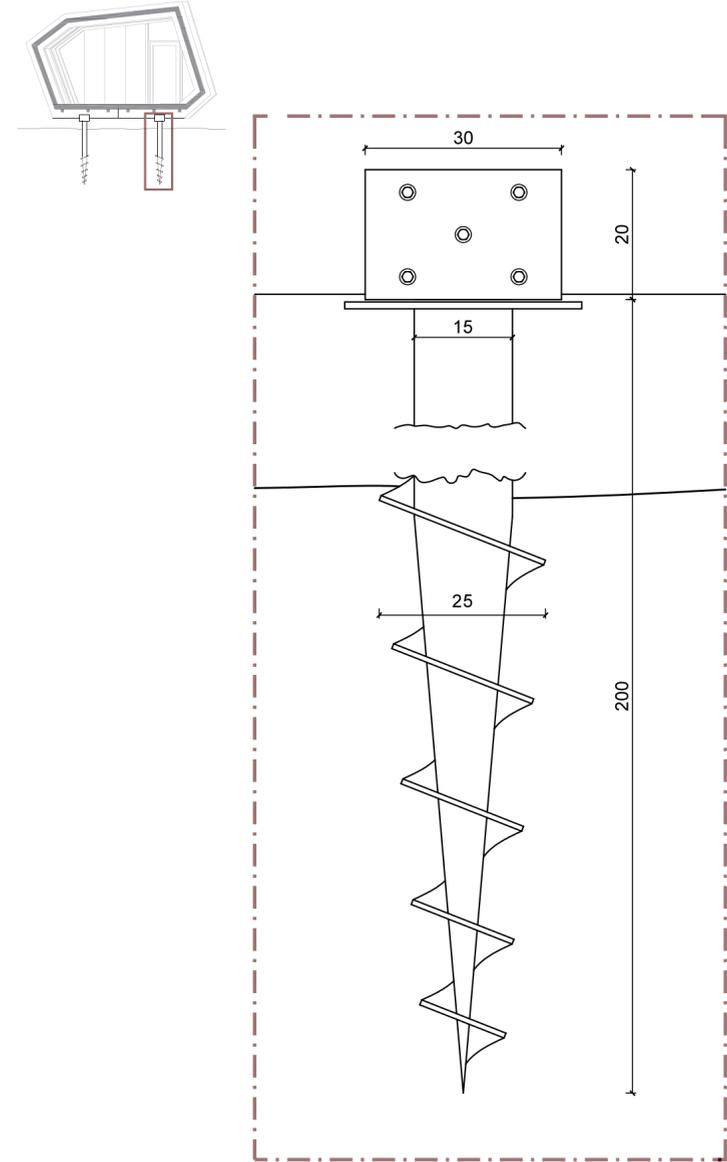
1. Isolante per porte in alluminio con spazzola flessibile a molla di l= 100 cm, h=4cm.
2. Pavimento in compensato di sp= 1,5cm; (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
3. Membrana/guaina resistente altamente traspirante a 3 strati sp=0,4mm, $\lambda = 0,23$ w/mk
4. Telaio in legno di abete; l= 65cm, s= 5x15cm
5. Travetto in legno lamellare; l= 65cm, s= 18x20x15cm
6. Pannello pavimentazione composto da 40 strati in cartone ondulato riciclato di sp= 0,5cm cad. Sp. tot. 21cm, (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
7. Pannelli in OSB per appoggio pavimento di sp= 1,5cm; (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
8. Gancio in acciaio per giunzione travetti-costole; sp= 2cm, dim. 6x8cm
9. Travetti in legno lamellare di irrigidimento l= var. da 140cm a 80cm, sez. 10x10cm
10. Griglia di ventilazione l= var. da 140cm a 80cm, sp= 2,5cm

FIGURA 5.132: DETTAGLIO AGGANCIAMENTO TRA TRAVI
INFERIORI E PANNELLI SCALA 1 : 5



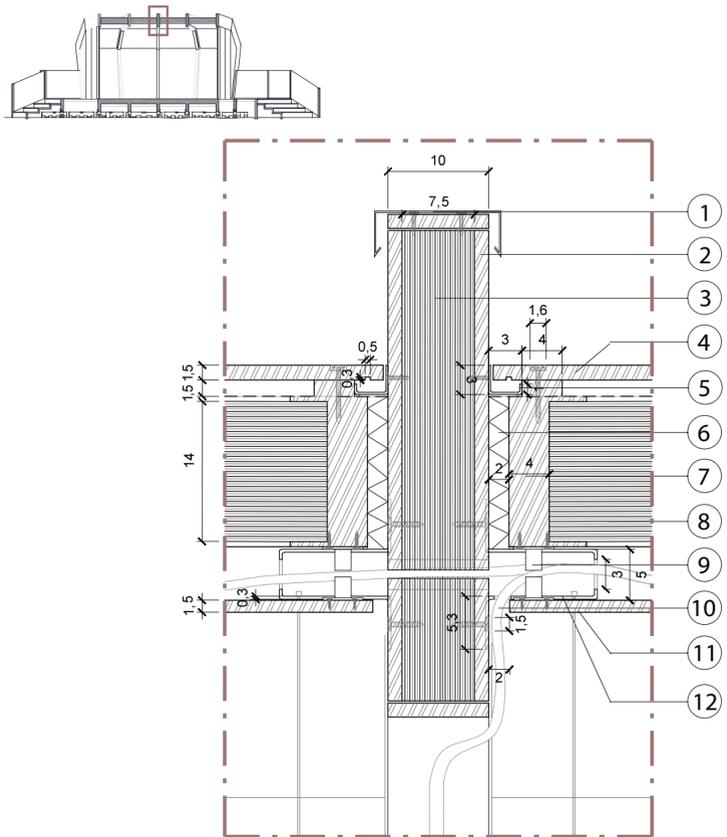
1. Porta pilastro ad ali curve dim. 8x12cm, sp= 0,5cm
2. Sella in acciaio sp = 1 cm
3. Fondazione con Barriera Stradale "New Jersey" in polietilene ad alta densità; dim. 160x40xh60 cm
4. Sabbia per zavorramento (circa 360 kg)

FIGURA 5.133: DETTAGLIO ATTACCO FONDAZIONI CON JERSEY
SCALA 1 : 5



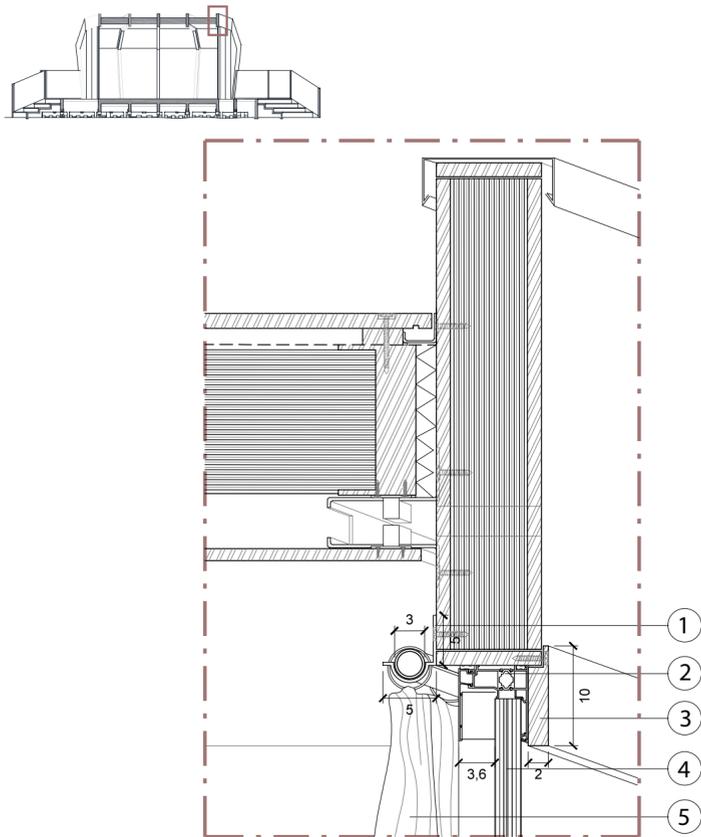
1. Porta pilastro rettangolare dim. 30x20cm, sp= 0,5cm
2. "cappelletto" in acciaio con asola regolabile per aggancio porta-pilastro sp= 1cm

FIGURA 5.134: DETTAGLIO ATTACCO FONDAZIONI CON PALI
SCALA 1 : 5



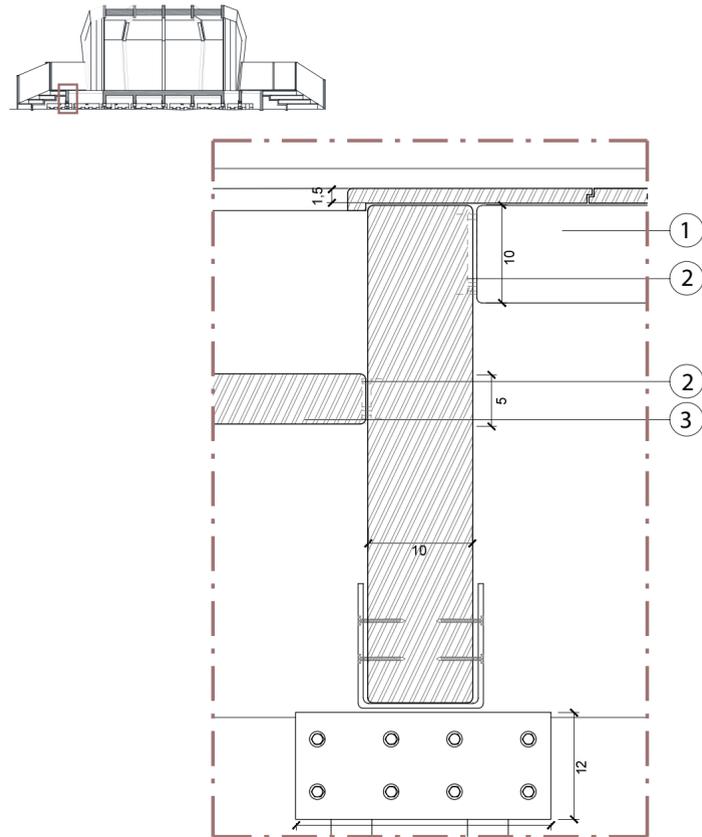
1. Scossalina in alluminio color rame dim. 12x4cm, l= 200cm, sp= 0,3cm
2. Rivestimento esterno in compensato marino sp= 1,5cm + listelli ancoraggio sp= 1,5cm
3. Pannello perimetrale composto da 15 strati in cartone ondulato riciclato di sp= 0,5cm cad. Sp. tot. 7,5cm
4. Pannello in compensato per coprire impianti; dim. 70x150cm, sp= 1,4cm
5. Centralino estetico 24 moduli con scatola ad incass; dim. 48x32x8 cm
6. Guarnizione tipo gomma piuma per assestamento pannelli sulle costole sp compresso= 2cm
7. Telaio in legno di abete; l= 65cm, la= 15x4cm
8. Pannello perimetrale composto da 28 strati in cartone ondulato riciclato di sp= 0,5cm cad. Sp. tot. 15cm
9. Gancio zincato per scaffalature; l= 4x2cm, sp= 2cm
10. Asola per passaggio cavi elettrici sp=2cm
11. Rivestimento interno in compensato; sp= 1,5cm
12. Staffa ad omega in acciaio per aggancio pannelli; l= 10x5cm, con alette l=5cm, s= 0,5cm

FIGURA 5.135: DETTAGLIO AGGANCIAMENTO IN COPERTURA TRA "COSTOLA" E PANNELLI
SCALA 1 : 5



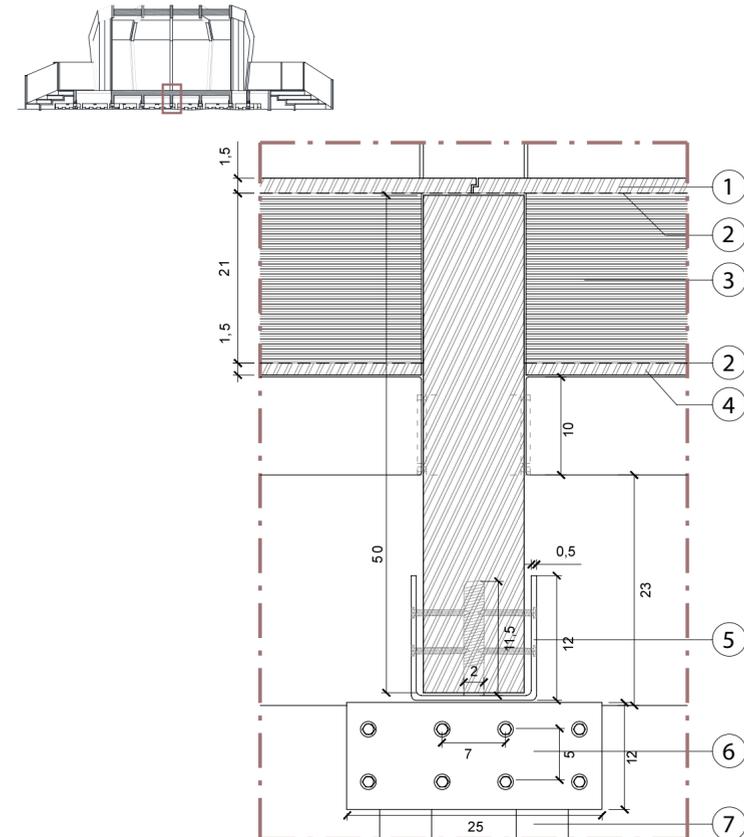
1. Supporto in acciaio per parete per aggancio bastone tenda, la= 5cm, Ø 20 mm
2. Serramento in alluminio composto da profilo base, traverso, tampone e guarnizione e con un profilo in alluminio da 32mm per la giunzione di ogni modulo
3. Coprifilo in legno per proteggere il telaio in alluminio da infiltrazioni d' acqua
4. Sistema modulare di policarbonato alveolare formato da 7 pareti con protezione ad infrarossi per raggi U.V. sp= 25mm; la= 46cm, h= var. da 250cm a 300cm tipo "arcoPlus®serie900" di "Dott. Gallina"
5. Tenda in tela oscurante grigia, con sistema di chiusura laterale con bottoni a pressione (tipo quelli usati per teli campeggio e imbarcazioni)

FIGURA 5.136: DETTAGLIO SISTEMA DI CHIUSURA IN FACCIA
SCALA 1 : 5



1. Travetti in legno lamellare di irrigidimento l= var. da 140cm a 80cm, sez. 10x10cm
2. Gancio in acciaio per giunzione travetti-costole e componente scale; sp= 2cm, dim. 6x8cm
3. Componente scale in legno

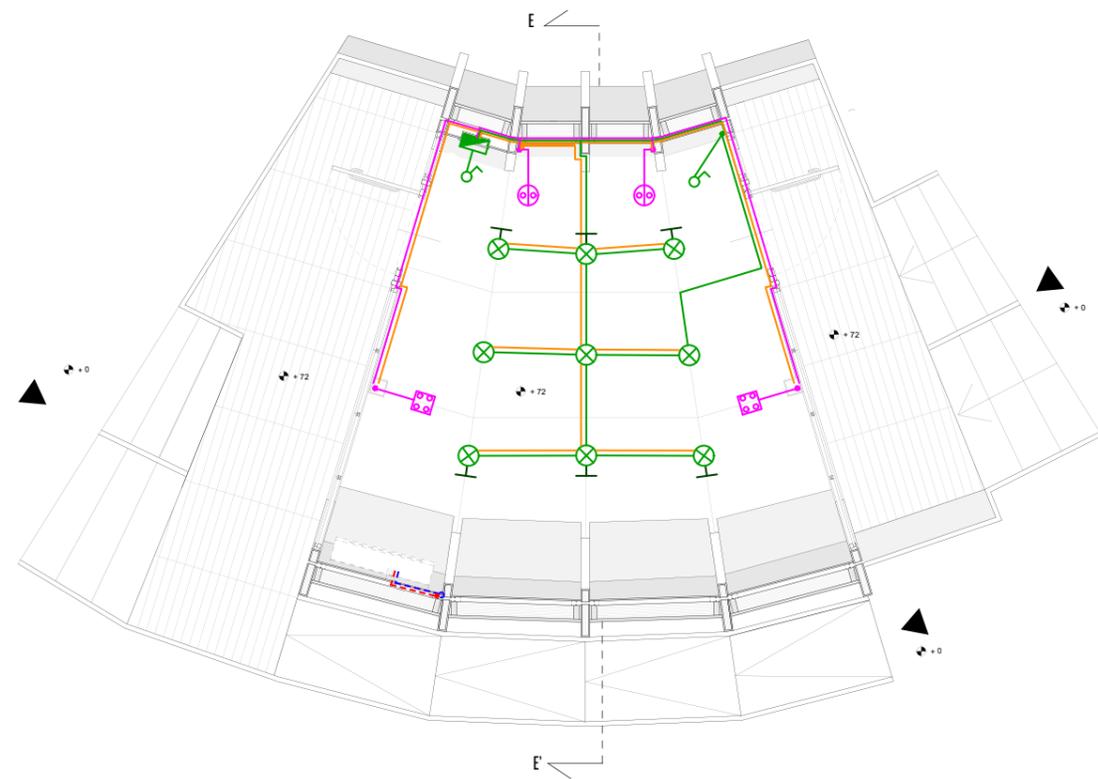
FIGURA 5.137: DETTAGLIO AGGANCIAMENTO SCALE - TRAVI DI FONDAZIONE
SCALA 1 : 5



1. Pavimento in legno di sp= 1,5cm; (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
2. Membrana/guaina resistente altamente traspirante a 3 strati sp=0,4mm, λ = 0,23 w/mk
3. Pannello pavimentazione composto da 40 strati in cartone ondulato riciclato di sp= 0,5cm cad. Sp. tot. 21cm, (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
4. Pannelli in OSB per appoggio pavimento di sp= 1,5cm; (3 tipologie) dim. 140x140x120cm; 120x140x100cm; 100x150x80cm
5. Porta pilastro ad ali curve in acciaio dim. 8x12cm, sp= 0,5cm
6. "Sella" in acciaio per rinforzo attacco tra trave e fondazione a "New Jersey", dim. 25x12, la= 17cm
7. Fasce in acciaio per rinforzo e agganciare le fondazioni sul terreno

FIGURA 5.138: DETTAGLIO CHIUSURA INFERIORE
SCALA 1 : 5

SCHEMI IMPIANTISTICI



LEGENDA SEGNI GRAFICI

- quadro elettrico
- tratto linea elettrica
- tratto linea luce
- conduttore di terra e di protezione
- presa elettrica sino a 1000w 220v
- torretta multiprese elettrica (4x 220v)
- centro luce (lampada)
- centro luce direzionale (faretti)
- interruttore comando luci
- tratto linea riscaldamento
- tratto linea raffrescamento

FIGURA 5.139: PIANTE CON SCHEMA DEGLI IMPIANTI

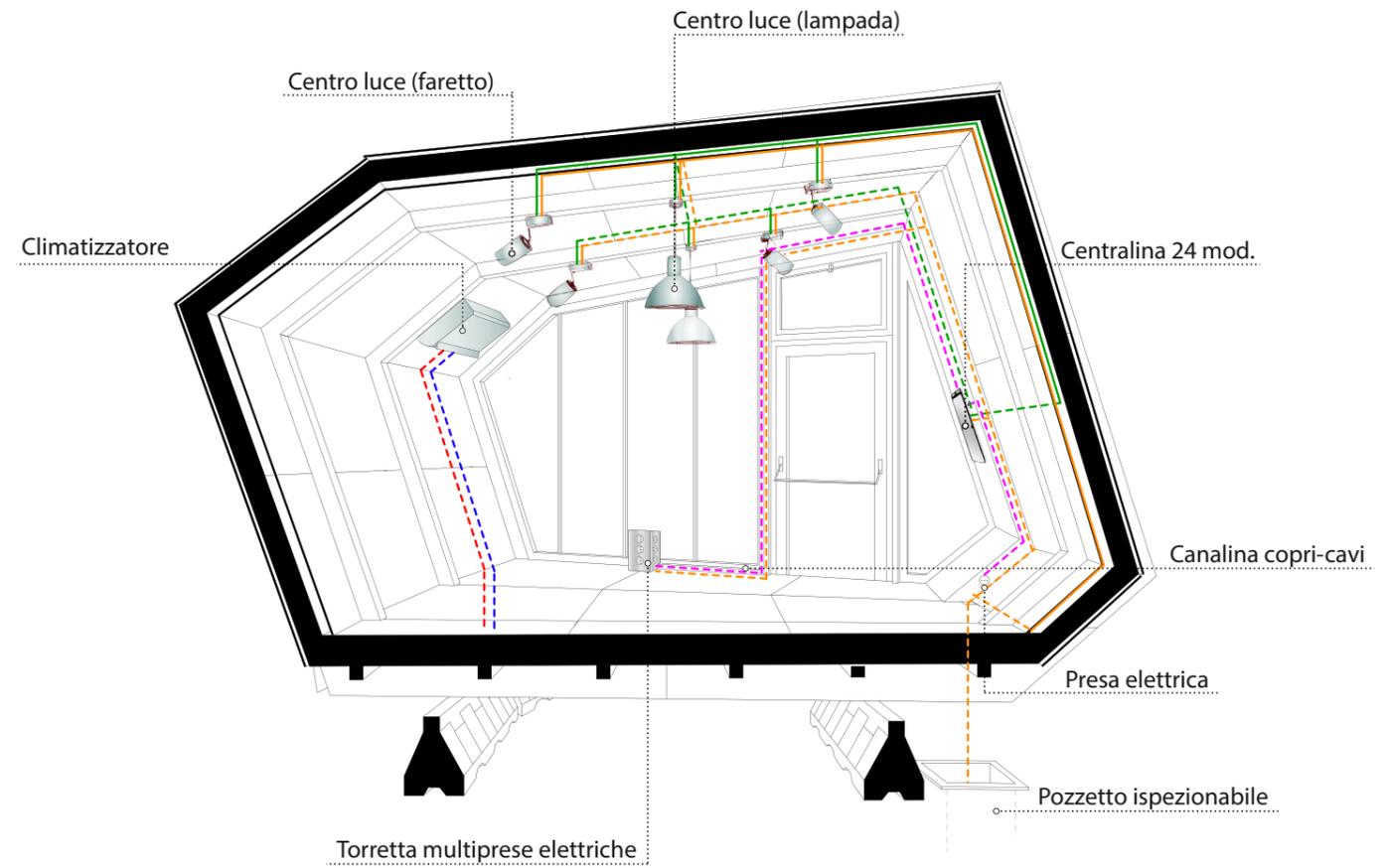


FIGURA 5.140: SEZIONE ASSONOMETRICA CON SCHEMA DEGLI IMPIANTI

CONCLUSIONE

Le situazioni successive ad un evento catastrofico presentano una serie di problematiche aggiuntive rispetto a quelle previste in un contesto ordinario, per questo è stato necessario individuare i requisiti tipici di un progetto per l'emergenza. Analizzando le soluzioni progettuali di cui l'essere umano nel corso della sua storia si è avvalso per rispondere a questo tipo di condizione, si è potuto vedere che partivano tutte dal concetto di temporaneità nonostante le esigenze cambiassero. Nel tempo quindi questa caratteristica è rimasta costante e si è legata sempre più allacciata ad altri fattori ricorrenti che sono diventati fondamentali nell'uso di una struttura d'emergenza, ovvero: Dimensioni Minime, Trasportabilità, Replicabilità/Ampliabilità, Flessibilità/Adattabilità, Assemblabilità, Autocostruzione, Reperibilità.

Per lo sviluppo del progetto THE FAN siamo partiti da questi concetti per stilare un quadro esigenziale che servisse come linea guida all'intera fase di progettazione.

L'intenzione di realizzare un elaborato incentrato su questo delicato argomento è scaturita dalla volontà di provare a dare un aiuto, nel nostro piccolo, alle popolazioni colpite da disastri. La ricerca è stata indirizzata verso qualcosa che potesse "distrarre" i cittadini dalle loro tragedie, attraverso uno spazio aggregativo nel quale svolgere attività ricreative di tipo socio-culturale. Tutto questo è stato pensato facendo conciliare l'aspetto architettonico con la semplicità costruttiva, progettando non un ambiente fisso, definito, che nascesse per un utilizzo e lo mantenesse tale, come succede appunto per un'abitazione; al contrario esso rimane flessibile e adattabile alle esigenze prestabilite tramite

semplici componenti ausiliarie e mantenendo gli elementi strutturali che ne determinano l'immagine architettonica.

Considerando l'attualità del tema dei disastri, si è cercato un pretesto reale che potesse concretizzare l'idea e lo si è ottenuto attraverso il bando di concorso dal titolo "Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma", istituito dall'Ordine degli Architetti P.P.C di Verona per aiutare appunto, quelle popolazioni colpite dall'ultimo devastante terremoto avvenuto nel Centro Italia nel 2016. Inoltre, per capire al meglio le condizioni che versano su un luogo colpito da una calamità e cercare di toccare con mano quale fosse lo stato sia materiale che morale, abbiamo avuto la possibilità di andare a visitare il territorio di Amatrice ad un anno di distanza dall'evento. Si è interagito con gli abitanti del posto, dapprima attraverso delle interviste finendo poi con amichevoli chiacchierate che hanno permesso di ottenere considerazioni molto importanti ai fini progettuali. Ciò ci ha permesso di capire come l'idea di realizzare un box ad uso socio-culturale, apparentemente superfluo, sia molto importante e necessaria in situazioni simili di emergenza, ma che sarebbe dovuta avvenire quasi immediatamente dopo un evento calamitoso come quello di Amatrice.

Questo sopralluogo è stato molto stimolante anche dal punto di vista personale in quanto ci ha fatto riflettere sui veri valori umani che hanno spinto le persone ad andare avanti, nonostante avessero perso tutto rimanendo da sole e ci ha fornito esempi di vita da prendere come riferimento.

In conclusione, nonostante il nostro progetto sia stato sviluppato pensando ad un contesto di emergenza post-calamità, guardando in un ottica futura potrebbe essere adattato anche in contesti altresì di necessità e di urgenza come nei paesi poveri del terzo mondo, o lì dove vi è avvenuta una guerra o qualcosa di simile.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- A. Sieberg, *Geologie der Erdbeben. Handbuch der Geophysik*, 2, 4, (pp. 550-555), (1930). Traduzione a cura di L. Serva.
- T. Faegre, *Tende. Architettura dei nomadi*, Dedalo, Torino 1981. Traduzione a cura di M. Giannuzzi Bruno
- E. Guida, *Abitare l'emergenza: studi e sperimentazioni progettuali*, Electa, Napoli 1988
- Y. Friedman, *L'architettura di sopravvivenza. Una filosofia della povertà*, Bollati Boringhieri Editore, Torino 1995
- L. Cavallari, *Abitare e costruire in emergenza: tecnologie per l'adeguamento dell'habitat provvisorio*, Sala, Pescara 2003
- C. C. S. Mihiel, *Strategie integrate per la progettazione e produzione di strutture temporanee per le emergenze insediative*, Clean Edizioni, Napoli 2003
- R. Bologna, C. Terpolilli, *Emergenza del Progetto, Progetto dell'Emergenza. Architetture Con-Temporaneità*, Federico Motta, Milano 2005.
- M. Perriccioli, *La temporaneità oltre l'emergenza : strategie insediative per l'abitare temporaneo*, Kappa, Roma 2005
- A. Rogora, *Carta e cartone in edilizia*, EdicomEdizioni, Roma 2006
- M. Signorino, F. Mauro, *Disastri Naturali - conoscere per prevenire*, Isat, Roma 2006.
- M. Cuzzolato, L. Frighi, *Reazioni Umane alle Catastrofi*, Gangemi, Roma 2008.
- M. Bertoldini, *Progettare oltre l'emergenza: spazi e tecniche per l'abitare contemporaneo*, Il sole 24 ore, Milano 2009
- C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea : soluzioni per l'edilizia temporanea, nomade ed estrema*, Sistemi Editoriali, Napoli 2010.
- B. Munari, *Da cosa nasce cosa. Appunti per una metodologia progettuale*, Laterza, 2010
- E. Mari, *25 modi per piantare un chiodo*, Mondadori, 2011
- P. Jodidio, *Shigeru Ban : 1957 ; Architektur, die überrascht*, Taschen, 2012
- C. Terence, *La Casa Ecologica*, Guido Tommasi Editore - Datanova, 2012
- A. D'Auria, *Abitare nell'emergenza. Progettare il post-disastro*, Edifir, 2014
- G. Messina, *Progettazione di un'abitazione monofamigliare in legno, adattabile in funzione dell'utenza e del contesto*, Tesi di laurea magistrale in Architettura, Rel. Valentino Manni, Correl. Silvia Gron, Politecnico di Torino 2015.
- S. Paulillo, *L'emergenza abitativa temporanea*, Tesi di laurea magistrale in Architettura, Rel. Guido Callegari, Politecnico di Torino, 2016.
- O. Capitani, S. Summa, *L'abitare minimo : il concorso "Future house: micro house" ed il progetto nell'area di Ponte Mosca a Torino*, Tesi di laurea magistrale in Architettura, Rel. Gustavo Ambrosini, Politecnico di Torino 2017.
- United Nations, *Global Humanitarian Overview 2017, A consolidated appeal to support people affected by disaster and conflict*, 2017
- S. Vacca D'Avino, *SchOOl: progetto per una scuola temporanea in contesti di emergenza*, Tesi di laurea magistrale in Architettura Rel. Lorena Alessio, Politecnico di Torino 2017.
- L. Margaira, *Emergenza Sostenibile? Moduli e soluzioni abitative in situazioni di emergenza. Progetto di unità abitativa post-terremoto*, Tesi di laurea magistrale in Architettura Rel. Jean Marc Tulliani Correl. Valentino Manni, Politecnico di Torino 2018

SITOGRAFIA

- www.abitare.it
- www.aci.it
- www.adaptivepack.it
- www.archicart.com
- www.architetturaecosostenibile.it
- www.archivistoricoeoliano.it
- www.bertechsystem.it
- www.building.closeupengineering.it
- www.cartonlab.com
- www.comieco.org
- www.corriere.it
- www.darchstudio.com
- www.docplayer.it
- www.domusweb.it
- www.earthquake.usgs.gov
- www.en.unesco.org
- www.green.it
- www.illibraio.it
- www.ladige.it

- www.lastampa.com
- www.meteoblue.com/it
- www.meteoweb.eu
- www.ngdc.noaa.gov
- www.protezionecivile.gov.it
- www.unisdr.org
- www.unicef.org
- www.riqualificazioneenergetica.info
- www.seismo.ethz.ch
- www.shakemap.rm.ingv.it
- www.stampareblog.it
- www.thebottomup.it
- www.tuttitalia.it
- www.vita.it
- www.youtube.com

ICONOGRAFIA

- Figura pag 16 : Cile, 22 maggio 1960. Il più grande terremoto della storia. www.diregiovani.it
- Tabella 1.1: www.archivistoricoeoliano.it
- Tabella 1.2: M.Cuzzolato, L.Frighi, “*Reazioni Umane alle Catastrofi, Gangemi*”, Roma 2008
- Figura 1.1: www.unisdr.org
- Figura 1.2: www.earthquake.usgs.gov
- Figura 1.3: www.seismo.ethz.ch
- Figura 1.4: M.Signorino, F.Mauro, *Disastri Naturali - conoscere per prevenire*, Isat, Roma 2006
- Tabella 1.3: M.Cuzzolato, L.Frighi, *Reazioni Umane alle Catastrofi, Gangemi*, Roma 2008
- Tabella 1.4: M.Signorino, F.Mauro, *Disastri Naturali - conoscere per prevenire*, Isat, Roma 2006, p. 21
- Figura 1.5: www.protezionecivile.gov.it
- Tabella 1.5: Sieberg A., (1930), *Geologie der Erdbeben. Handbuch der Geophysik*, traduzione a cura di L. Serva, pp. 550-555
- Figura pag.32: Collage di tre situazioni causate da un evento sismico, www.today.it, www.lastampa.it, www.lanuovaecologia.it,
- Figura 2.1: www.ilgiorno.it
- Figura 2.2: www.internazionale.it
- Figura 2.3: www.emergency-live.it

- Figura 2.7: www.newnotizie.it
- Figura 2.8: [/www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)
- Figura 2.9: www.domusweb.it
- Figura 2.10: www.lastampa.it
- Figura 2.11, 2.12: - C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea : soluzioni per l'edilizia temporanea, nomade ed estrema*, Sistemi Editoriali, Napoli 2010, pp. 456-457
- Figura 2.13: www.ilmessaggero.it
- Figura 2.14: www.tg24.sky.it
- Figura pag. 44: Collage di tre immagini che rappresentano gli step principali di evoluzione dell'architettura temporanea, www.fineartamerica.com, www.wikipedia.com, www.innovativamente.com
- Figure 3.1-3.3: www.scandinavia-design.fr
- Figure 3.4,3.5,3.7,3.19,3.27,3.48: www.architetturaecosostenibile.it
- Figura 3.6: www.unisdr.org
- Figura 3.10: www.wikitecnica.com
- Figura 3.11-3.23, 3.25: C. Masotti, *Manuale di architettura di emergenza e temporanea : soluzioni per l'edilizia temporanea, nomade ed estrema*, Sistemi Editoriali, Napoli 2010, pp. 48-51,58,67-69,119,124,128,129
- Figura 3.24, 3.26: www.quonset-hut.blogspot.it

Figura 3.28: www.bestbajanlife.blogspot.it

- Figura 3.29: www.greenprophet.com

- Figura 3.30: www.curvatecture.com

- Figura 3.31: www.wikipedia.org

- Figura 3.32: www.noleggiostrutture.it

- Figura 3.33,3.34: www.ladige.it

- Figura 3.35,3.36: www.lastampa.com

- Figura 3.37: www.pinterest.it

- Figura 3.38: www.bookpatrol.net

- Figura 3.39: www.artribune.com

- Figura 3.40: www.domusweb.it

- Figura 3.41: www.la-croix.com

- Figura 3.42-3.44: www.abitare.it

- Figura 3.45: www.onsitearchitecture.com

-- Figura 3.46: www.designboom.com

- Figura 3.47: www.no-miedo.blogspot.it

- Figura 3.49, 3.50: www.inhabitat.com

- Figura 3.51-3.53: www.slideshare.net

- Figura 3.54,3.55: www.viralnova.com

- Figura 3.56: www.plataformaarquitectura.gl

- Figura 3.57: www.lifegate.it

- Figura 3.58: www.focusarchitettura.wordpress.com

- Figura 3.59: www.adspazio.it

- Figura pag.88: collage di due immagini che raffigurano le condizioni di Amatrice prima e dopo il terremoto, www.oggigreen.it, www.iltempo.it

- Tabella 4.1: www.shakemap.rm.ingv.it

- Figura 4.2, 4.3: www.medicinaonline.co

- Figura 4.4: www.chimicare.org

- Figura 4.5: www.maps.google.com

- Figura 4.6: www.focus.it

- Figura 4.7: www.osservatorio-amatrice.blogautore.repubblica.it

- Tabella 4.2: www.gazzettaufficiale.it

- Figura 4.8, 4.9: www.meteoblue.com

- Figura 5.3: <http://www.traccescoutlamezia.it>

- Figura 5.4: <http://www.tempodieventi.com>

- Figura 5.5: [http:// www.tridium.us](http://www.tridium.us)

- Tabella 5.1: www.plastomec.it

- Figura 5.10: www.plastomec.it

- Figura 5.13: www.fondazioniavite-techcenter.blogspot.it
- Tabella 5.2: www.scaligeraservice.com
- Figura 5.18: www.edizionieuropee.it
- Figura 5.23: www.scandinavia-design.fr
- Figura 5.24: www.publico.pt
- Figura 5.25: www.domusweb.it
- Figura 5.26: www.architizer.com
- Figura 5.27: www.compagniemeco.com
- Figura 5.28: www.adaptivepack.it
- Figura 5.30: www.slideshare.net
- Figura 5.31: www.hosoyaschaefer.com
- Figura 5.32, 5.33: www.inhabitat.com
- Figura 5.29, 5.34, 5.35, 5.36: www.youtube.com
- Figura 5.37: www.lab2dot0.com
- Figura 5.38: www.m.divisare.com
- Figura 5.39: www.genitronsviluppo.com
- Figura 5.40: www.revistaq.mx
- Figura 5.41: www.archdaily.com
- Figura 5.42: www.materia.nl

- Figura 5.43: www.commons.wikimedia.com
- Figura 5.44: www.architectureau.com
- Figura 5.45: www.architetturaecosostenibile.it
- Figura 5.46: www.inhabitat.com
- Figura 5.47, 5.48: www.archilovers.com
- Figura 5.49: www.wikkelhouse.com
- Figura 5.50: www.transitieenduurzaamheid.wordpress.com
- Figura 5.51: www.feedyeti.com
- Figura 5.52: www.stuff.co.nz
- Figura 5.53: www.makeuseofengineering.wordpress.com
- Figura 5.54, 5.55: www.stephenlawrenceprize.com
- Tabella 5.4: www.pmtsrl.com
- Tabella 5.5: www.gazzettaufficiale.it
- Tabella 5.9: www.gallina.it
- Figura 5.91: www.richter-akustik-design.de
- Figura 5.92: Irene Vannucchi e Simone Secchi, *Uso innovativo del cartone per la correzione acustica e l'insonorizzazione esempi di manufatti acustici in cartone*

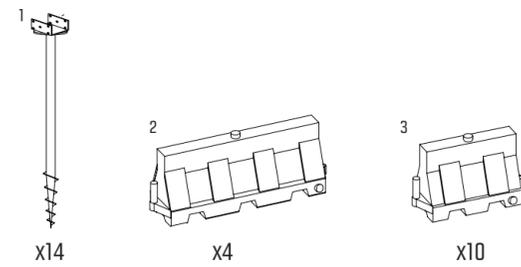
IL KIT E MANUALE DI MONTAGGIO

SCHEMA DI MONTAGGIO: SOLUZIONE A

SCHEMA DI MONTAGGIO: SOLUZIONE B

1. POSA DEL SISTEMA DI FONDAZIONE

COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Analizzare la tipologia di terreno su cui si sta costruendo e scegliere la tipologia di fondazione più adeguata: fondazione a New Jersey (2, 3) per terreni regolari e pianeggianti (soluzione A), fondazione a pali a vite (1) per terreni irregolari o sdruciolevi (soluzione B).

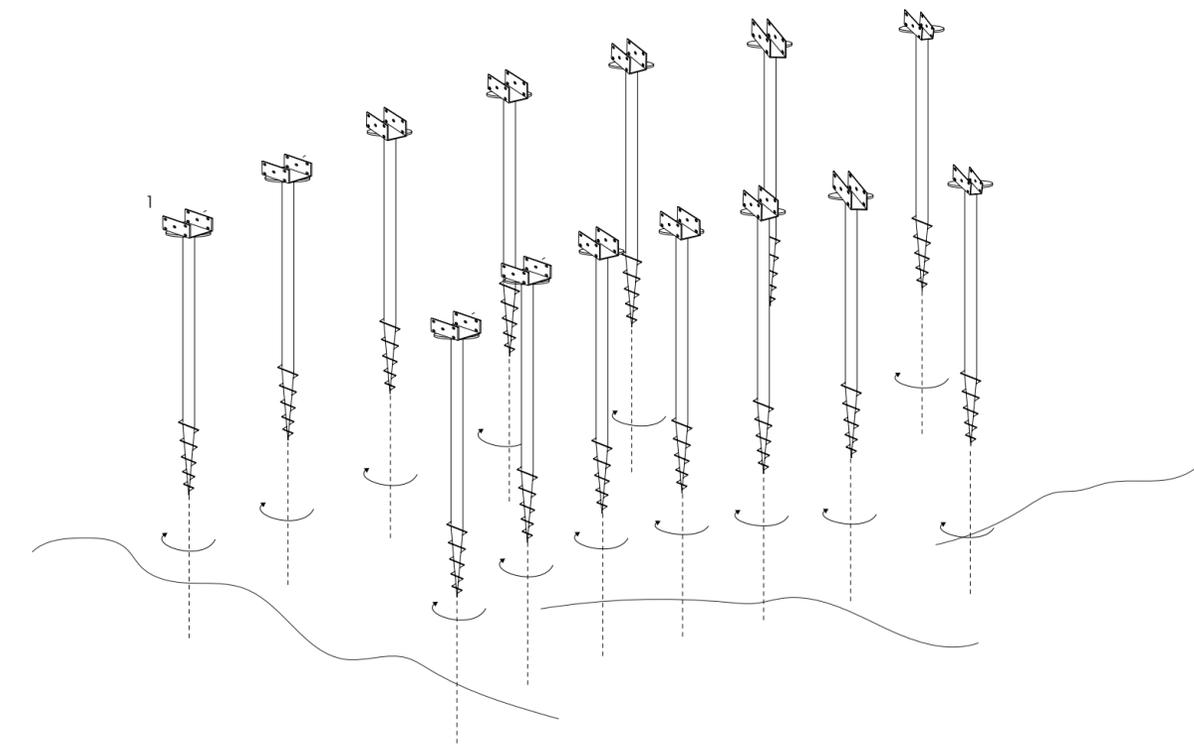
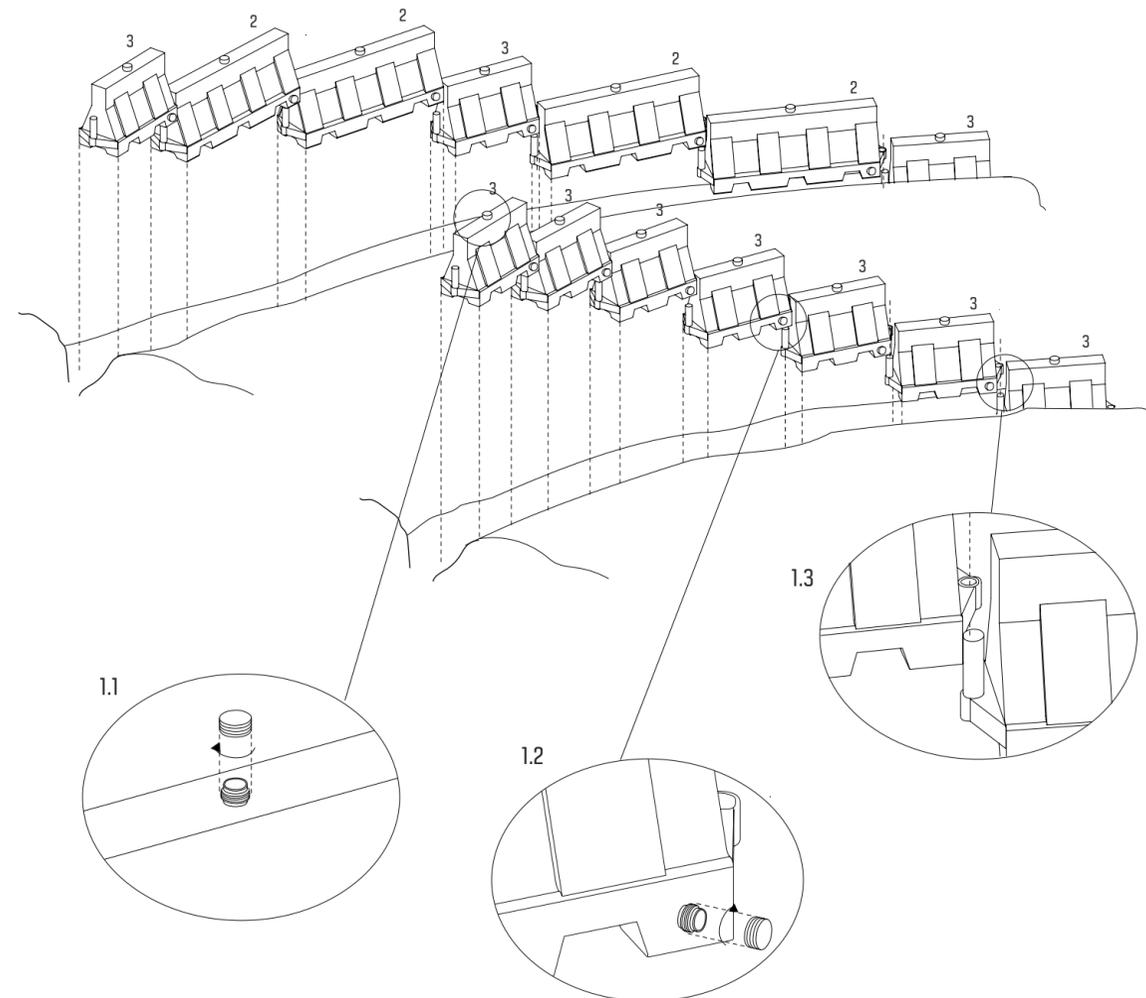
Soluzione A

- Preparazione del terreno per la posa in opera (accertarsi che il piano di appoggio sia orizzontale) e successivamente posare le fondazioni come illustrato nello schema a fianco. Accertarsi che gli elementi siano complanari tra loro che si innestino l'uno con l'altro.

- Svitare il tappo dalla bocchetta di ciascun elemento e riempirlo con sabbia in modo da aumentarne il peso e zavorrarlo al terreno (fig. 1.1). Il procedimento analogo può essere svolto utilizzando la bocchetta posta sulla parte inferiore della fondazione, quando la si vuole svuotare (fig. 1.2).

Soluzione B

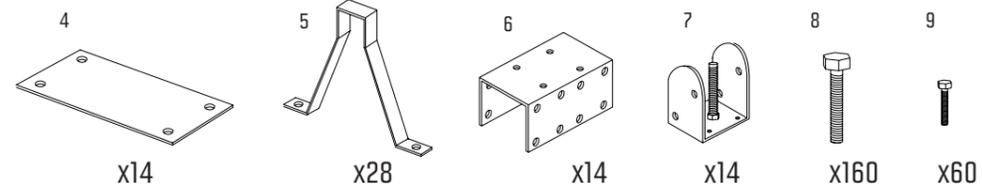
- Accertarsi prima della tipologia del terreno in cui si deve operare, in base a questo, decidere quale tipo di trivellazione eseguire per l'infissione dei pali a vite. Se il suolo lo permette è consigliabile l'infissione manuale (esecuzione più semplice e pratica), altrimenti aiutarsi con dinamometrici elettrici o trivelle idrauliche (nel caso in cui il terreno sia più roccioso).



SCHEMA DI MONTAGGIO

2. ATTACCO "PORTA-TRAVI" CON LE FONDAZIONI

COMPONENTI

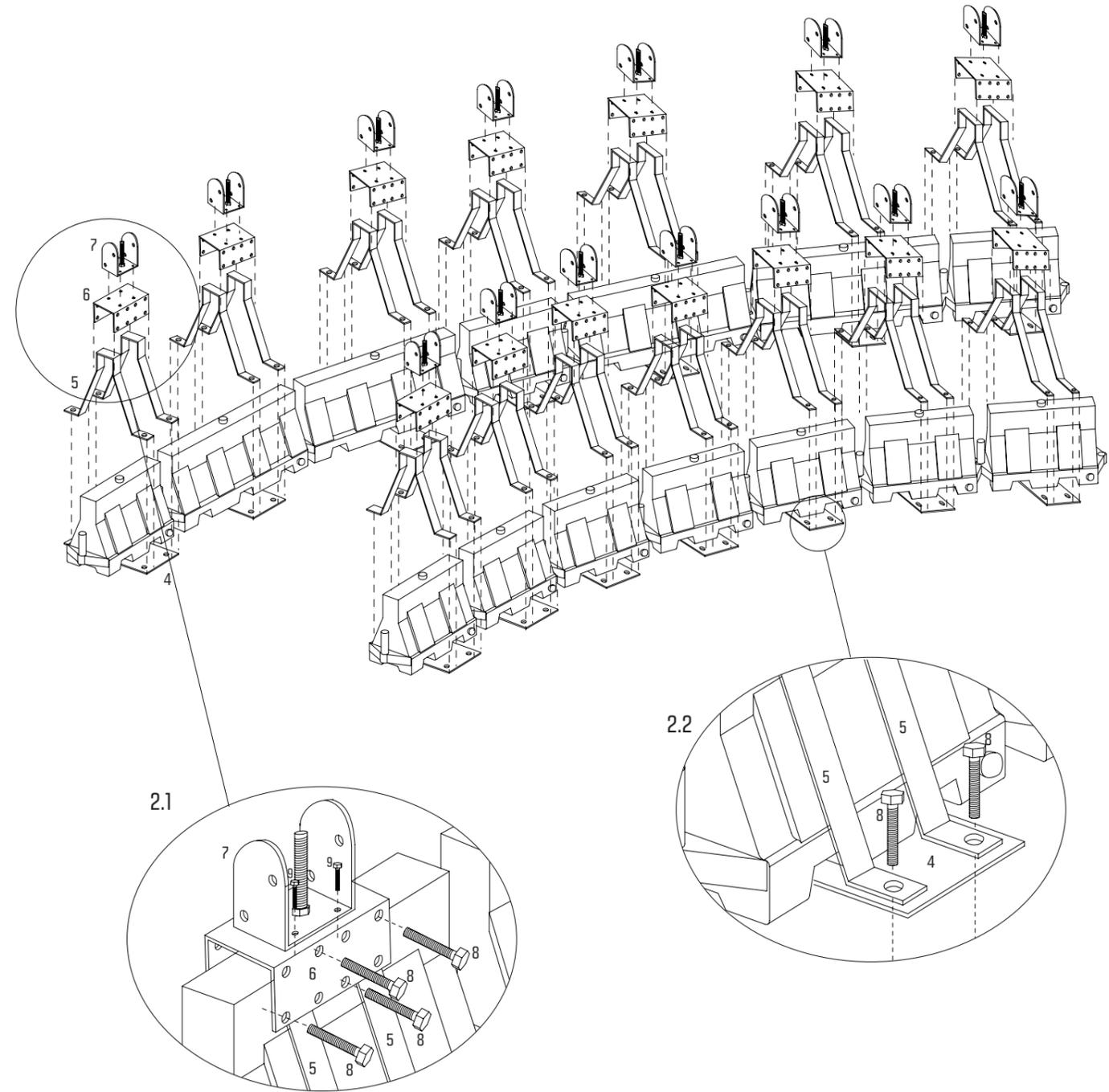


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Fissare le cinghie (5) con la piastra (4) attraverso l'uso delle viti (8) (fig. 2.2); successivamente fare lo stesso procedimento tra il porta trave (7) e la piastra metallica (6) con le viti (9). Infine fissare il tutto alle fondazioni tramite le viti (8) (fig 2.1).

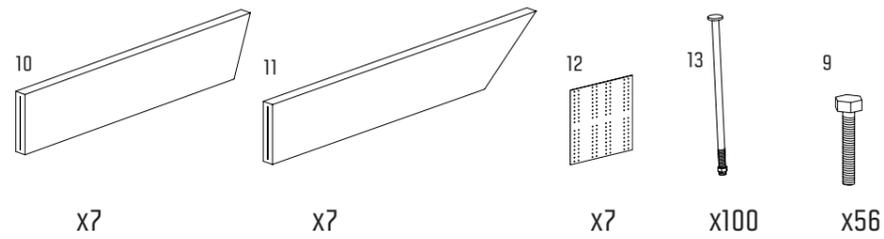
A conclusione di questo passaggio si otterranno tutte e 14 sedi per l'alloggiamento delle travi principali illustrate nel passaggio successivo.



SCHEMA DI MONTAGGIO

3. INNESTO DELLE TRAVI PRINCIPALI

COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO

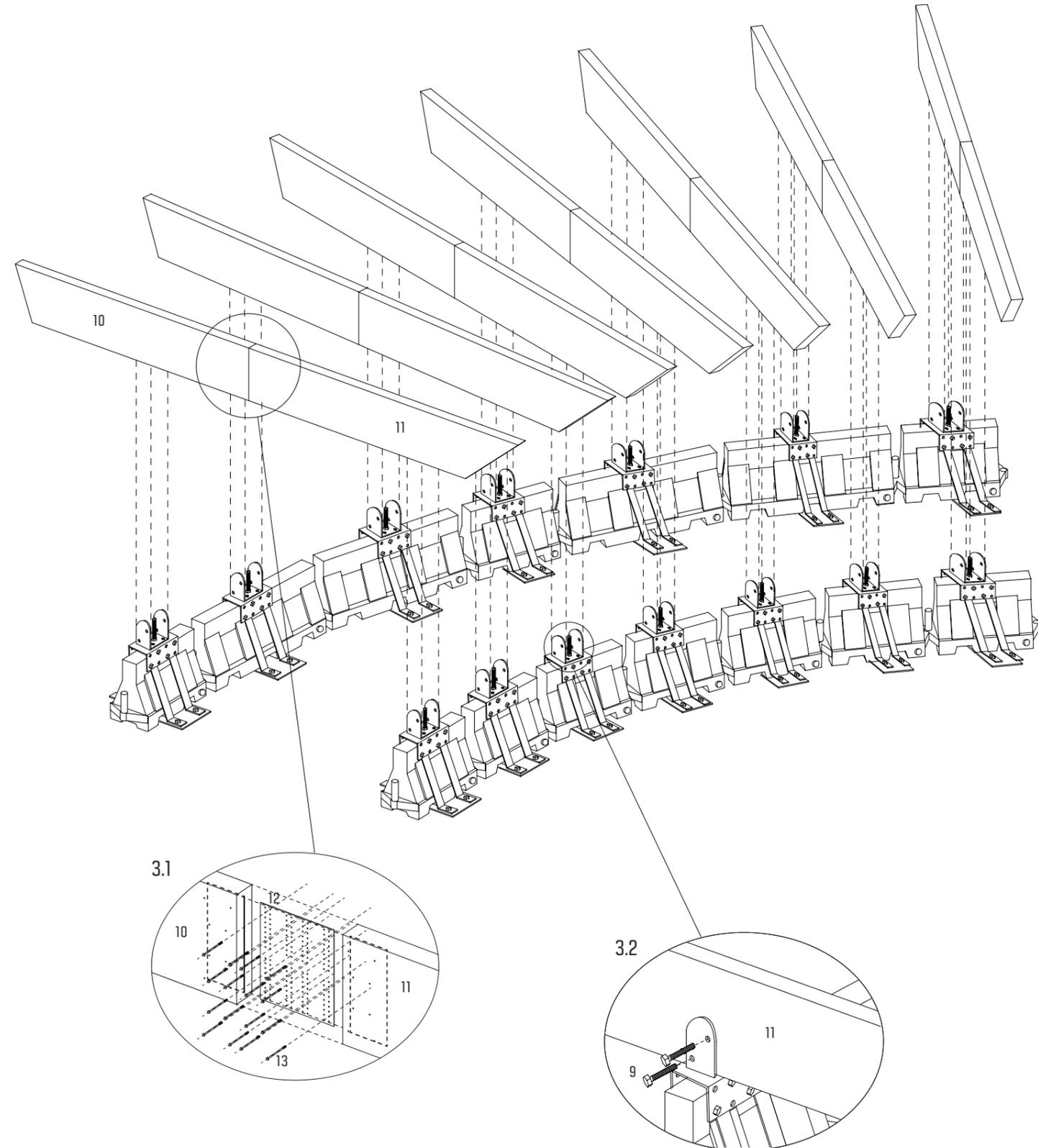


- Assemblare le due parti di ogni trave principale (10, 11) attraverso l'uso della piastra di connessine in acciaio (12) (fig 3.1).

A conclusione di questo passaggio si otterranno le 7 travi principali.

- Innestare la travi sulle fondazioni, inserendole nelle apposite sedi. Il punto di innesto è segnalato sulla base della trave stessa attraverso un foro eseguito preventivamente.

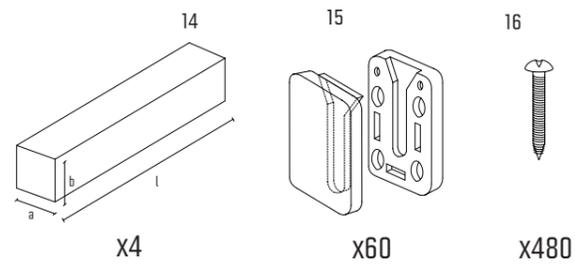
Per completare l'operazione utilizzare le viti (9) (fig. 3.2).



SCHEMA DI MONTAGGIO

4. POSA DEI TRAVETTI SECONDARI

COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO

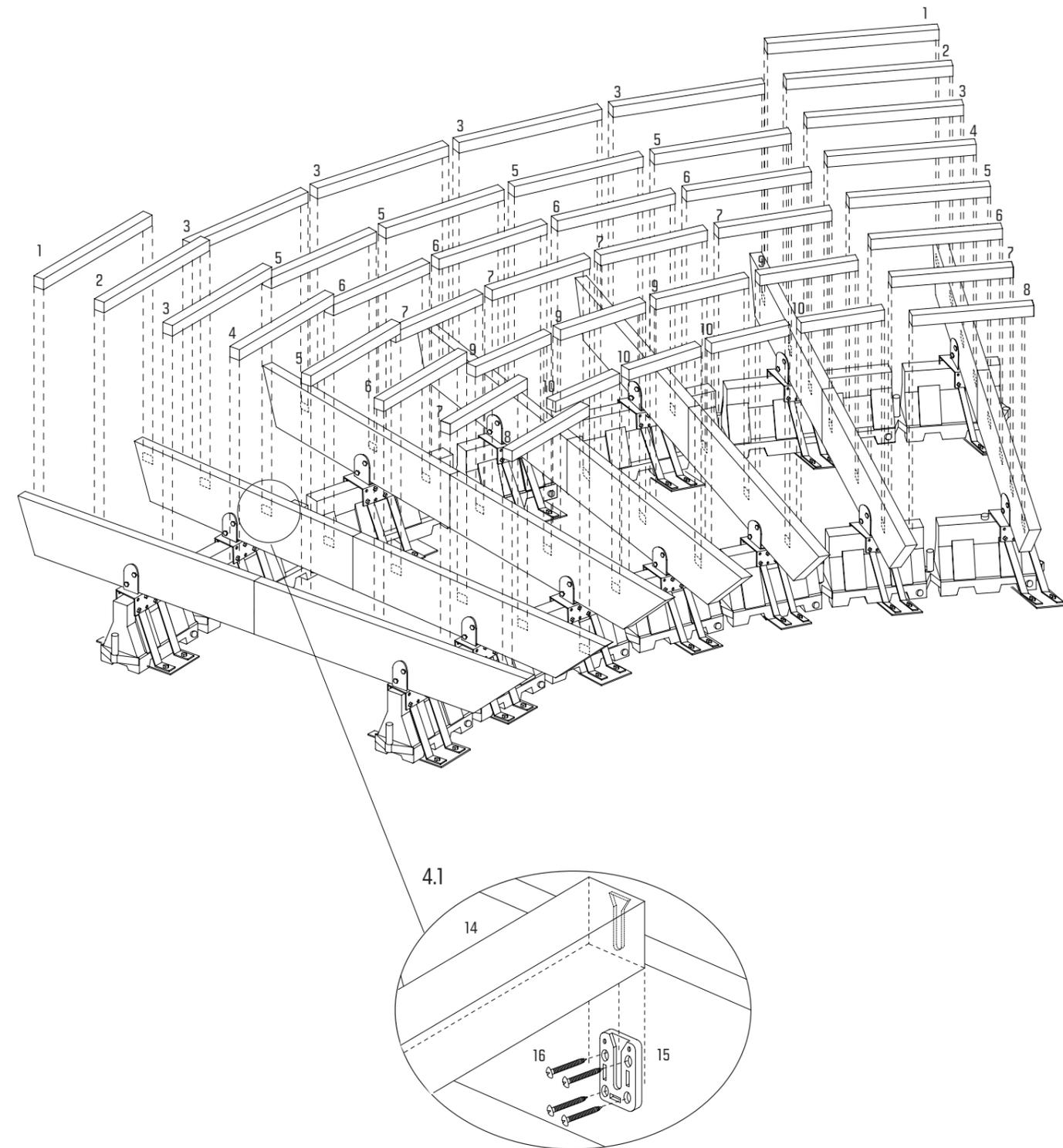


- Avvitare prima i ganci in acciaio (15), il maschio sul travetto (14) e la femmina sulle travi principali, tramite le viti (16) (fig. 4.1).

- Successivamente, agganciare le due estremità di ogni travetto all'aggancio corrispondente posto sulla trave principale (fig. 4.1).

Ogni travetto ha la stessa sezione 10x10cm ma differente lunghezza come si può osservare dalla tabella affianco.

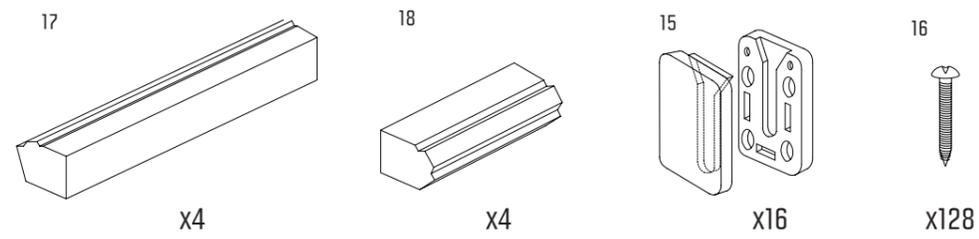
Dim. travetti secondari (14)				
Pezzo	a (cm)	b (cm)	l (cm)	n°
1	10	10	145	2
2	10	10	139	2
3	10	10	132	6
4	10	10	126	2
5	10	10	118	6
6	10	10	112	6
7	10	10	100	6
8	10	10	87	4
9	10	10	74	4



SCHEMA DI MONTAGGIO

5. POSA DELLE TRAVI PERIMETRALI

COMPONENTI

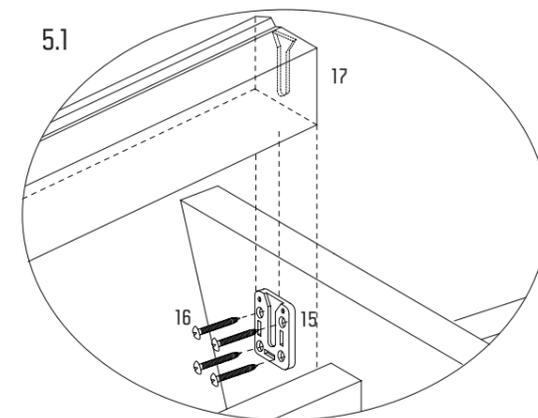
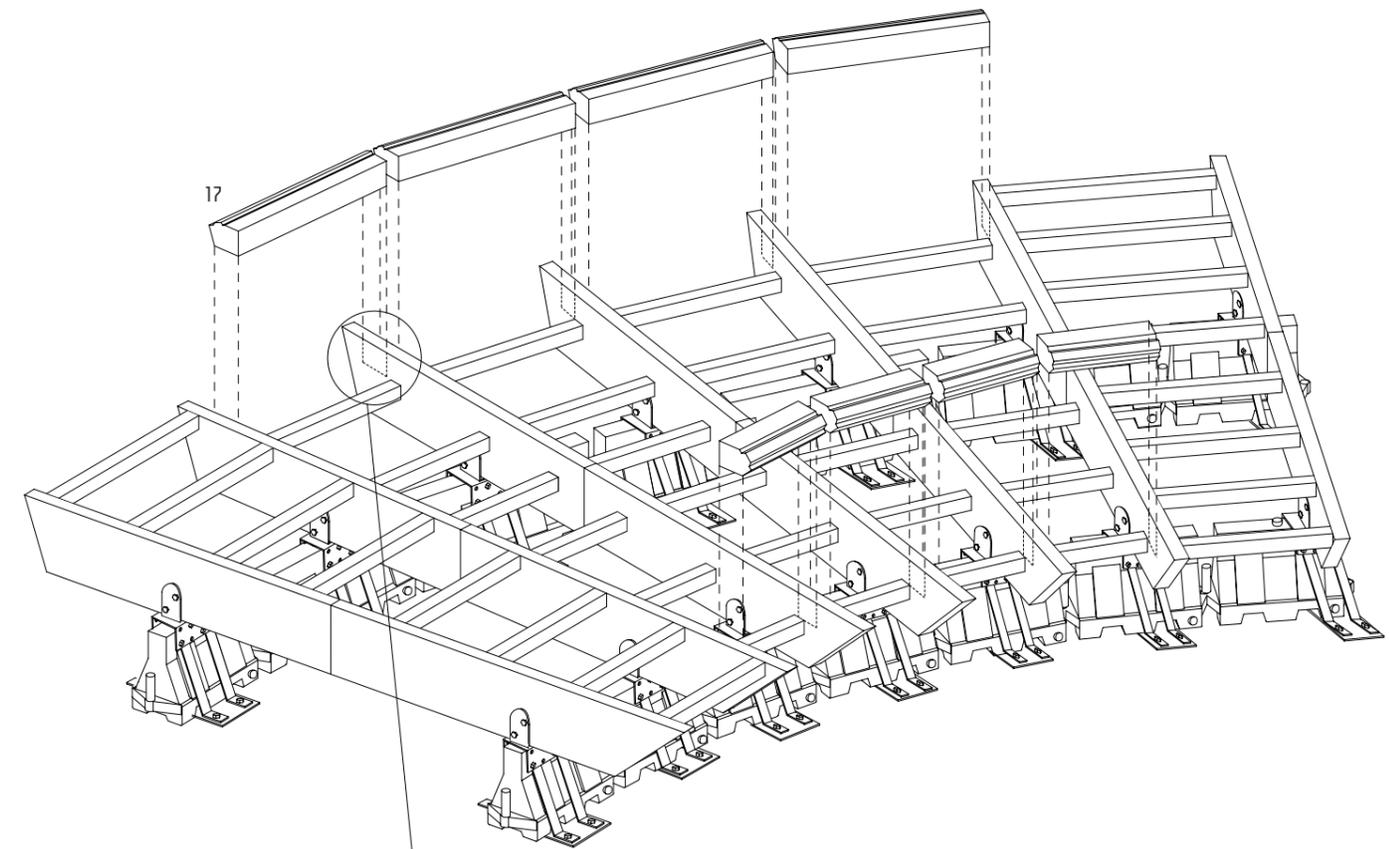


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Come nella fase precedente avvitare prima i ganci in acciaio (15), il maschio sulle travi perimetrali (17) e la femmina sulle travi principali, tramite le viti (16) (fig. 5.1).

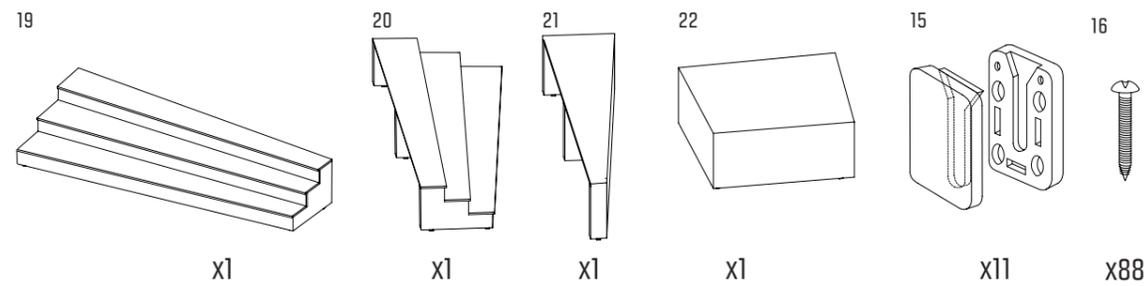
- Successivamente, agganciare le due estremità di ogni trave perimetrale a quella principale corrispondente, così come fatto nel passaggio precedente (fig. 5.1).



SCHEMA DI MONTAGGIO

6. POSA DELLE SCALE E DEI PIANEROTTOLI

COMPONENTI

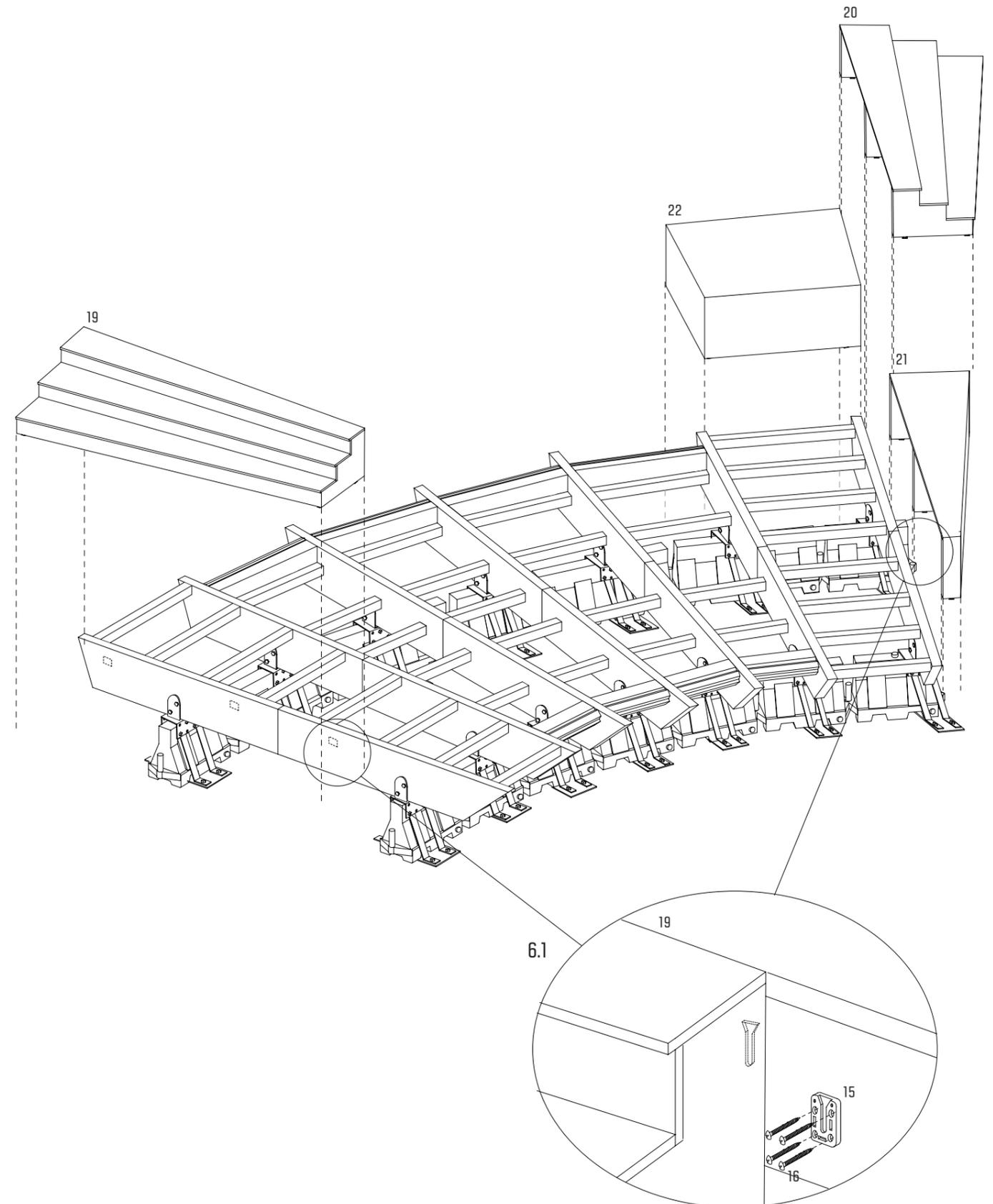


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Anche in questa fase avvitare prima i ganci in acciaio (15), il maschio sul fronte di ogni elemento scatolare da agganciare (scale 19, 20 e pianerottoli 21, 22) e la femmina sulle travi principali tramite le viti (16) (fig. 6.1).

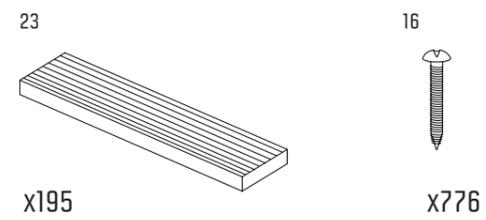
- Successivamente, agganciare ogni elemento scatolare al corrispettivo seguendo lo schema accanto.



SCHEMA DI MONTAGGIO

7. POSA DEL PAVIMENTO ESTERNO

COMPONENTI

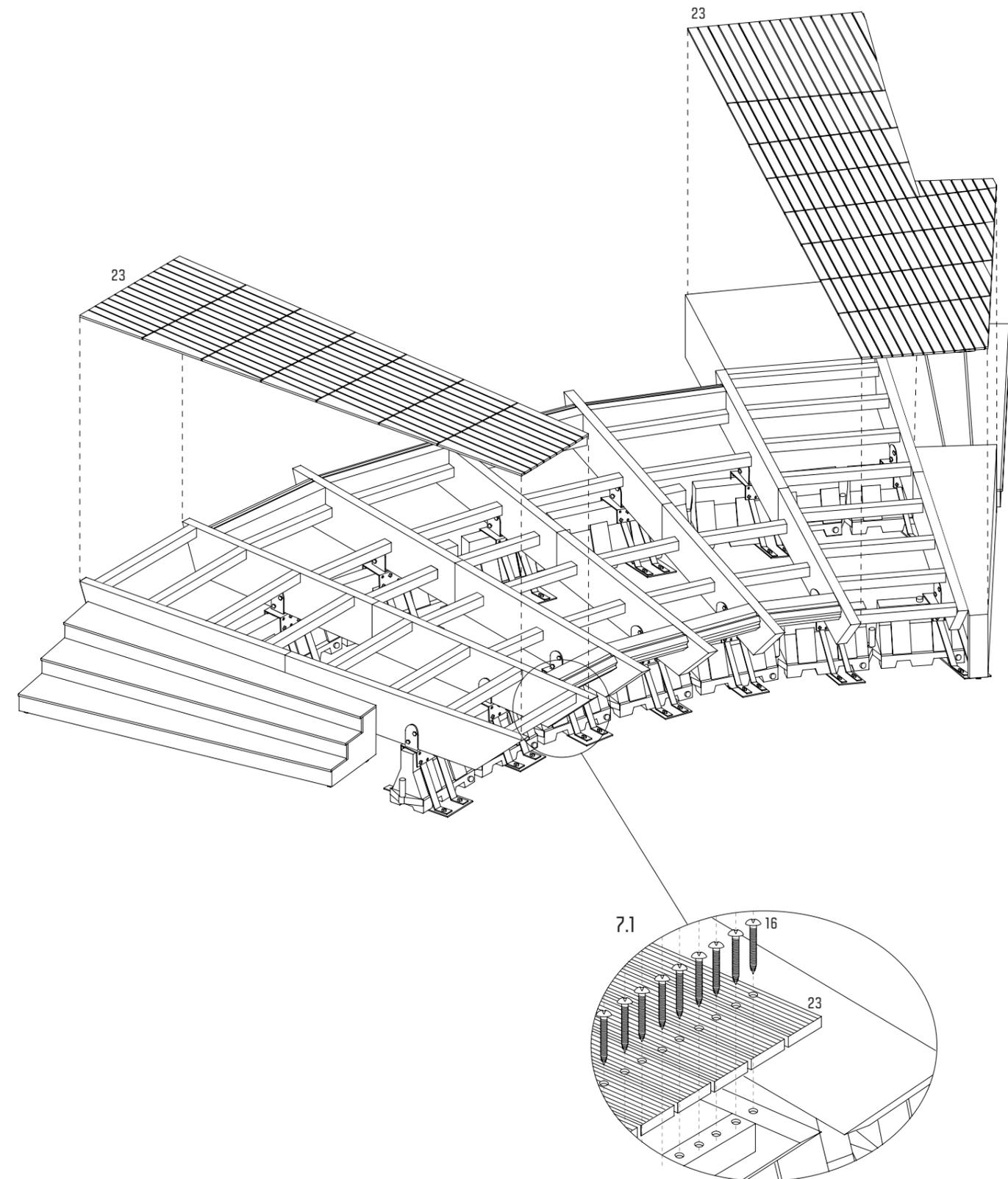


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Posare il pavimento in legno per la sulla struttura dei pianerottoli precedentemente montati.

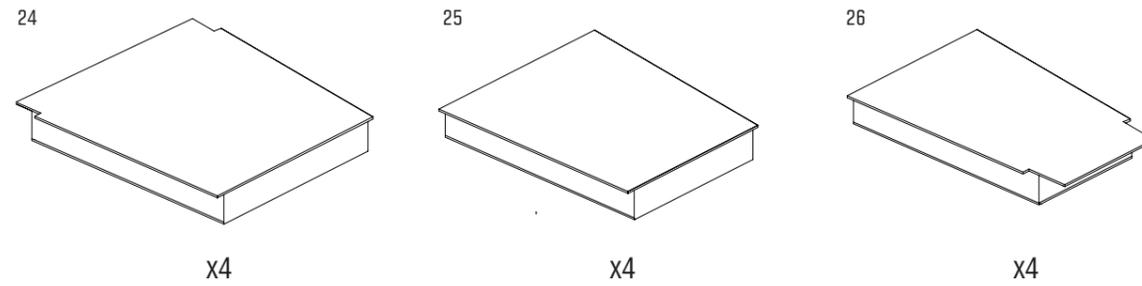
- Successivamente, avvitare ogni tavola sugli appositi travetti in legno tramite le viti (16) (fig 7.1).



SCHEMA DI MONTAGGIO

8. POSA DEL SOLAIO

COMPONENTI

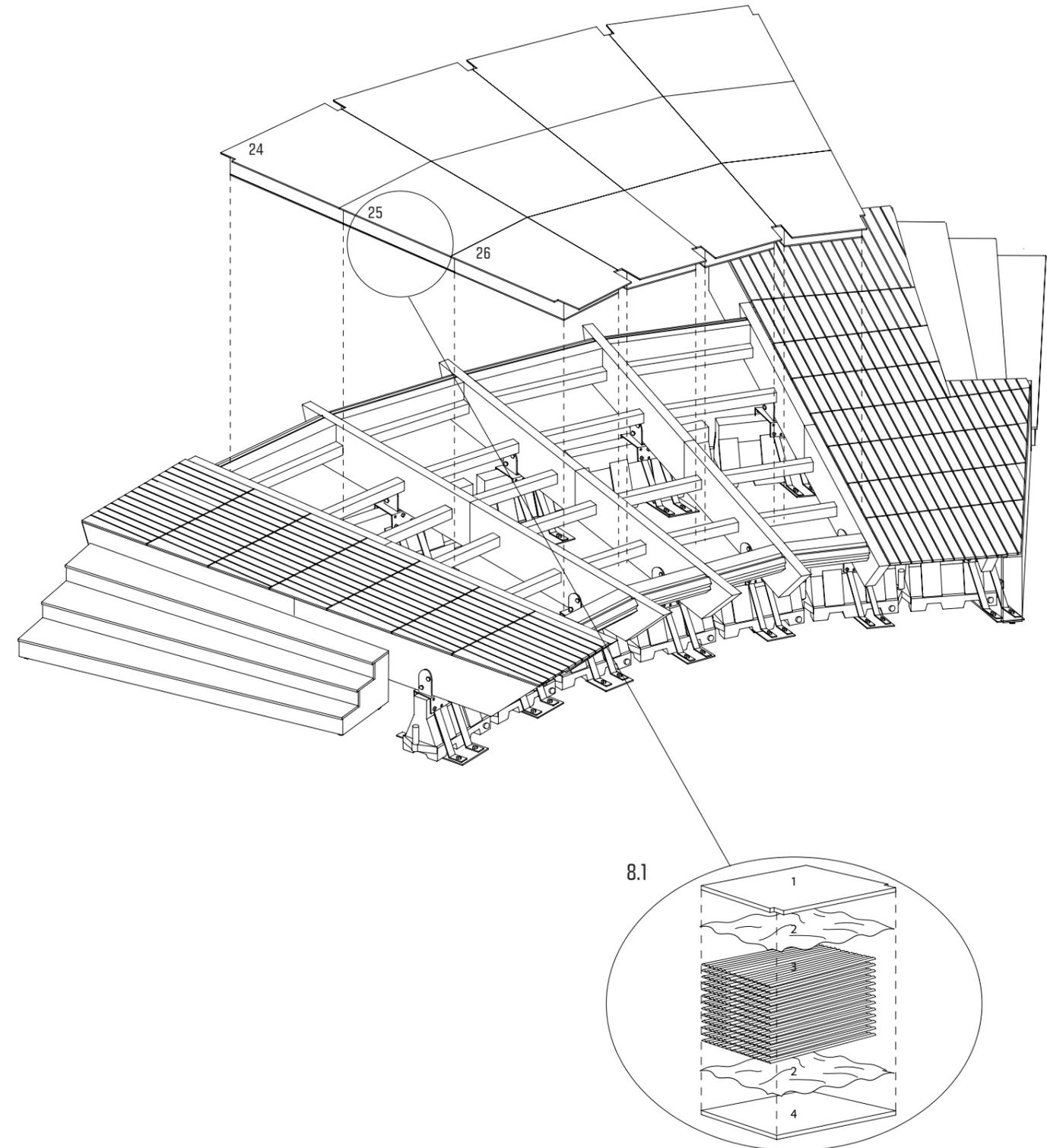


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Posizionare la pavimentazione interna (24-26) sugli appositi travetti come illustrato accanto.

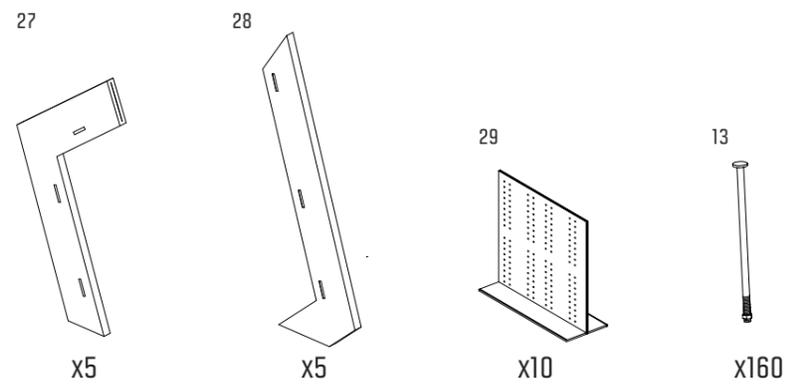
- Ogni pacchetto del pavimento è composto da 4 strati, lo strato n° 1 è formato dal compensato di rifinitura, il n°2 da uno strato di membrana impermeabile per impedire infiltrazioni d'acqua, nello strato intermedio invece 3 ci sarà il pannello formato da 40 strati di cartone ondulato. Infine, ci sarà un pannello OBS 4 resistente all'umidità su cui si pogeranno tutti gli strati descritti finora. Ogni strato deve essere posato in sequenza facendo attenzione a seguire l'ordine illustrato (fig 8.1).



SCHEMA DI MONTAGGIO

9. POSA DEI PILASTRI

COMPONENTI

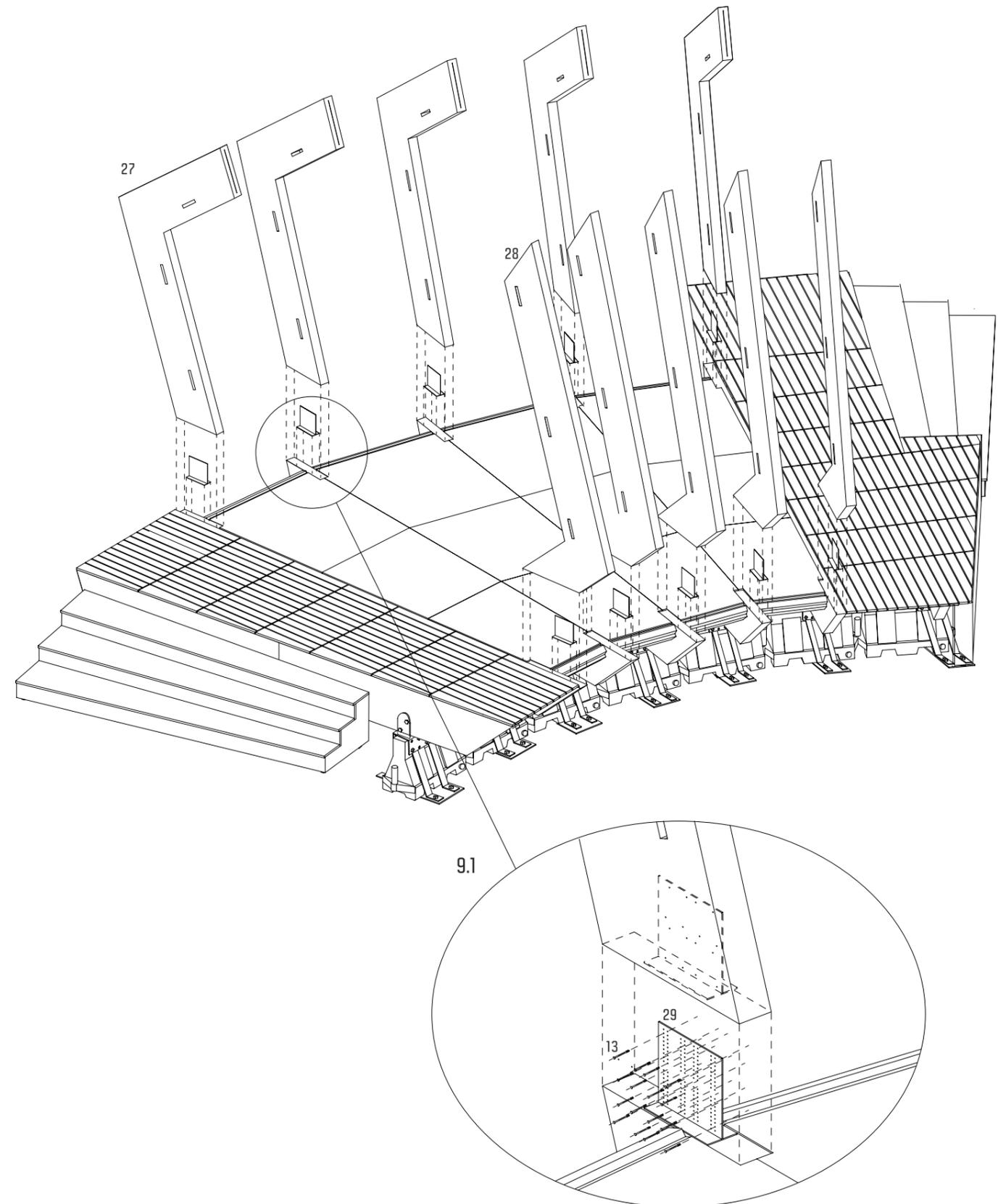


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Avvitare ogni piastra di supporto (29) in prossimità delle estremità delle travi principali; ogni trave dovrà possedere 2 di questi elementi, uno per ogni estremità.

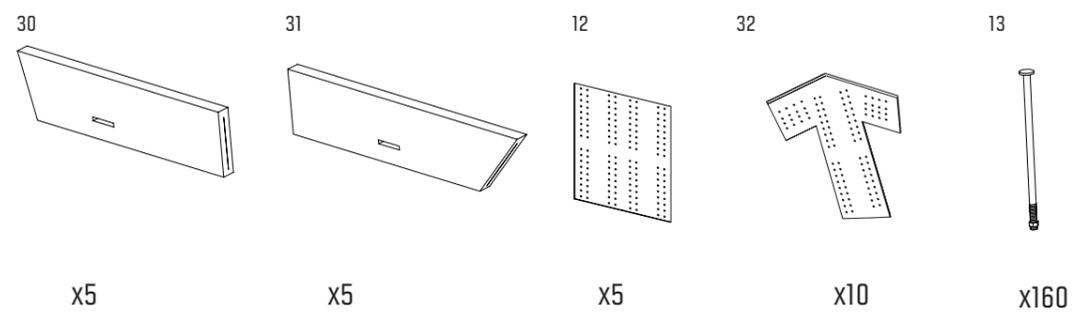
- Innestare i pilastri (27, 28) sugli appositi supporti tramite le apposite viti (13) (fig. 9.1). La piastra deve alloggiare all'interno dell'apposita sede tagliata sulla estremità inferiore del pilastro.



SCHEMA DI MONTAGGIO

10. POSA DELLE TRAVI DI COPERTURA

COMPONENTI

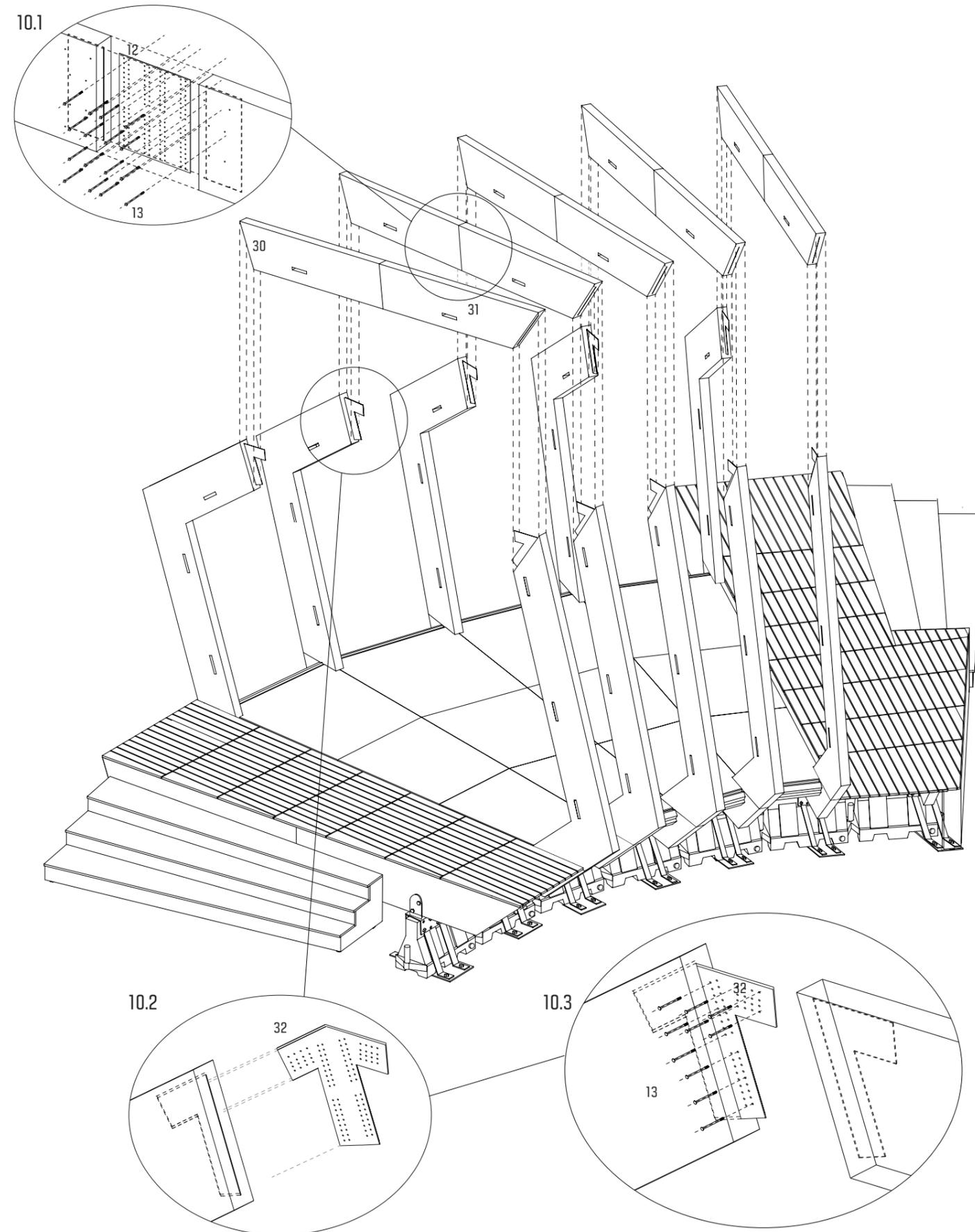


SEQUENZA DI MONTAGGIO



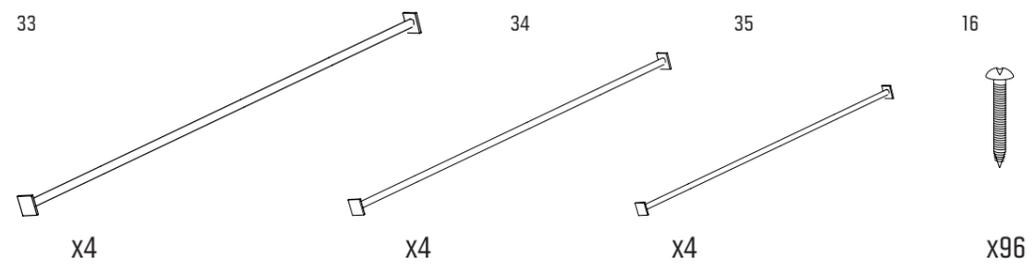
- Assemblare le due parti delle travi di copertura (30, 31) attraverso l'uso della piastra di connessione in acciaio (12) (fig. 10.1).
A conclusione di questo passaggio si otterranno le 5 travi di copertura.

- Fissare prima le piastre (32) sulle apposite sedi tagliate nelle estremità superiori dei pilastri, successivamente innestare le travi di copertura facendo attenzione che le estremità delle piastre che ancora fuoriescono si inseriscano su entrambi i lati della trave. Utilizzando le viti (13) per concludere l'operazione (fig. 10.3).



11. POSA DEI CONTROVENTI

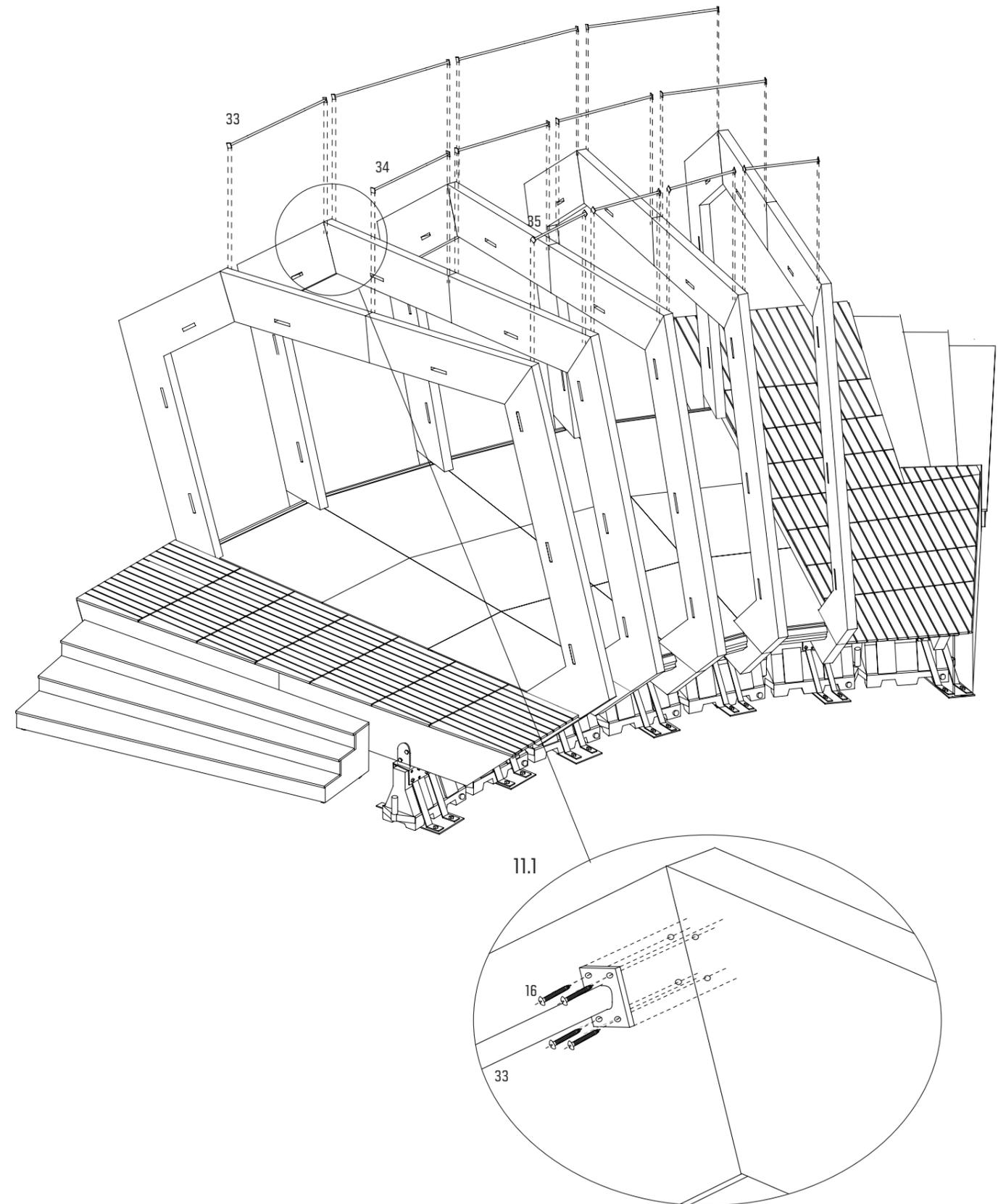
COMPONENTI



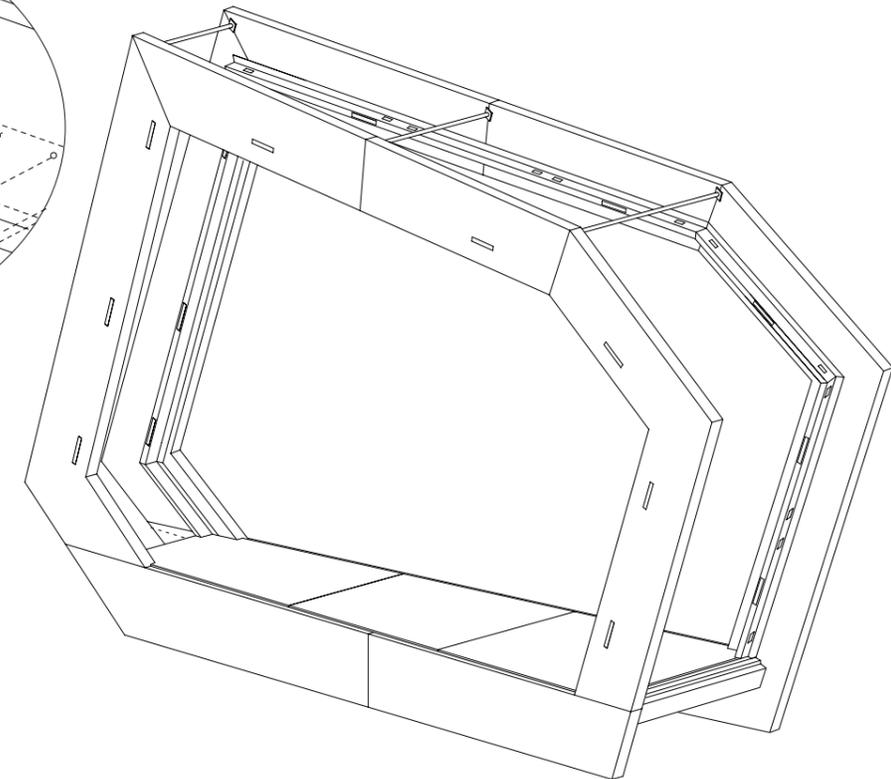
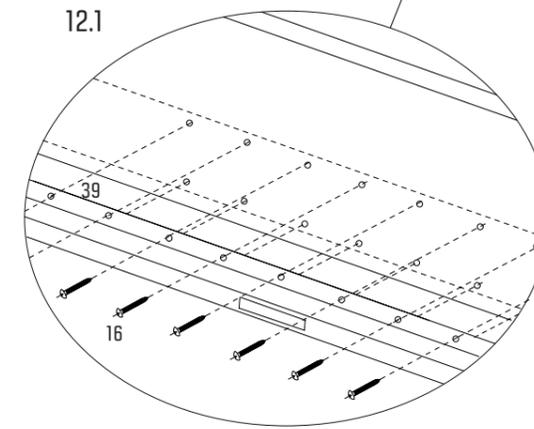
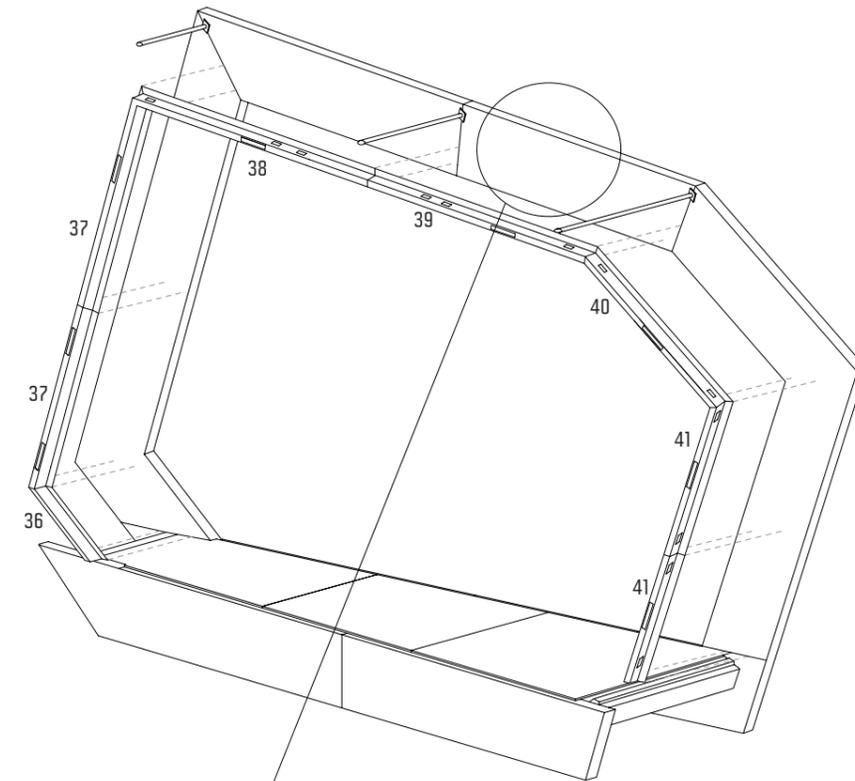
SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Per rendere più stabile la struttura fissare i controventi (33-35) alle estremità e al centro della trave di copertura. Ogni elemento è formato da tubi in acciaio con delle piastre attraverso le quali avviene il fissaggio (fig. 11.1).

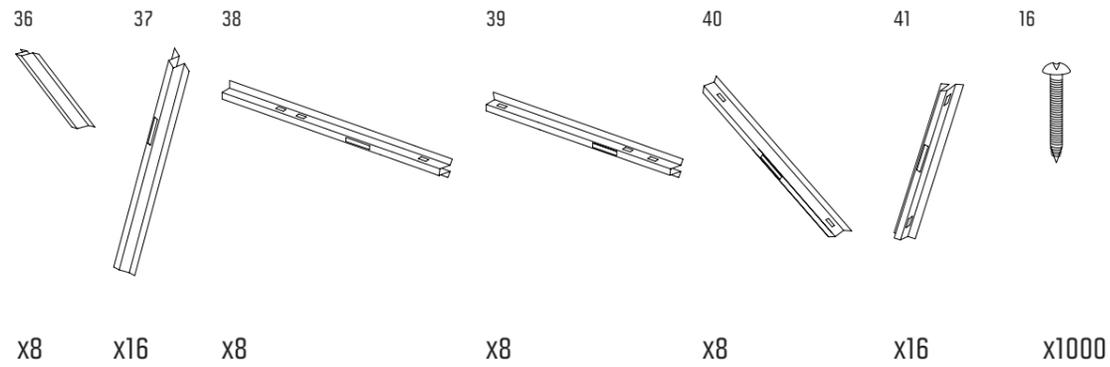


SCHEMA DI MONTAGGIO



12. POSA DELLE STAFFE AD "OMEGA"

COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO



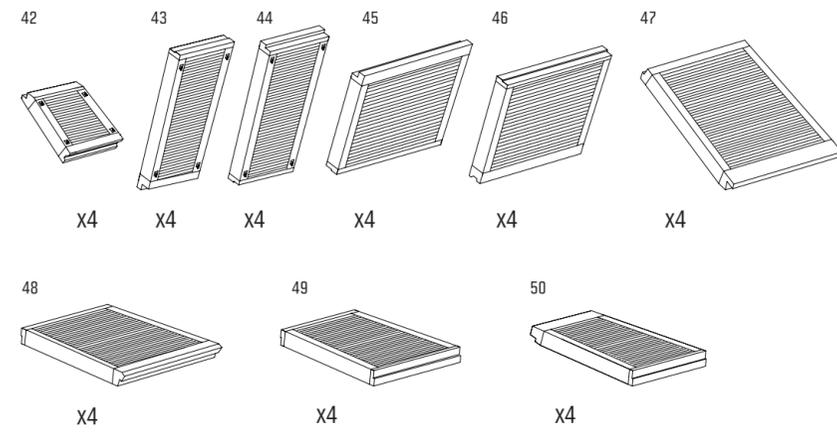
- Da questo passaggio fino al 17 è consigliabile procedere per campate, quindi lavorare su uno "spicchio" alla volta e replicare tutti gli stessi passaggi per gli altri moduli. Questa operazione permetterà di poter agire sulla parte del Box senza impedimenti particolari.

- Prima di passare all'aggancio dei pannelli di chiusura dovranno essere inserite delle staffe ad omega in acciaio (36-41) avvitandole tramite le viti (16) sulle costole di ogni campata (fig. 12.1).

SCHEMA DI MONTAGGIO

13. POSA DEI PANNELLI PERIMETRALI

COMPONENTI

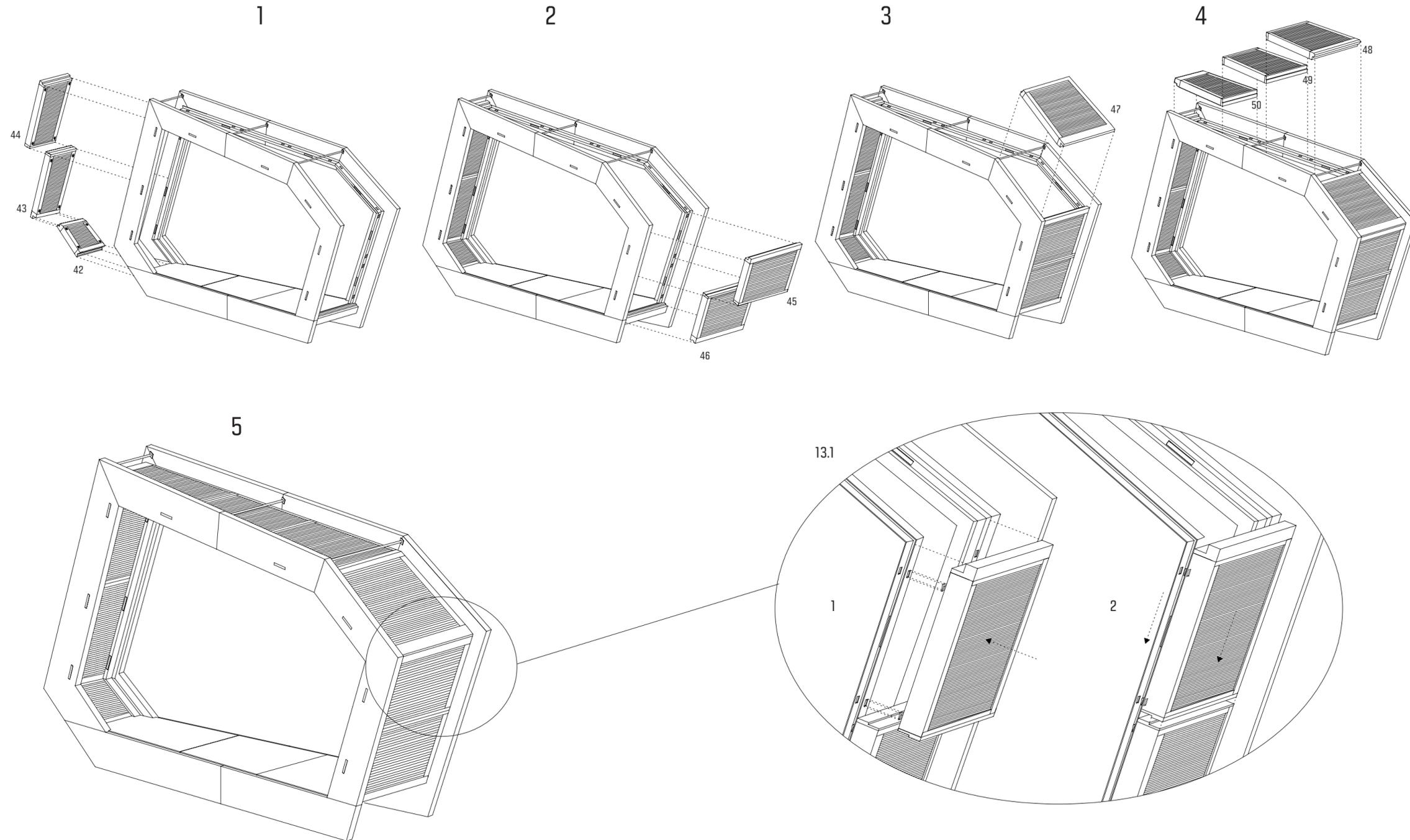


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Agganciare i pannelli di chiusura perimetrale (42-50) sulle omega montate nel passaggio precedente, facendo attenzione nel seguire l'ordine di montaggio illustrato a fianco. L'ancoraggio di ciascuno deve avvenire secondo due semplici passaggi: il primo di avvicinamento dei ganci alle rispettive sedi sulla staffa, il secondo di scorrimento verso il basso (fig. 13.1). Ogni pannello andrà in battuta su quello precedentemente montato.

- Nello spazio che si viene a creare tra la struttura e la parte laterale dei pannelli, inserire delle strisce di gomma piuma facendo attenzione che queste aderiscono bene alle superfici di contatto.

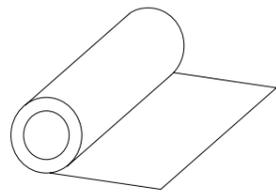


SCHEMA DI MONTAGGIO

14. POSA DELLA MEMBRANA IMPERMEABILE TRASPIRANTE

COMPONENTI

48



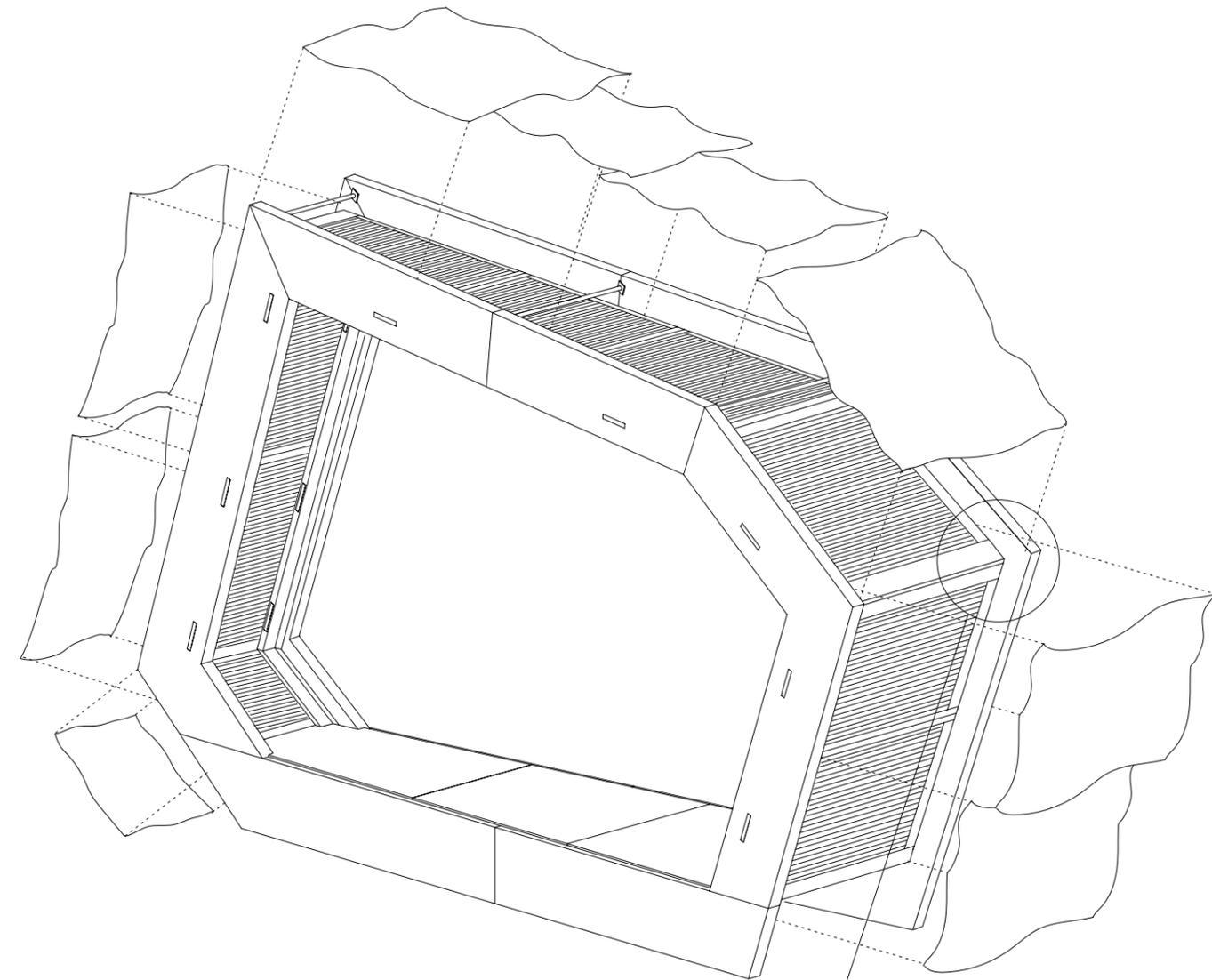
x 55m

SEQUENZA DI MONTAGGIO

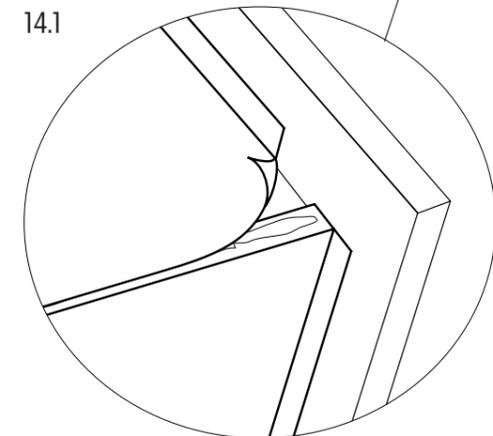


- Tagliare la membrana (48) in pezzi con le dimensioni dei pannelli agganciati precedentemente.

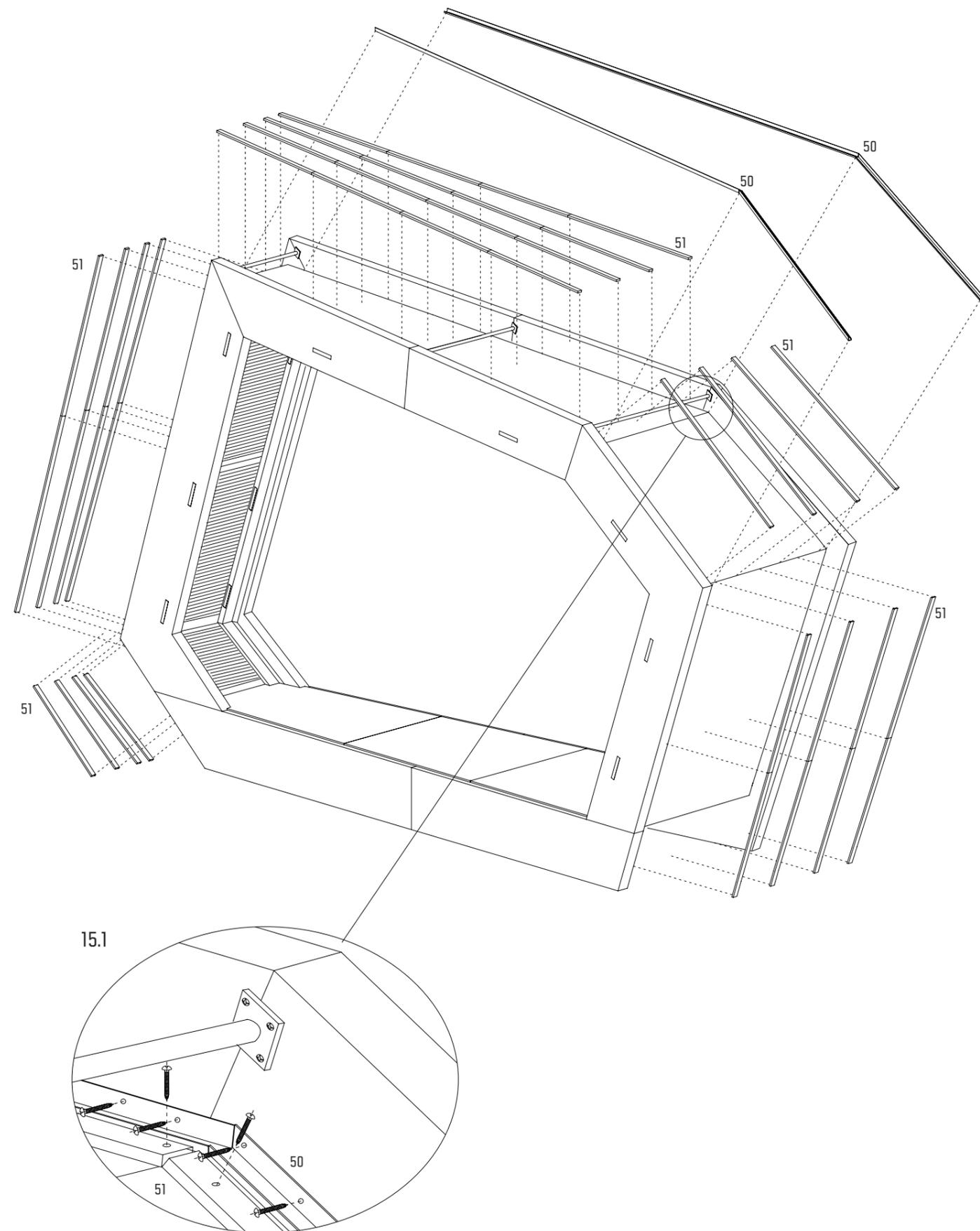
- Bisogna far attenzione a sovrapporre l'estremità della membrana con quella sottostante per impedire l'infiltrazione di acqua ed aria. Inoltre, far svoltare ogni strato della membrana sulla costolatura (fig. 14.1).



14.1

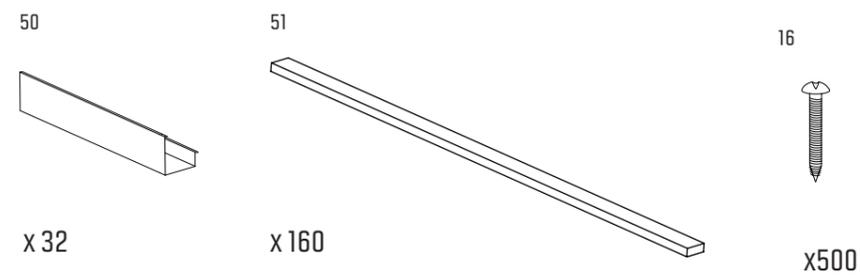


SCHEMA DI MONTAGGIO



15. POSA DELLA GRONDA E DEI SUPPORTI PER IL RIVESTIMENTO ESTERNO

COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO

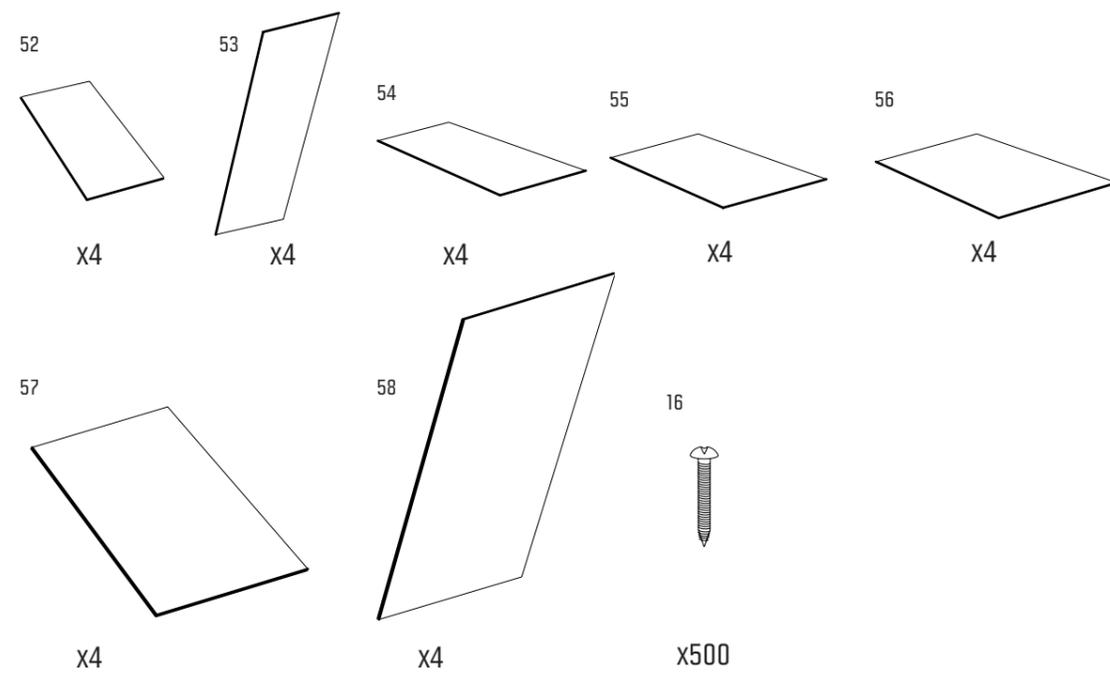


- Avvitare i listelli (51) con le viti (16) su tutto il perimetro della struttura, così da creare un supporto su cui fissare il rivestimento esterno. Fare lo stesso con le due gronde, facendo attenzione a coprire bene l'angolo che si viene a creare tra il pannello di copertura e la struttura portante (fig. 15.1).

SCHEMA DI MONTAGGIO

16. POSA DEL RIVESTIMENTO ESTERNO

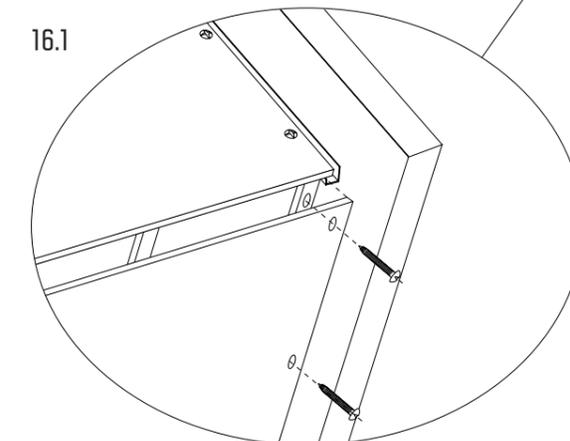
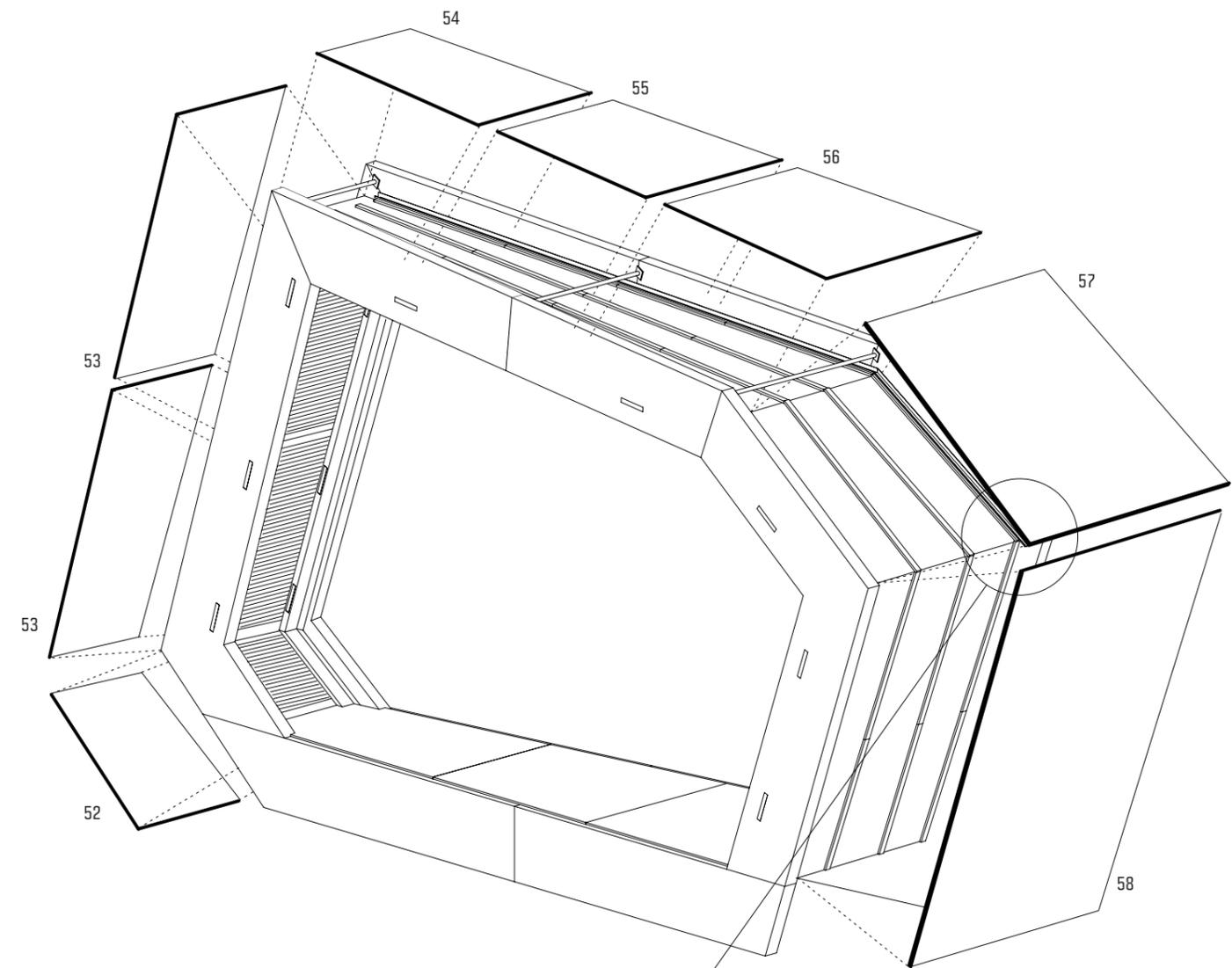
COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO



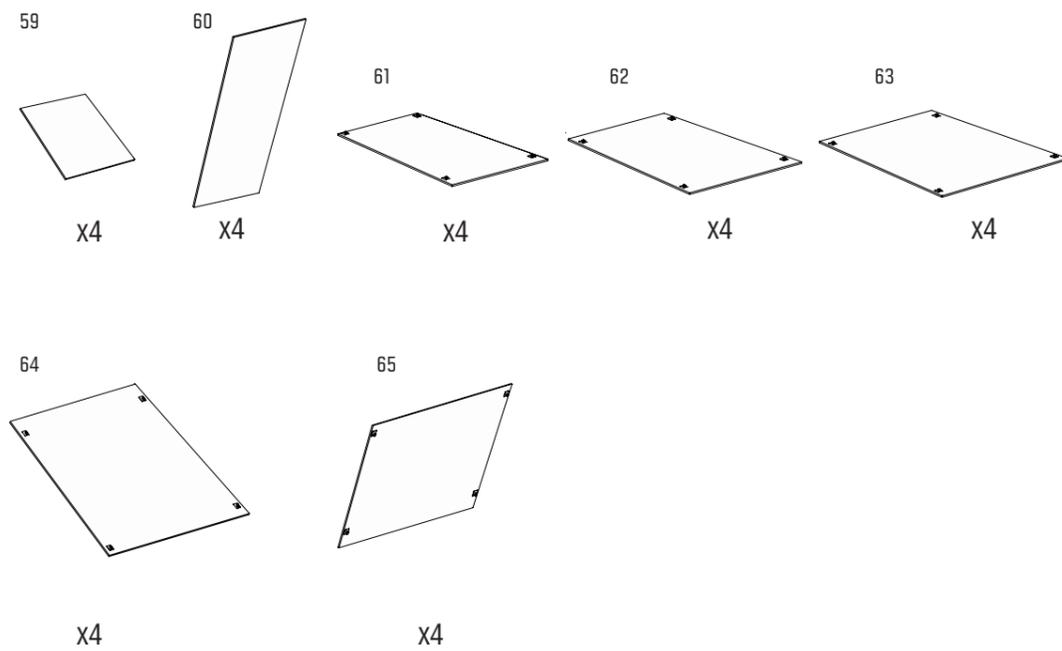
- Prendere ogni pannello di compensato marino numerato (52-58) e fissarlo ai supporti precedentemente montati attraverso le viti (16) (fig. 16.1). Come per i pannelli in cartone è preferibile seguire lo stesso ordine di montaggio. Si otterrà così il rivestimento esterno della struttura.



SCHEMA DI MONTAGGIO

17. POSA DEL RIVESTIMENTO INTERNO

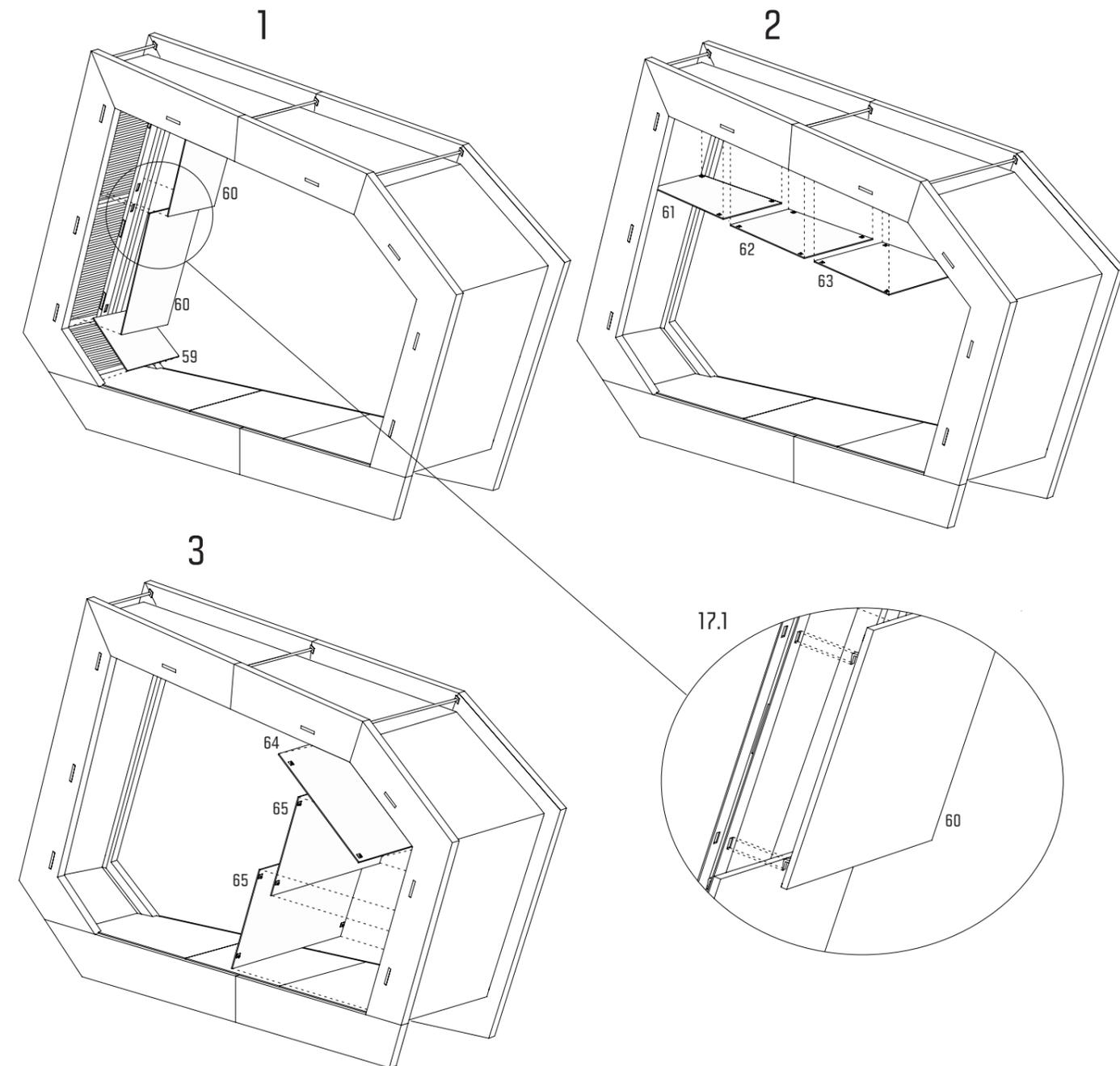
COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO

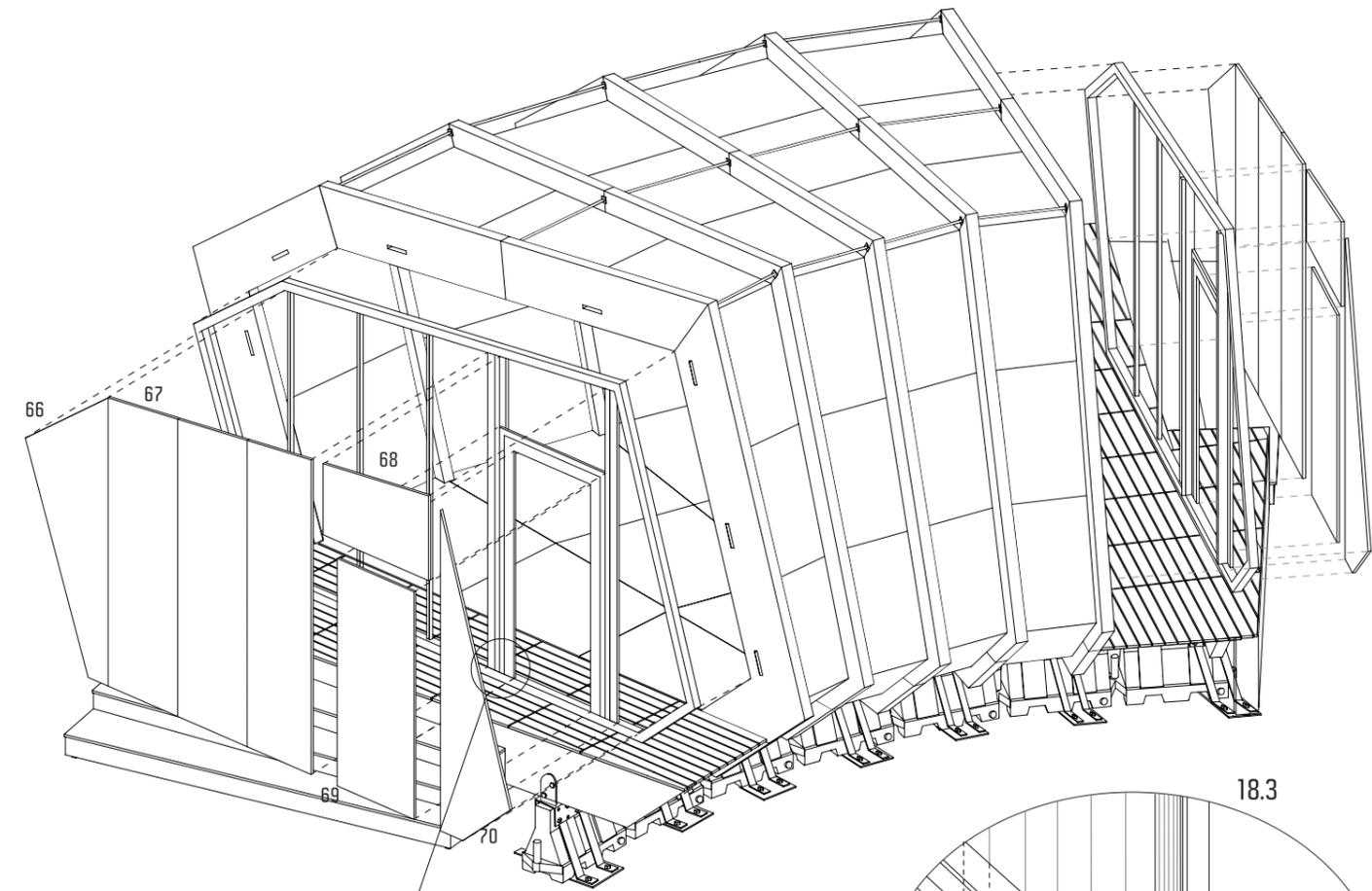
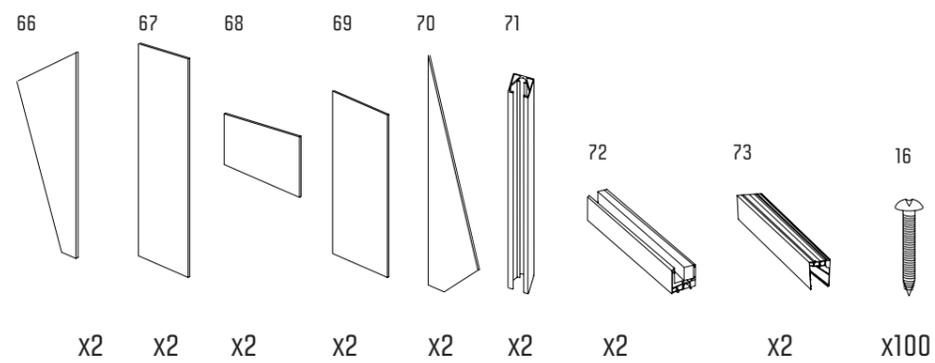


- Prendere ogni pannello di compensato marino per il rivestimento interno (59-65) e agganciarlo nell'apposita sede della staffa ad omega, così come è stato fatto per i pannelli in cartone (fig. 17.1). Anche per questo passaggio si consiglia di seguire il medesimo ordine di montaggio.



18. POSA DELLE FACCIATE IN POLICARBONATO

COMPONENTI

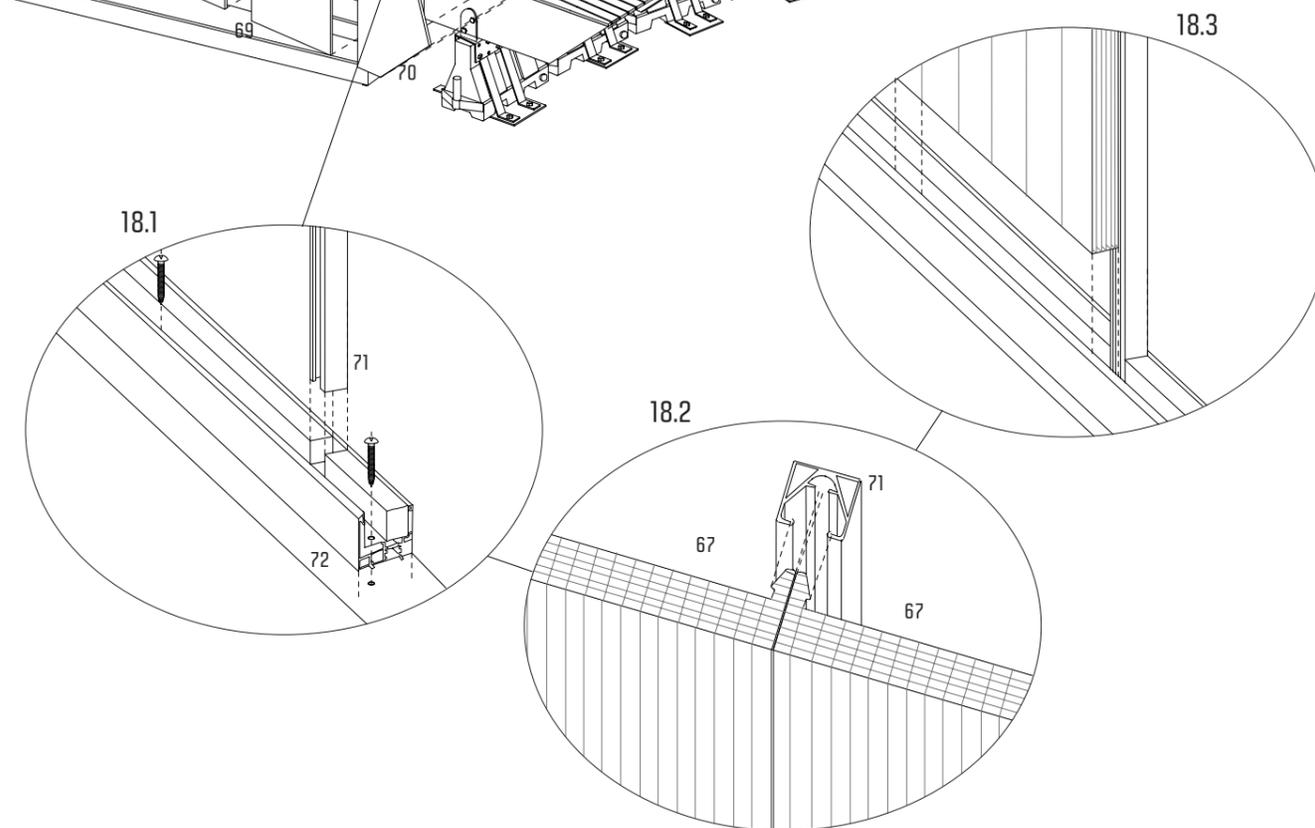


SEQUENZA DI MONTAGGIO

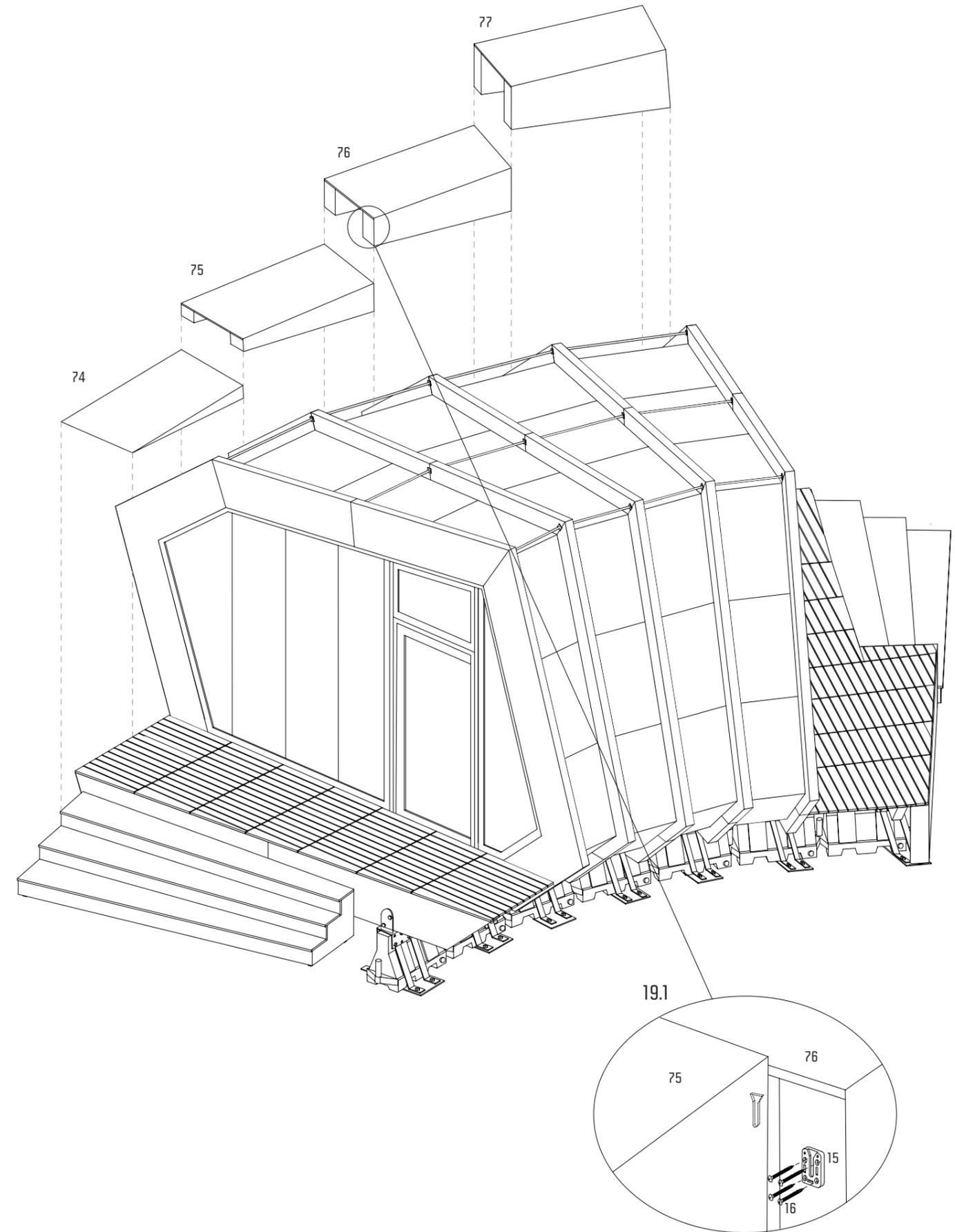


- Agganciare il telaio in alluminio come supporto per la facciata in polycarbonato avvitando dapprima gli elementi perimetrali (72, 73) sulla struttura, e successivamente quelli verticali (71) (fig. 18.1).

- Successivamente passare all'incastro dei pannelli in polycarbonato (66-70) facendo sì che le giunzioni di ognuno vadano ad innestarsi nella sede del telaio verticale (fig. 18.2). Questo permetterà al pannello di avere un supporto verticale in aggiunta a quelli sul perimetro (fig. 18.3).

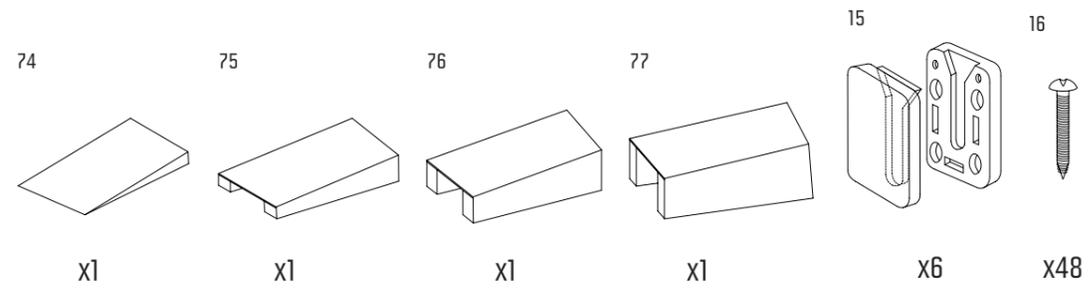


SCHEMA DI MONTAGGIO



19. POSA DELLA RAMPA PER DISABILI

COMPONENTI



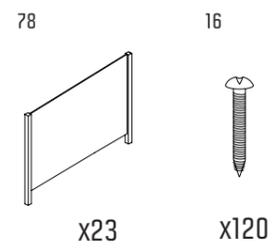
SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Montare gli elementi scatolari (74-77) tra di loro utilizzando i ganci (15) e le viti (16) (fig. 19.1) così come fatto per le scale e i pianerottoli. Infine ancorare l'estremità più alta della rampa disabili così ottenuta al pianerottolo.

20. POSA DEI PARAPETTI

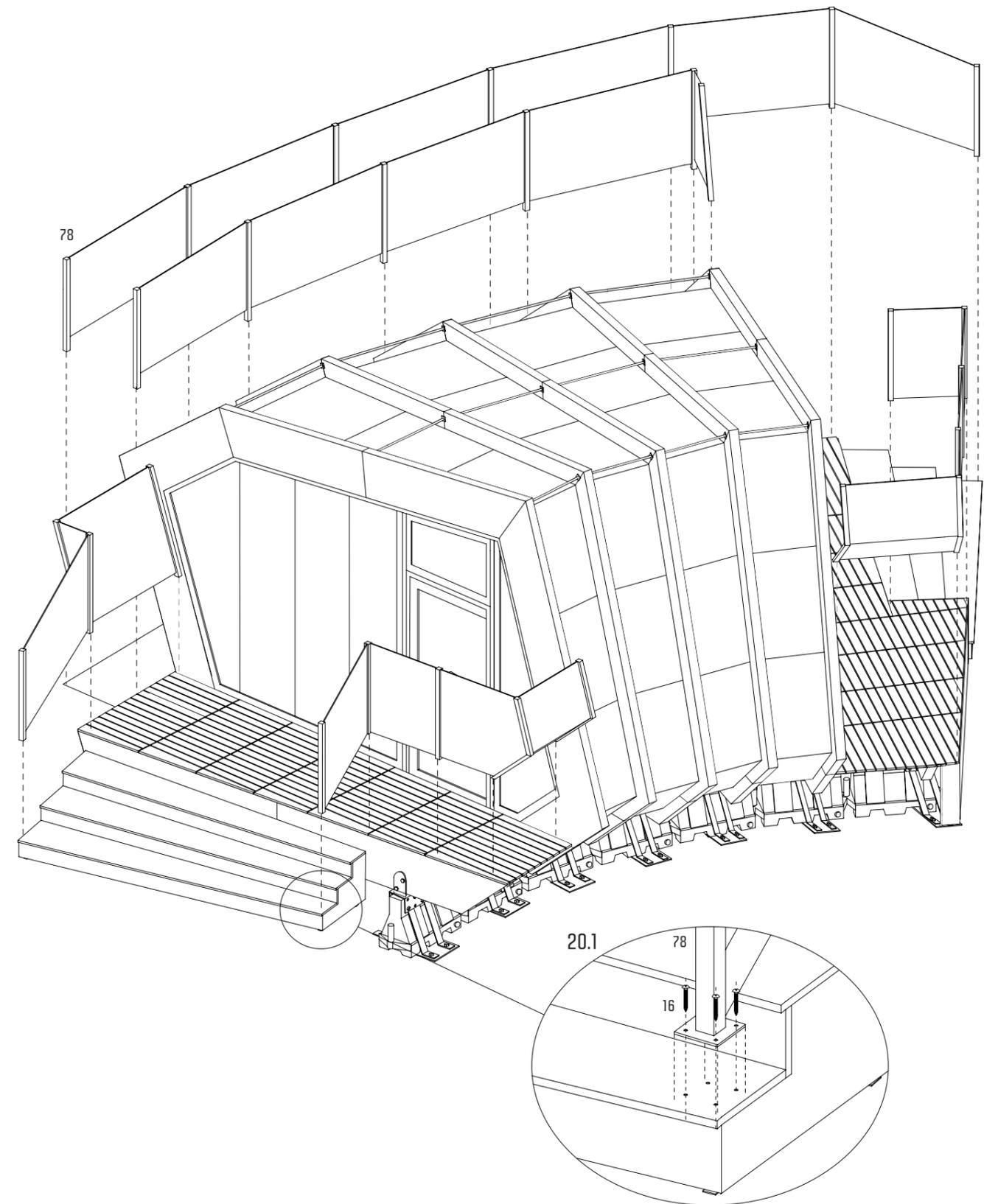
COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO



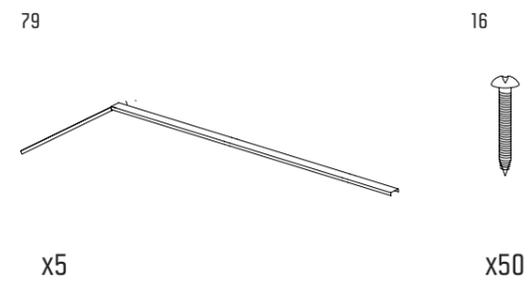
- Avvitare i parapetti (78) con le viti (16) facendo attenzione a scegliere quelli corretti (fig 20.1). Seguire lo schema illustrativo a fianco per non sbagliare il posizionamento sui pianerottoli, scale e rampe.



SCHEMA DI MONTAGGIO

21. POSA DELLE SCOSSALINE

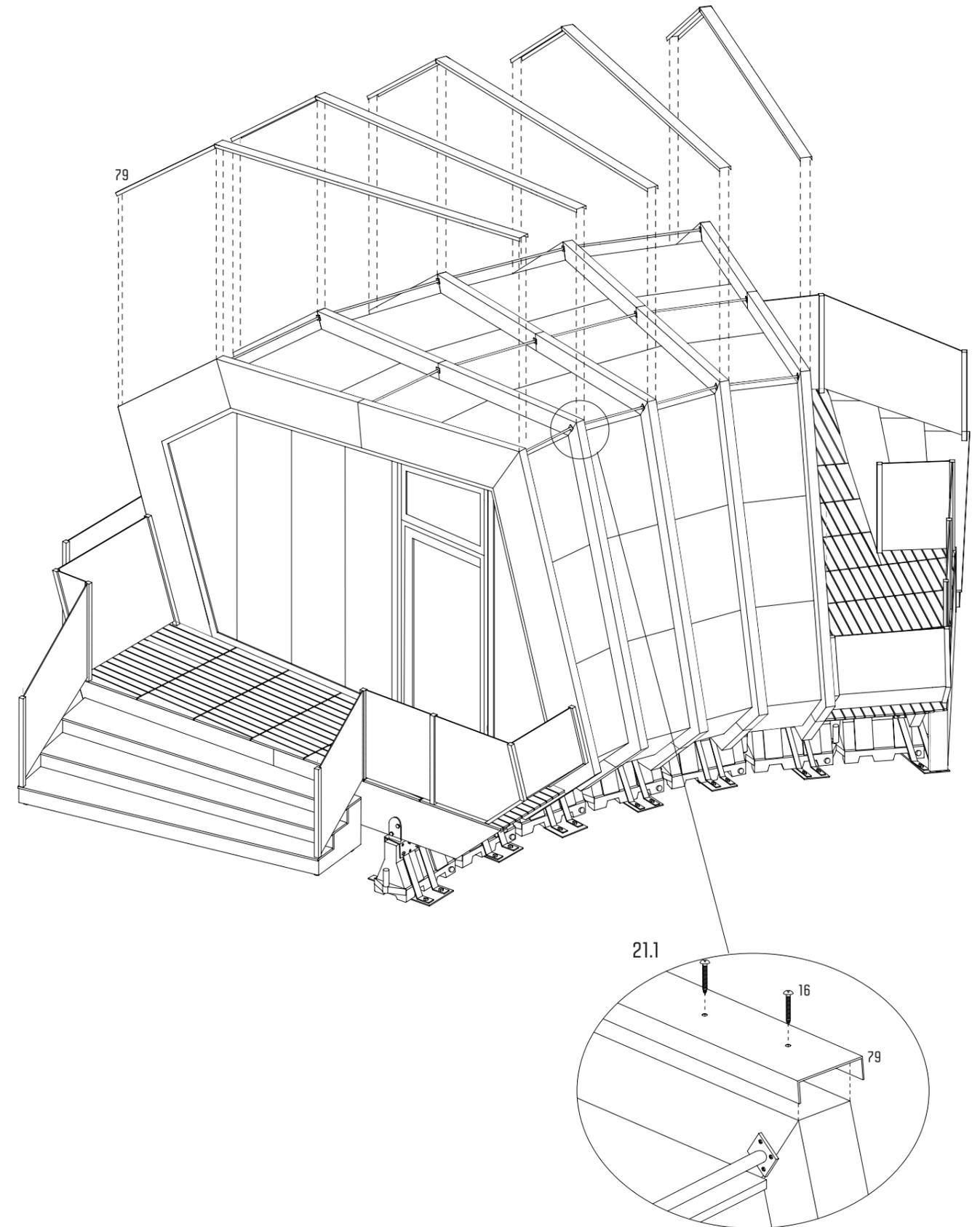
COMPONENTI



SEQUENZA DI MONTAGGIO

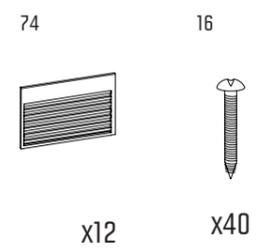


- Avvitare le scossaline in alluminio (79) sulle travi in copertura per proteggerle dall'azione prolungata degli agenti atmosferici (21.1).



22. POSA DELLE GRIGLIE DI PROTEZIONE

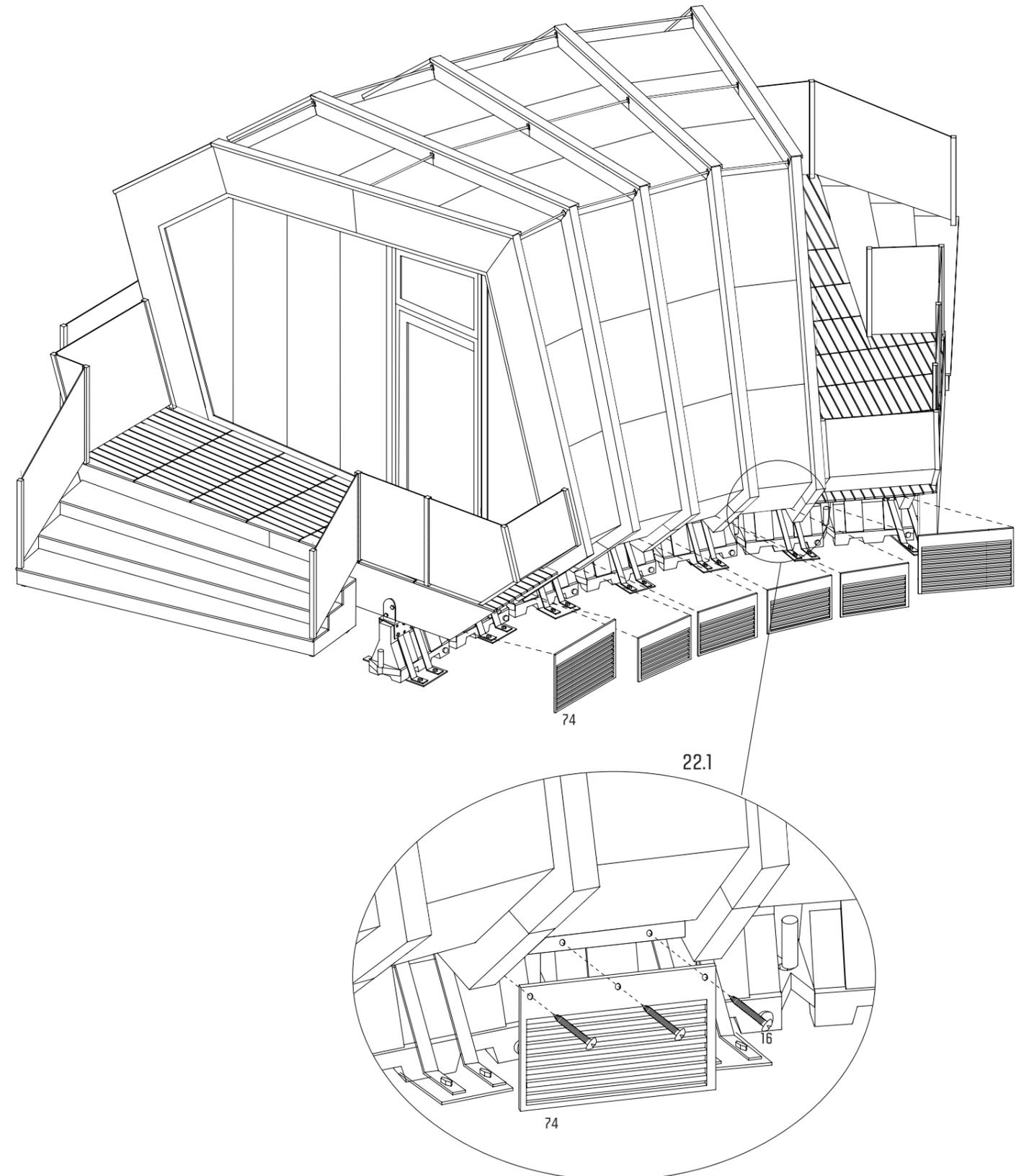
COMPONENTI

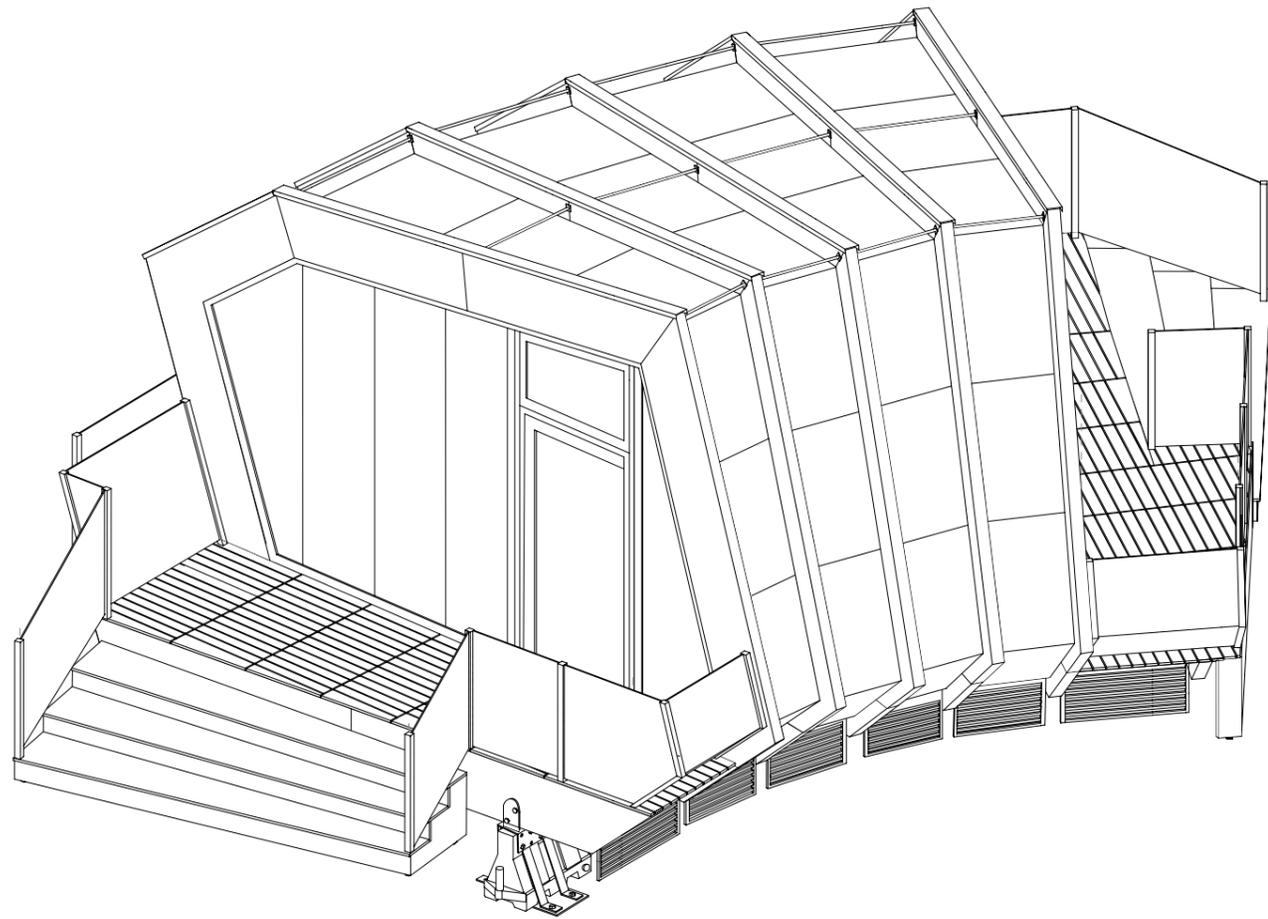


SEQUENZA DI MONTAGGIO



- Per garantire maggiore sicurezza agli utenti del box, soprattutto ai bambini, ed evitare la caduta di corpi estranei che potrebbero danneggiare il sistema di fondazione, chiudere l'accesso fissando le griglie (74) con le viti (16) sui travetti secondari (fig. 22.1).





ALLEGATI

ALLEGATO 1 - SCHEDA TECNICA BARRIERA NEW JERSEY

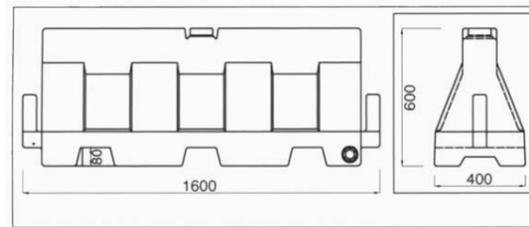
NEW JERSEY BARRIERE IN POLIETILENE

BARRIERA STRADALE Tipo "NEW JERSEY" IN POLIETILENE CON ATTACCHI



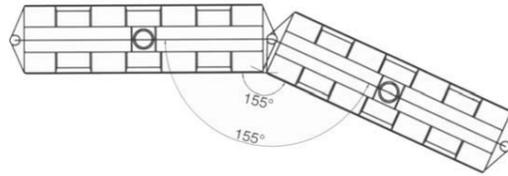
BAR/002

Barriera stradale tipo New Jersey in polietilene (con trattamento anti UV) con sistema di collegamento mediante un giunto a doppio incastro (GBR 001).



CARATTERISTICHE TECNICHE:

- * dimensione mm. 1600x400xh600
- * zavorrabile con 103 litri di acqua circa
- * tappo di carico filettato da 90 mm
- * tappo di scarico filettato da 1" con guarnizione O-ring in nbr
- * foro di troppo pieno da 8 mm.
- * base sagomata (altezza zoccoli 80 mm.) per consentire il deflusso delle acque e la movimentazione mediante carrello elevatore
- * colori standard: rosso e neutro (a richiesta altri colori)
- * imballo su bancale 16 pezzi per colore



Attacco Maschio/Maschio

Codice	Descrizione	€/cad.
BAR002N	Barriera Neutra	123,00
BAR002R	Barriera Rossa	123,00



Esempi di posa in opera

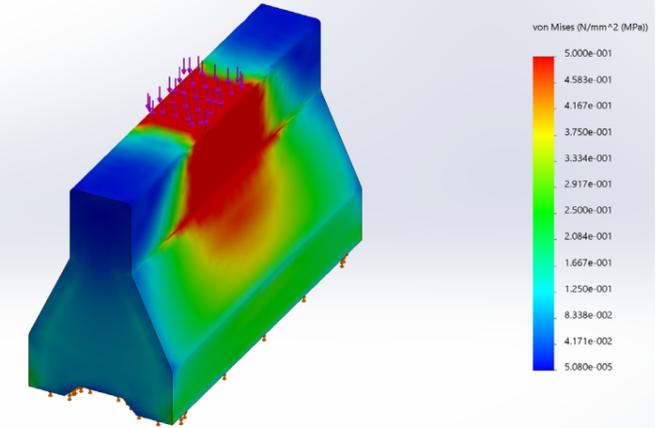


Foro di troppo pieno

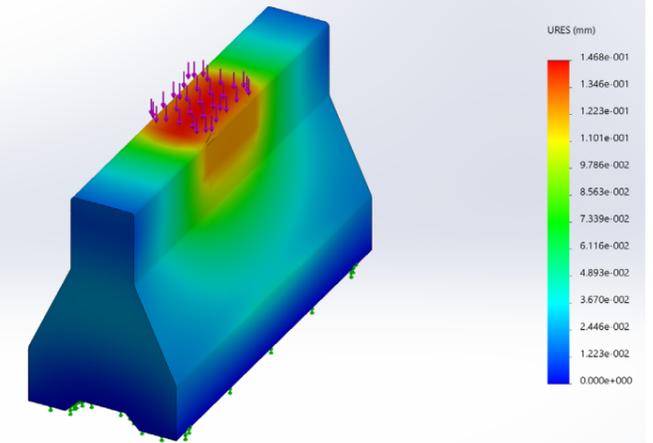
EDILIZIA

ALLEGATO 2 - ANALISI STATICA DELLA FONDAZIONE

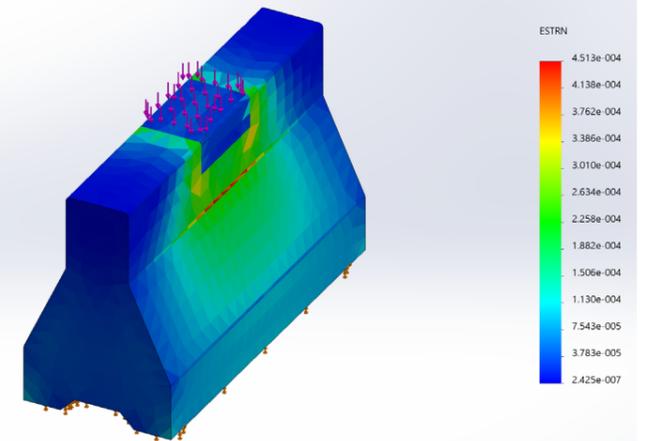
ANALISI STATICA
Nome del modello:Asieme1
Nome studio:01(-Default-)
Tipo di grafico: Analisi statica sollecitazione nodale Sollecitazione1
Scala di deformazione: 1
Valore globale: da 5.08048e-005 a 8.36116 N/mm*2 (MPa)



Nome del modello:Asieme1
Nome studio:01(-Default-)
Tipo di grafico: Spostamento statico Spostamento1
Scala di deformazione: 1



Nome del modello:Asieme1
Nome studio:01(-Default-)
Tipo di grafico: Deformazione statica Deformazione1
Scala di deformazione: 1



ALLEGATO 3 - VERIFICA DEI LIMITI DI TRASMITTANZA

Tipo di Componente: Chiusura verticale trasparente				
	Area finestre A_w (m ²)	Area vetro A_g (m ²)	Area serramento A_f (m ²)	Trasmittanza vetro U_g W/m ² K
Facciata Policarbonato 1	13	10,2	2,8	1,3
Facciata Policarbonato 2	13	10,2	2,8	1,3
finestra tipologia 2	1,8	1,48	0,32	1

Tipo di Componente: Chiusura verticale trasparente				
	Trasmittanza serramento U_f W/m ² K	Ponte termico Ψ	perimetro ponte termico (m)	Trasmittanza finestra U_w W/m ² K
Facciata Policarbonato 1	1,4	0,02	22	1,36
Facciata Policarbonato 2	1,4	0,02	22	1,36
finestra tipologia 2	1,4	0,02	6,98	1,15

Tipo di componente Chiusura orizzontale su spazi esterni

Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² °C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato liminare interno						0,17	
I compensato marino	1,5	480	33	2700	0,130		<input type="checkbox"/>
II camera d'aria	5,0	1	1	1000	0,026		<input type="checkbox"/>
III cartone ondulato	15,0	100	5	1300	0,065		<input type="checkbox"/>
IV camera d'aria	1,5	1	1	1000	0,026		<input type="checkbox"/>
V compensato marino	1,5	480	33	2700	0,130		<input type="checkbox"/>
VI							<input type="checkbox"/>
VII							<input type="checkbox"/>
VIII							<input type="checkbox"/>
IX							<input type="checkbox"/>
X							<input type="checkbox"/>
Strato liminare esterno						0,04	

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	1,381 W/(m ² K)	4,13 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	1,686 W/(m ² K)	4,44 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,113 W/(m ² K)	-6,47 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	20,4 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	24,7 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	5,248 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,191 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,593	
Spessore (s)	24,5 cm	
Massa superficiale (m)	29 kg/m ²	
Sfasamento (ϕ)	6,47 h	

Tipo di componente Chiusura verticale

Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² °C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato liminare interno						0,13	
I compensato marino	1,5	480	33	2700	0,130		<input type="checkbox"/>
II camera d'aria	5,0	1	1	1000	0,026		<input type="checkbox"/>
III cartone ondulato	15,0	100	5	1300	0,065		<input type="checkbox"/>
IV camera d'aria	1,5	1	1	1000	0,026		<input type="checkbox"/>
V compensato marino	1,5	480	33	2700	0,130		<input type="checkbox"/>
VI							<input type="checkbox"/>
VII							<input type="checkbox"/>
VIII							<input type="checkbox"/>
IX							<input type="checkbox"/>
X							<input type="checkbox"/>
Strato liminare esterno						0,04	

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	1,416 W/(m ² K)	4,32 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	1,685 W/(m ² K)	4,44 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,116 W/(m ² K)	-6,28 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	21,0 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	24,7 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	5,208 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,192 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,603	
Spessore (s)	24,5 cm	
Massa superficiale (m)	29 kg/m ²	
Sfasamento (ϕ)	6,28 h	

Tipo di componente Chiusura orizzontale inferiore

Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² °C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato liminare interno						0,17	
I compensato marino	1,5	480	33	2700	0,130		<input type="checkbox"/>
II cartone ondulato	21,0	100	5	1300	0,065		<input type="checkbox"/>
III OSB	1,5	650	50	1700	0,130		<input type="checkbox"/>
IV							<input type="checkbox"/>
V							<input type="checkbox"/>
VI							<input type="checkbox"/>
VII							<input type="checkbox"/>
VIII							<input type="checkbox"/>
IX							<input type="checkbox"/>
X							<input type="checkbox"/>
Strato liminare esterno						0,04	

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	1,664 W/(m ² K)	3,63 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	1,687 W/(m ² K)	4,32 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,189 W/(m ² K)	-6,07 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	25,1 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	25,6 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	3,672 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,272 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,695	
Spessore (s)	24,0 cm	
Massa superficiale (m)	38 kg/m ²	
Sfasamento (ϕ)	6,07 h	

ALLEGATO 4 - SCHEDE TECNICHE FACCIATA IN POLICARBONATO ARCOPLUS®SERIE900

9/7/2018

Dott.Gallina | arcoPlus[®]serie900



Caratteristiche

Punti di forza

Autoportanza
Facilità ed economia di posa
Isolamento termico
Resistenza ai raggi U.V. ed alla grandine
Trasmissione della luce

Applicazioni

Coperture autoportanti
Coperture curve
Rivestimenti di facciata
Tamponamenti verticali

Standard di produzione

Spessore	20-25-32mm
Struttura	7 pareti
Larghezza utile modulo	900mm
Lunghezza pannello	senza limiti
Colori disponibili	Vedi pagina 11

Caratteristiche

Isolamento termico	1,7-1,4-1,3 W/m²K
Isolamento acustico	20 dB (9207-9257) 21 dB (9327)
Dilatazione lineare	0,065mm/m°C
Temperatura d'impegno	-40°C +120 °C
Protezione raggi U.V.	Coestrusione
Reazione al fuoco EN 13501-1	EuroClass B-s1,d0

Trattamenti speciali



Profili di giunzione

Profilo in alluminio da 32 mm cod.4243 (Piano)	Profilo in alluminio da 32 mm cod.4248 (Curvo)	Profilo in alluminio da 62 mm cod.4635 (Piano)	Profilo in alluminio da 62 mm cod.4636 (Curvo)
---	---	---	---

ALLEGATO 5 - SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

OSB



European Panel Fe
Europäischer Holzwerkstoff
Fédération Européenne des Panneaux à Base

SCHEDE TECNICHE

OSB (pannello a scaglie orientate)



Descrizione

L'OSB (Oriented Strand Board, pannello a scaglie orientate) è un pannello tecnico a base di legno costituito da scaglie incollate insieme con una resina sintetica che sono successivamente pressate in diversi strati. Le scaglie degli strati esterni sono in generale orientate longitudinalmente rispetto alla lunghezza del pannello, mentre le scaglie degli strati intermedi sono di solito ripartite trasversalmente.

Composizione

I tipi di legno utilizzato nella produzione dell'OSB includono sia il legno di conifere (abete, pino) che qualche specie di latifoglia. Le scaglie di legno vengono tagliate tangenzialmente dai tronchi scortecciati, mantenuti in posizione longitudinale rispetto alle seghe. La striscia di scaglie così ottenuta è larga 75 mm circa e si spezza quando viene trattata per produrre singole scaglie di lunghezza 100 mm circa lungo la venatura e di larghezza compresa fra 5 e 50 mm trasversalmente alla venatura.

Dopo l'essiccazione, sulle scaglie viene spruzzato una colla a base di resine sintetiche. I tipi di resine utilizzate comprendono le fenoliche (PF), le ureiche rinforzate con melammina (MUF) e le poliuretaniche (PMDI), tutte resistenti all'umidità. In Europa, è pratica comune utilizzare una combinazione di colle, tipicamente resine poliuretaniche nel nucleo e resine ureiche negli strati esterni. Ciò ha il vantaggio di ridurre i cicli alla pressa, impartendo al tempo stesso un aspetto lucido



Aspetto

L'OSB è facilmente identificabile grazie alle sue scaglie relativamente grandi e lunghe. L'orientamento delle scaglie superficiali non è sempre chiaramente visibile, in particolare nei piccoli pezzi tagliati del pannello. I vantaggi principali dell'OSB risiedono nelle sue prestazioni meccaniche, direttamente collegate alla geometria delle scaglie e al loro orientamento all'interno del pannello. Sebbene l'OSB sia costituito da scaglie di legno relativamente grandi, la sua superficie è assai liscia e può essere ulteriormente migliorata mediante carteggiatura, senza compromettere l'aspetto estetico unico dell'OSB.

L'OSB presenta diverse colorazioni comprese fra il paglierino e il marrone intermedio, a seconda della specie di legno utilizzata, del tipo di resina impiegata e delle condizioni di pressatura. Non contiene nodi, giunti cavi o punti deboli.

Densità, peso e dimensioni dei fogli

La densità del pannello (e quindi il peso) varia a seconda del prodotto ed è influenzata dal tipo di legname e dal processo di fabbricazione. Densità tipiche sono comprese fra 600 e 680 kg/m³. Quindi, per esempio, un pannello di 2400 x 1200 x 12mm avrà un peso di circa 20 kg.

Le dimensioni comunemente disponibili sono 2440mm x 1200mm, 2440mm x 1220mm e 2500mm x 1250mm, con spessori compresi fra 6mm e 40mm.

Su richiesta sono disponibili anche altri formati. I pannelli sono prodotti in sezioni quadrate o con maschio e femmina.

Applicazioni

Grazie all'elevata resistenza meccanica e all'orientamento delle scaglie all'interno del pannello, l'OSB è particolarmente adatto per funzioni di sostegno, in particolare nelle costruzioni, ed è ampiamente utilizzato per pavimentazioni, copertura di tetti e rivestimento di pareti, ma anche in altre applicazioni dove viene impiegato come pannello a base di legno. Sono disponibili diverse qualità di prodotto a seconda del tipo di carico da sostenere e delle condizioni ambientali. Informazioni sull'uso dell'OSB in queste applicazioni si possono trovare nelle norme ENV 12872 e EN 13986. L'OSB è un prodotto per costruzioni di precisione, con prestazioni equivalenti al compensato; in alcuni casi è anche possibile impiegare un pannello OSB più sottile ad un minor costo.

Grosse quantità di OSB sono anche impiegate nei pannelli strutturali per la copertura dei tetti, nell'imballaggio industriale, nelle recinzioni di cantieri e nei pallets.



b) Attacco di insetti

Il pannello OSB non viene attaccato da insetti che mangiano il legno, comuni nei climi temperati. Si può utilizzare nelle classi di rischio 1, 2 e 3, come definito nella norma EN 335-1 "Durata del legno e dei prodotti a base di legno – Parte 1: Definizione delle classi di rischio per l'attacco di insetti". Per queste 3 classi di rischio, il contenuto di umidità dell'OSB e gli organismi che possono attaccarlo nelle condizioni specificate sono indicati nella norma EN 335-3 "Durata del legno e dei prodotti a base di legno – Parte 3: Applicazione dei pannelli a base di legno".

c) Permeabilità al vapore acqueo

Il valore del fattore di resistenza al vapore acqueo (μ) per l'OSB con una densità di 650 kg/m³, si può considerare pari a 30 utilizzando il metodo "wet cup" e pari a 50 quando invece si utilizza il metodo "dry cup" (EN 12524).

d) Conducibilità termica

La conducibilità termica (λ) dell'OSB è di 0,13 W/m.K per una densità media di 650 kg/m³.

e) Reazione al fuoco

Nel nuovo sistema Euroclass relativo alla reazione al fuoco dei materiali, l'OSB non trattato con una densità >600 kg/m³ e uno spessore >10 mm verrà classificato in Euroclass D tranne nel caso in cui venga utilizzato come rivestimento laminato per pavimenti, oppure in Euroclass D_{rel} quando è parte integrante di un rivestimento laminato per pavimenti e viene testato come prodotto commercializzato separatamente, che venga o meno fissato su un supporto per pavimentazione.

Stoccaggio e trasporto interno

Per un impiego corretto, è importante stoccare e spostare con molta attenzione i pannelli; si deve perciò proteggere l'OSB contro la pioggia e le infiltrazioni accidentali d'acqua. Durante il trasporto, è molto importante tenere coperti i bordi. I pannelli dovrebbero essere stoccati in posizione orizzontale, in un edificio chiuso e all'asciutto. Proteggere sempre i bordi e gli spigoli dei pannelli durante gli spostamenti.

Lavorazione dell'OSB

L'OSB può essere tagliato a mano o con una sega a motore e lavorato (intagliato, affusolato, piallato e fresato) con i comuni utensili per la lavorazione del legno. Con gli attrezzi a motore, si raccomanda l'uso di coltelli a base di carburo di tungsteno.

COMPENSATO MARINO

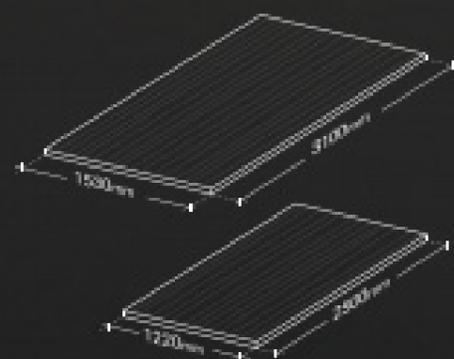
COMPENSATO MARINO

Okoumè

Misure 3100 x 1530 mm
2500 x 1220 mm

Peso 480 kg/m²

Incollaggio Classe 3 - E1
Colla melaminica e fenolica



SPECIFICHE DIMENSIONALI E PESI COMPENSATO MARINO OKOUMÈ

Spessore mm	Strati n°	Peso kg/m ²	Resistenza alla flessione N/mm ²		Modulo elastico N/mm ²	
			long.	trav.	long.	trav.
3	3	1,4	56,8	8	8900	340
4	3	1,9	53,5	5,5	8380	860
5	3	2,4	49,5	12	7730	1510
6	3	2,9	46,3	12,1	7250	1990
6	5	2,9	40	12,3	7320	1920
8	5	3,8	36,5	22,5	5710	3530
10	5	4,8	33,2	25,8	5190	4050
12	7	5,8	30,9	27	4830	4410
15	7	7,2	31,1	28	4860	4380
18	9	8,6	30,3	28,7	4750	4490
19	9	9,1	30,1	28,9	4710	4530
20	9	9,6	30,1	28,9	4710	4530
22	11	10,6	25,9	33,1	4050	5190
25	11	12,0	29,7	29,3	4650	4590
30	13	14,4	29,6	29,4	4630	4610
40	17	19,2	29,8	29,2	4670	4570

È possibile realizzare spessori e composizioni personalizzate in base alle esigenze progettuali. Le tolleranze dimensionali rispettano gli standard previsti dalla norma EN 315.


Conduttività termica
 UNI 7745 } **0,13 w/mk**

GUAINA IMPERMEABILE

Permo® easy / Permo® easy SK²

Membrana altamente traspirante



Permo® easy è una membrana altamente traspirante a 3 strati. Uno speciale strato, applicato sia sulla parte inferiore che superiore, garantisce una notevole resistenza meccanica.

Vantaggi del prodotto

- Garantisce un'alta traspirabilità del tetto
- Impedisce le infiltrazioni dell'acqua e del vento
- Superficie altamente resistente contro le abrasioni
- Certificata CE per ogni tipo di tetto a falda
- Il trattamento idrofobico su entrambi i lati accentua la sua impermeabilità

Campo di applicazione

Permo® easy è adatta ad ogni tipo di tetto a falda. La sua posa è indicata sopra l'isolante e/o sopra l'ultimo tavolato. Permo® easy, inoltre, è ideale per applicazioni di prodotti specifici nella protezione del legno.

Composizione materiale

Permo® easy è una guaina resistente a 3 strati, composta da 2 strati esterni protettivi idrofobizzati (superiore ed inferiore) in polipropilene stabilizzato ai raggi UV e da una membrana funzionale in poliolefina.

Dimensione rotolo

50 x 1,5 m (75 m²)

Confezione

20 rotoli / bancale (1500 m²)

Codice

KL00011

KL00012 (SK²)

Certificati

- Certificato CE

Permo® easy SK² ha due nastri acrilici adesivi laterali. L'incollaggio dei due nastri crea una giunzione sicura contro il passaggio dell'aria e del vento riducendo le dispersioni termiche.

- Le versioni SK² creano una giunzione adesiva perfetta.
- I nastri di protezione garantiscono una posa anche in condizioni estreme (umidità, temperature basse)

La parola emergenza si associa prevalentemente ad un evento negativo, ad uno stato limite ed improvviso, ad una condizione che si viene a creare a seguito della successione di uno o più disastri che alterano la normalità delle popolazioni creando danni alle persone o alle cose. Le cause che portano allo stato di emergenza sono molteplici e di diversa natura, come diverse sono anche le tipologie che ne conseguono: politica, sanitaria, abitativa, ambientale, SOCIALE.

Attraverso questa tesi si è voluto dare importanza all'ultimo degli aspetti sopra citati, un qualcosa che non viene considerato prioritario durante le fasi di ricostruzione, ma che permette di riaffiorare il senso di unità e coesione all'interno di una popolazione tramite la ricerca del SUPERFLUO NECESSARIO.

Per potersi confrontare con un caso reale si è scelto di rispondere ad un concorso istituito dall'Ordine degli Architetti P.P.C di Verona, dal titolo "Box 336 am, Contenitore culturale per Amatrice e le zone colpite dal sisma", il quale chiedeva di progettare un Box ad uso sociale in grado di ospitare più funzioni diverse al suo interno.

Il progetto si presenta come soluzione architettonica al bando e nasce a seguito dello svolgimento di due fasi antecedenti al suo sviluppo, quella di ricerca dello stato dell'arte e quella di approfondimento del caso studio di Amatrice. L'elaborato, oltre a risolvere l'aspetto architettonico, vuole far emergere anche l'importanza della tecnologia in un contesto come questo, sviluppando un sistema trasportabile, assemblabile e leggero attraverso l'uso innovativo di un materiale versatile come il CARTONE ONDULATO.

MASSIMILIANO MANCO
DANILO MESSINA