



Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna

Scuola di Ingegneria e Architettura

Dipartimento di Architettura e Pianificazione del Territorio

Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Ingegneria Edile - Architettura A.A. 2015-2016

# SPERIMENTAZIONE COSTRUTTIVA E TECNOLOGICA DI UN PADIGLIONE TEMPORANEO

Un caso concreto di autocostruzione, dal progetto alla realizzazione

Relatore: Annarita Ferrante

Correlatore: Francesco Fulvi

Studente: Giacomo Tibaldi

matricola: 0000466937



A mio fratello Enrico





# Sommario

## 1. INTRODUZIONE .....A

## 2. APPROCCI ALLA PROGETTAZIONE...1

### 2.1. L'idea ..... 2

### 2.2. Autocostruzione ..... 5

#### 2.2.1. Definizione..... 8

#### 2.2.2. Motivazioni..... 8

#### 2.2.3. Tipologie..... 14

#### 2.2.4. Normativa Italiana..... 18

#### 2.2.5. Esempi in Europa..... 21

#### 2.2.6. Esempi in Italia..... 23

#### 2.2.7. Autocostruzione e Modulo Eco ..... 26

### 2.3. Rigenerazione Urbana ..... 29

2.3.1. Strategie per il rilancio della città.....	32
2.3.2. Esempi in Europa.....	34
2.3.3. Esempi in Italia.....	35
2.3.4. Rigenerazione urbana e Modulo Eco.....	38
<b>2.4. Progettazione assistita.....</b>	<b>41</b>
<b>2.5. Didattica e sensibilizzazione.....</b>	<b>42</b>
<b>2.6. Ricerca e sperimentazione.....</b>	<b>44</b>

## **3. IL PROGETTO ..... 53**

<b>3.1. Concept.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2. Il sito.....</b>	<b>53</b>
3.2.1. Analisi ambientali.....	55
<b>3.3. Elaborati grafici.....</b>	<b>60</b>
3.3.1. Planimetria.....	60
3.3.2. Pianta.....	62
3.3.3. Prospetti.....	64
3.3.2. Sezioni.....	68
<b>3.4. Struttura.....</b>	<b>70</b>
3.4.1 Struttura in elevazione.....	70

3.4.2	Struttura di fondazione.....	74
<b>3.5.</b>	<b>Chiusure.....</b>	<b>79</b>
3.5.1.	Chiusure verticali.....	79
3.5.2.	Chiusure orizzontali.....	89
3.5.3.	Partizioni interne.....	99
<b>3.6.</b>	<b>Dettagli costruttivi.....</b>	<b>101</b>
<b>3.7.</b>	<b>I materiali.....</b>	<b>116</b>
3.7.1.	Legno e derivati.....	116
3.7.2.	Isolanti (Fibre di legno, cappotto).....	121
3.7.3.	Cartongessi.....	124
3.7.4.	Guaine e membrane.....	126
3.7.5.	Terra cruda.....	128
3.7.6.	Serramenti.....	129
3.7.7.	Tetto verde.....	132
<b>3.8.</b>	<b>Tecnologie.....</b>	<b>136</b>
3.8.1.	Serra bioclimatica.....	136
3.8.2.	Parete d'accumulo con intercapedine d'aria.....	139
3.8.3.	Copertura verde.....	141
<b>3.9.</b>	<b>Costi.....</b>	<b>144</b>

## **4. CERTIFICAZIONI ENERGETICHE... 157**

<b>4. Introduzione</b> .....	<b>158</b>
<b>4.1. Certificazione energetica (ex Legge 10)</b> .....	<b>159</b>
4.1.1. Normative comunitarie.....	159
4.1.2. Quadro normativo italiano.....	161
4.1.3. Attestato di Prestazione Energetica .....	167
4.1.4. Attestato di Prestazione Energetica e Modulo Eco.....	169
<b>4.2. CasaClima</b> .....	<b>170</b>
4.2.1. Il processo di certificazione.....	173
4.2.2. Certificazione CasaClima e Modulo Eco.....	175
<b>4.3. Arca</b> .....	<b>180</b>
4.3.1. Il processo di certificazione.....	182
4.3.2. Punteggi.....	184
4.3.3. Certificazione Arca e Modulo Eco.....	188
<b>4.3. Simulazioni dinamiche</b> .....	<b>189</b>

## **5. IL CANTIERE..... 193**

<b>5.1. Autocostruzione: sicurezza e responsabilità</b> .....	<b>194</b>
5.1.1. Responsabilità delle parti.....	196

5.1.1. Sicurezza in fase progettuale e sul luogo di lavoro.....	200
<b>5.2. Cantieri.....</b>	<b>203</b>
5.2.1. Workout Pasubio.....	203
5.2.2. Piazzale della pace.....	205
<b>5.3. Schemi costruttivi.....</b>	<b>208</b>
5.3.1. Evoluzione della costruzione.....	208
5.3.2. Prefabbricazione/assemblaggio dei pannelli strutturali..	208

## **6. CONCLUSIONI.....219**

## **Bibliografia.....225**

## **Allegati di approfondimento.....235**

**Allegato A.** Tavole di progetto esecutivo. Rilegato separatamente.....

**Allegato B.** Computo metrico estimativo..... 236

**Allegato C.** Procedimento costruttivo..... 252

**Allegato D.** Schemi costruttivi strutturali..... 276

MODULO ECO



MANIFATTURA  
URBANA

# 1. INTRODUZIONE

La tesi ha come oggetto di studio la progettazione e realizzazione in autocostruzione del padiglione temporaneo dal nome Modulo Eco in Piazzale della Pace a Parma.

Per “autocostruzione” si intende il processo in cui il committente di un immobile partecipa attivamente alla fase realizzativa dello stesso. È un percorso molto impegnativo, che richiede una forte motivazione ma allo stesso tempo molto appagante. L’idea progettuale in sé e le scelte di carattere costruttivo e realizzativo hanno alle spalle sempre la fatidica domanda “Come si fa?” e soprattutto “lo sarei in grado di farlo?”.

Ad oggi in Italia non esiste una normativa nazionale che codifichi le modalità e le regole dell’edificare in autocostruzione. La partecipazione attiva nel processo realizzativo di personale non addetto ai lavori aumenta automaticamente i rischi legati all’inesperienza e alla mancanza di formazione in materia. L’attenzione quindi alla sicurezza e soprattutto all’iniziale formazione dei nuovi operai in cantiere permette di ridurre notevolmente tali pericoli.

Il progetto è stato ideato dall’associazione culturale Manifattura Urbana in collaborazione con il Comune di Parma. Posizionato in Piazzale della Pace, in pieno centro, questo spazio ospiterà l’ufficio Sportello Energia del Comune stesso. È infatti interesse dell’amministrazione dare un’importanza significativa alle tematiche energetiche, non lasciando tutte le relative riflessioni solamente a tecnici ma rivolgendosi invece direttamente ai

cittadini, per informarli e sensibilizzarli.

Non in secondo piano stano inoltre le nuove e dirompenti questioni del disagio abitativo e del diritto alla casa per tutti, per le quali molti paesi stanno intraprendendo politiche di social housing, comprendendo forme innovative di accesso alla proprietà insieme ad azioni che aumentino la sostenibilità ambientale delle abitazioni e promuovano la coesione sociale e la comunicazione interculturale. È stato quindi deciso di progettare e realizzare un padiglione temporaneo, facilmente costruibile (con l'aiuto di studenti, volontari e interessati), con un minimo impatto ambientale e allo stesso tempo ad alta efficienza energetica, non solo rispettante ma superante tutti gli standard di bassi consumi energetici previsti dalla normativa per le nuove costruzioni.

Il progetto è totalmente autofinanziato dalle aziende fornitrici partner, che sponsorizzano in forma gratuita il materiale da costruzione e formano direttamente in cantiere i volontari per imparare a gestirlo, in cambio di visibilità all'interno del progetto.

Durante il percorso di tesi, durato più di un anno, ho partecipato a tutti gli avvenimenti correlati alla progettazione del progetto Modulo Eco e a tutte le fasi fino ad ora realizzate. Oltre ai temi che verranno discussi nei prossimi capitoli, mi sono occupato dei disegni tecnici, ho contribuito alle scelte compositive, ho partecipato agli incontri con l'amministrazione e con le aziende che partecipano alla fornitura



di materiale, ho realizzato documentazione informativo-divulgativa e ho preso parte alle presentazioni ufficiali del progetto Modulo Eco nonché alle varie fasi organizzative.

Inoltre la mia partecipazione a questo progetto non si esaurisce con la stesura di questa tesi, ma continuerò a seguire il progetto fino alla definitiva realizzazione e in seguito anche fino al suo utilizzo.

La prima parte della tesi si propone di ripercorrere e di descrivere le idee e i concetti base che sono stati perseguiti durante tutta la fase progettuale. Mi soffermerò perciò ad esporre gli approcci generali dai quali è nato il progetto e le modalità con le quali sono stati perseguiti. Tra i principali ci sono i concetti di rigenerazione urbana, di progettazione assistita, di didattica, di ricerca e di sperimentazione e in primis di autocostruzione.

Successivamente verrà illustrato il progetto in tutte le sue parti. Prima di tutto verrà descritto il concept e le scelte compositive e dimensionali adottate, in funzione delle premesse precedenti. In seguito verrà illustrato il sito che ospiterà temporaneamente il padiglione, Piazzale della Pace. Verranno quindi descritti nel dettaglio, con elaborati grafici commentati, la struttura, il sistema delle fondazioni, i materiali scelti e le tecnologie presenti nel progetto, oltre allo scopo per le quali sono state utilizzate; nell'ultimo paragrafo verrà infine fatta un'analisi dei costi virtuali del progetto basata su un computo metrico e sulle forniture delle aziende.

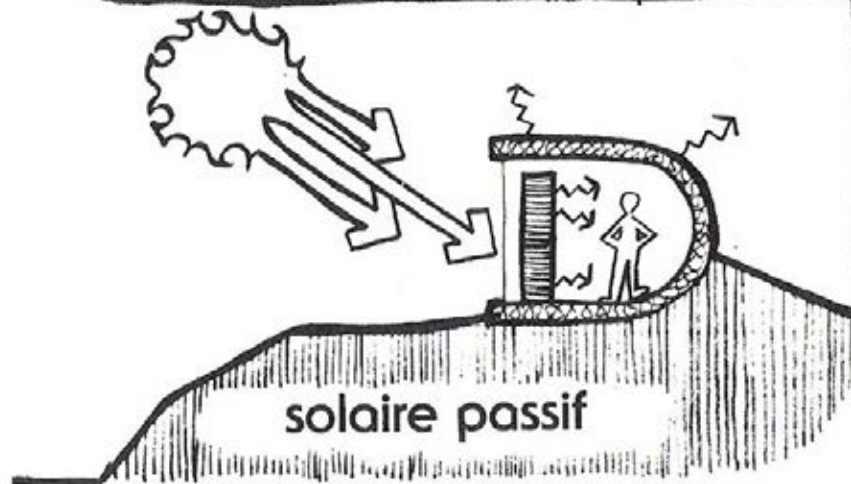
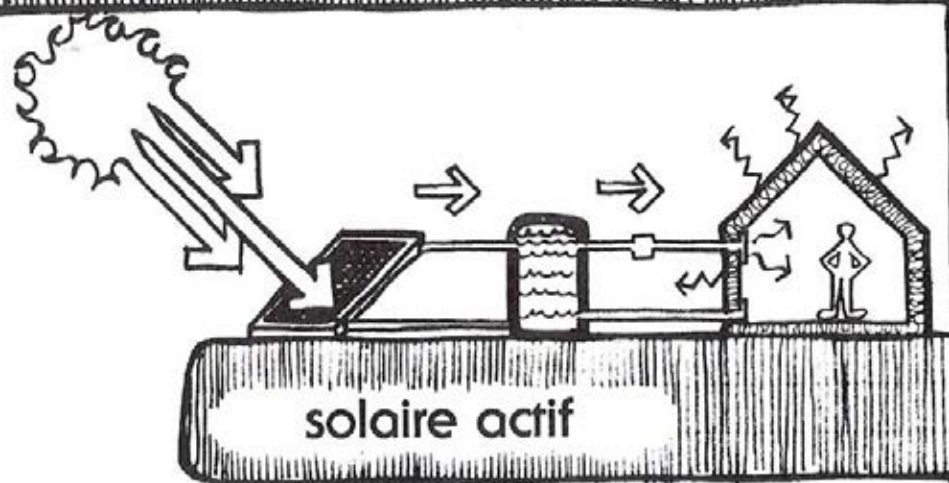
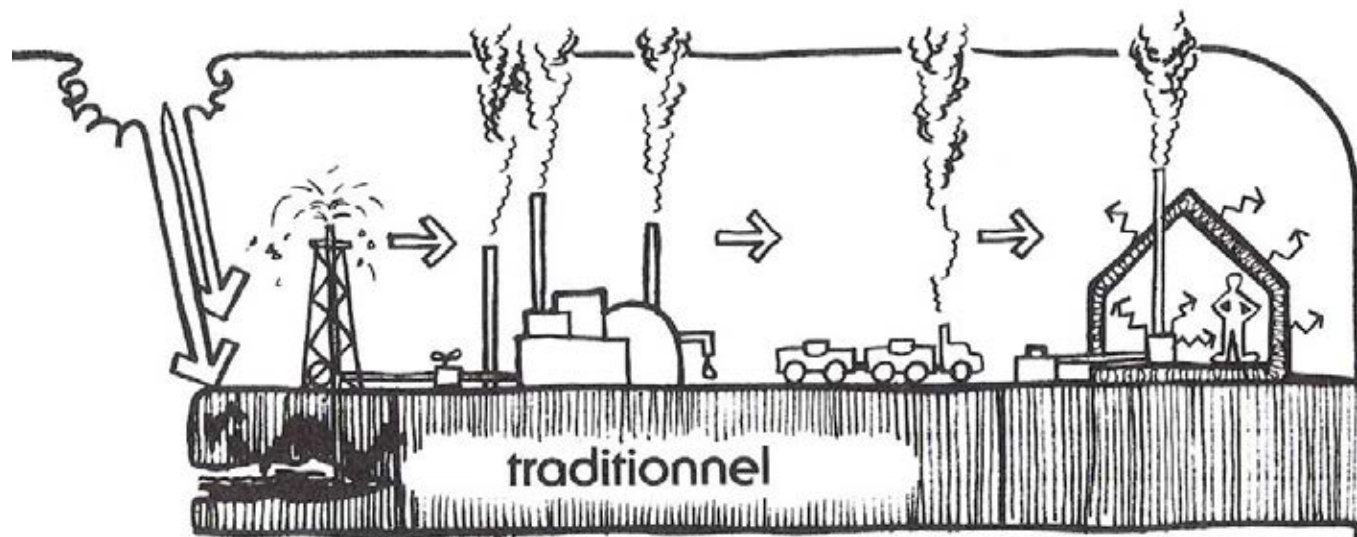
Il quarto capitolo riguarda le certificazioni energetiche, ottenute

al fine di garantire anche da enti terzi la buona progettazione e realizzazione dell'edificio, avendo ulteriore sicurezza sul raggiungimento di un buon comfort indoor. Dopo un excursus sulle normative comunitarie e sulle leggi italiane fino a quelle vigenti, si descrivono i procedimenti per conseguire sia la certificazione nazionale (con rilascio di attestato di prestazione energetica) che le certificazioni volontarie Casaclima e Arca.

A questo punto ritorna il concetto di autocostruzione: il quinto capitolo infatti consiste nella descrizione delle modalità (auto)costruttive del padiglione, con delucidazioni sulle responsabilità delle varie figure coinvolte nel processo, nella descrizione dei due cantieri e nella redazione di alcune schede di lavorazione, utili ai volontari, riportanti fase per fase i ruoli, i passi da seguire e le specifiche per ogni operazione analizzata. Sono stati realizzati degli schemi costruttivi sia in ampia scala, che comprendono ogni fase progettuale, sia in scala di dettaglio, con focus nella fase di realizzazione della struttura lignea a telaio, senza tralasciare la sicurezza in cantiere.

La parte introduttiva della tesi è stata redatta in collaborazione con Mauro Fiorentino, laureando in architettura all'Università degli Studi di Parma con il medesimo progetto.





## 2. APPROCCI ALLA PROGETTAZIONE

<b>2.1. L'idea</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Autocostruzione</b> .....	<b>5</b>
2.2.1. Definizione.....	8
2.2.2. Motivazioni.....	8
2.2.3. Tipologie.....	14
2.2.4. Normativa Italiana.....	18
2.2.5. Esempi in Europa.....	21
2.2.6. Esempi in Italia.....	23
2.2.7. Autocostruzione e Modulo Eco .....	26
<b>2.3. Rigenerazione Urbana</b> .....	<b>29</b>
2.3.1. Strategie per il rilancio della città.....	32
2.3.2. Esempi in Europa.....	34
2.3.3. Esempi in Italia.....	35
2.3.4. Rigenerazione urbana e Modulo Eco .....	38
<b>2.4. Progettazione assistita</b> .....	<b>41</b>
<b>2.5. Didattica e sensibilizzazione</b> .....	<b>42</b>
<b>2.6. Ricerca e sperimentazione</b> .....	<b>44</b>

## 2.1. L'idea

I ragionamenti alla base della progettazione e costruzione sui quali si basa la filosofia del Modulo Eco mirano a far diventare questo padiglione uno strumento polivalente. Un oggetto che sarà strumento di didattica e sensibilizzazione su tematiche legate all'energia e all'edilizia, ma allo stesso tempo progetto di rigenerazione urbana in qualità di presidio antidegrado ed elemento nel quale fare ricerca e sperimentazione.

Questa filosofia, che sarà perseguita durante tutte le fasi che porteranno alla realizzazione di questo padiglione, si fonda su dei macro-concetti che hanno guidato il team in tutte le scelte progettuali. Tali macro-concetti sono la progettazione assistita, la rigenerazione urbana, la bioarchitettura, l'attenzione e il rispetto verso la natura, la didattica e la ricerca. In un certo senso questa filosofia si propone di diventare un riferimento di best practice per tutti i progettisti che sono intenzionati a realizzare edifici funzionali non solo al gusto del committente ma anche alla corretta progettazione bioclimatica e ad un giusto inserimento nel tessuto sociale ed architettonico della città.

Lo stesso nome dato al progetto cerca di racchiudere tutti questi aspetti in sole due parole di grande significato:

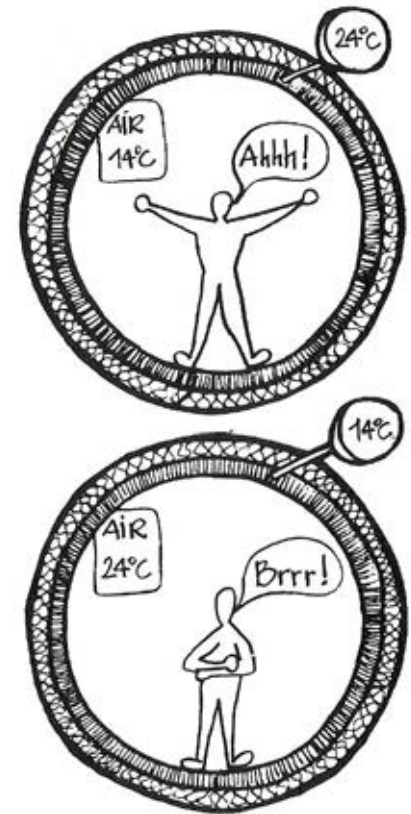
“**Modulo**”: etimologicamente deriva dal latino “mōdūlus” e significa letteralmente “unità di misura”, “modulo”, “modello”, “norma”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Si veda vocabolario Treccani, alla voce “Modulo”.

Questo termine va considerato col significato di modello teorico e cioè come un punto di riferimento, un *modus operandi* universale che si può adottare durante la progettazione di qualsiasi struttura. Quella che c'è alla base di questo padiglione non si basa solo sulle regole della composizione architettonica (cioè lo studio dei volumi, delle proporzioni, degli affacci e degli allineamenti) che sarebbe insufficiente a progettare un edificio adatto allo scopo già descritto prima. Per questo il *modus operandi* utilizzato considera anche tutti gli aspetti bioclimatici del luogo, in modo tale da far calzare su misura l'edificio alle condizioni climatiche circostanti. Si tiene in considerazione la temperatura, il sole, il vento, la pioggia, l'umidità presente durante tutto l'anno per poter fronteggiare e/o volgere a proprio vantaggio qualsiasi situazione climatica. Mentre l'aspetto sociale contemplato nella rigenerazione urbana si è preso in considerazioni oltre che per la scelta della destinazione d'uso attribuita anche per le modalità di utilizzo che avrà in seguito questo spazio;

**“Eco”**: questo termine, nell'accezione di ecologico, va a caratterizzare tutto il *modus operandi* descritto prima nella definizione di “Modulo”. L'obiettivo è quello di raggiungere una progettazione più sostenibile lungo tutto il suo ciclo di vita. A partire dai materiali, per i quali si è scelto di prediligere, dove possibile, quelli con un basso impatto ambientale, continuando con la progettazione, ottimizzando gli spazi e costruendo con moduli tali da non sprecare materiale ed evitare

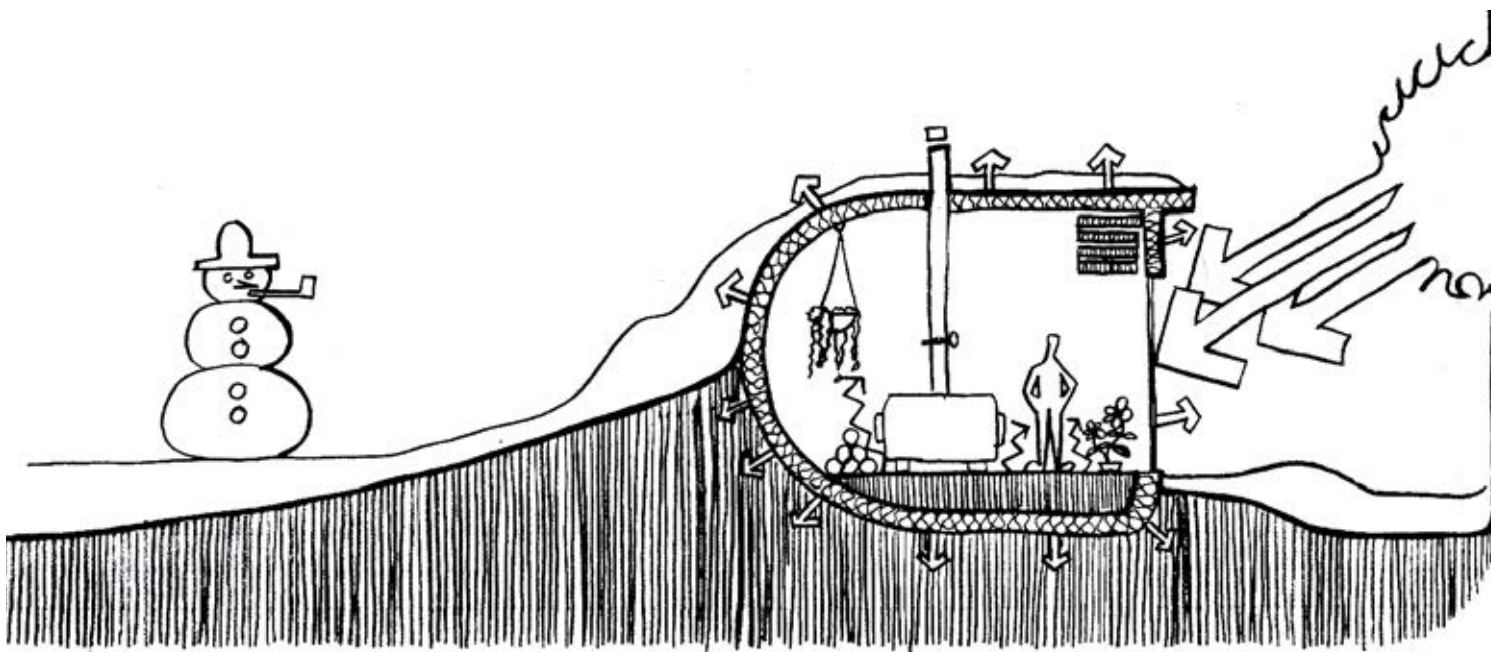


**Fig. 2.1.** Schema nel quale è rappresentato l'effetto della temperatura media radiante.

Tratto dal libro di David Wright, *Manuel d'architecture naturelle*, Parenthèses, Marseille, 2004.

perdite di tempo nell'adattare i materiali alla struttura. Anche gli impianti rispecchiano la volontà di costruire un edificio ecologico tramite l'utilizzo di energia rinnovabile per la produzione di elettricità che soddisferà a pieno il fabbisogno energetico richiesto e l'utilizzo di macchine ad alta efficienza energetica.

Di seguito, nel dettaglio, i macro-concetti alla base del progetto.



**Fig. 2.2.** Schema nel quale è rappresentato il concetto di minimizzazione delle dispersioni verso l'esterno.  
Tratto dal libro di David Wright, *Manuel d'architecture naturelle*, Parenthèses, Marseille, 2004.



## 2.2. Autocostruzione

“L’autocostruzione è una pratica che si differenzia da altri sistemi di edificazione perché i futuri proprietari partecipano alla costruzione della loro casa con l’apporto del proprio lavoro, il che consente il contenimento dei costi di edificazione. La presenza di professionisti nel corso dell’intero processo edificatorio garantisce l’assistenza tecnica indispensabile, il rispetto delle norme di sicurezza, le certificazioni necessarie ed un prodotto architettonico di qualità non relegabile in un sottomercato immobiliare. Una pratica edilizia, innovativa e con precise modalità costruttive, che conferisce un ruolo primario al dinamismo individuale di chi subisce direttamente le conseguenze della carenza di un alloggio a basso costo, ma che al contempo prevede un intervento di sostegno da parte di governo ed enti pubblici. E’ una delle possibili risposte giuste al problema abitativo”<sup>2</sup>.

Di fronte al tema della questione abitativa, le politiche di social housing che molti paesi stanno adottando non si limitano solo all’offerta di alloggi in affitto per i ceti più poveri, ma comprendono anche forme innovative di accesso all’affitto e alla proprietà, e azioni che aumentino la sostenibilità economica e ambientale delle abitazioni e promuovano la coesione sociale e la comunicazione interculturale.

La questione abitativa, argomento sempre in primo piano nella



**Fig. 2.3.** Gruppo di autocostruttori al lavoro.  
Immagine di copertina del libro Housing Frontline.

<sup>2</sup> <http://www.autocostruzione.net/>

storia dell'architettura, rispecchia lo status sociale ed economico delle persone e delle famiglie. Negli ultimi anni sta assumendo una nuova rilevanza sociale andando a creare disuguaglianze nette all'interno della popolazione e divenendo parte fondamentale della pianificazione urbanistica.

Negli anni '80 e '90 il problema dell'alloggio, nato nel secondo dopoguerra, sembra non essere più una priorità politica e sociale. Grazie all'edificazione in grande quantità di alloggi, le istituzioni hanno ritenuto risolto tale problema facendo passare in secondo piano la questione. Ma ben presto, a causa di questo disinteresse politico coadiuvato dalla precarietà lavorativa ed economica di alcune fasce della popolazione e alla mancanza di offerta sociale di case, si vengono a creare nuove forme di povertà tra cui quella abitativa.

Al tutto si è sovrapposto, negli ultimi anni, un peggioramento dei mercati che hanno mandato fuori controllo i costi di affitto e acquisto delle abitazioni colpendo soprattutto le fasce più deboli della popolazione costrette a ad indebitarsi con mutui sempre più lunghi e onerosi.

Una soluzione a questo trend caratterizzato dalla crescente richiesta di alloggi e da una non adeguata risposta di abitazioni sociali potrebbe essere un cambio di direzione delle politiche di social housing da parte delle istituzioni andando a modificare non solo la quantità dell'offerta ma addirittura le modalità di creazione dell'offerta.

È proprio sulle modalità che l'autocostruzione si presta molto bene a

soddisfare tali bisogni a costi più contenuti per le istituzioni, infatti si possono realizzare abitazioni ad alto risparmio energetico utilizzando tecnologie e materiali a basso impatto ambientale promuovendo anche un senso di comunità tra i partecipanti.

L'autocostruzione è un tema che viene affrontato e proposto già da diversi decenni, infatti i primi casi sono stati realizzati già negli anni '70. Purtroppo tale modalità non ha mai riscosso molto successo rimanendo difatto sempre in secondo piano rispetto a modalità più classiche di edificazione. Negli ultimi anni però è indicata dalle Regioni e dagli Enti locali come possibile soluzione all'abbattimento dei costi per l'edificazione delle case sociali e per l'accesso alla casa delle fasce deboli ma, se non in alcuni rari casi, non è mai stata regolamentata da una vera e propria legge.

L'autoproduzione edilizia, oltre a permettere di abbassare i costi, ha anche una funzione sociale, di ben altra portata: "essa è stata vista come una pratica sociale in grado di ridefinire il rapporto degli abitanti con la propria casa, a partire dal processo attraverso cui la casa viene prodotta, e per questa via una pratica capace di realizzare il controllo degli abitanti sul proprio habitat, di produrre tessuti di socialità, convivialità, inserimento sociale. Promuove la partecipazione e il coinvolgimento nelle scelte di governo del territorio e nelle politiche di inclusione sociale". Ma soprattutto "Costituisce un'occasione di socialità, di cooperazione, di mutuo aiuto tra persone. Produce coesione e solidarietà dove la lotta

per la casa rischia di diventare una guerra tra poveri. Investe sulle relazioni di vicinato e contribuisce alla costruzione della comunità locale, mentre la convivenza diventa sempre più un aspetto critico dell'abitare"<sup>3</sup>.

## 2.2.1. Definizione

Per definizione, l'autocostruzione, è un processo edilizio nel quale il committente partecipa attivamente, in parte o per intero, a tutte le fasi del processo edilizio stesso: a partire dalla fase di progettazione fino alla realizzazione in cantiere, a quella di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria durante la vita del fabbricato.

È tra i più antichi metodi di costruzione infatti da quando l'uomo ha abbandonato le caverne per vivere in insediamenti nomadi o stazionari ha dovuto provvedere da solo alla costruzione delle proprie abitazioni. Questa pratica serviva anche a far interagire e integrare le persone tra di loro aumentando la coesione sociale all'interno delle comunità.

## 2.2.2. Motivazioni

Le motivazioni che dovrebbero spingere un soggetto a prediligere questa metodologia costruttiva rispetto ad un'altra sono varie.

---

<sup>3</sup> Corrado Marcetti - Giancarlo Paba - Anna Lisa Pecoriello - Nicola Solimano, *Housing Frontline. Inclusione sociale e processi di autocostruzione e autorecupero*, Firenze University Press, 2011

Sicuramente l'aspetto prevalente è quello **economico**. Ci sono diversi fattori di risparmio che si possono prendere in considerazione e che permettono, a parità di budget, di possedere un'abitazione più performante e con maggiori comfort rispetto ad una acquistata o costruita con una metodologia più convenzionale.

Tali fattori possono essere di diversa natura a seconda del campo d'interesse in cui vanno ad influire. Ad esempio possono riguardare l'ecologia, il processo tecnologico, i materiali e gli elementi costruttivi o la progettazione della cellula abitativa.

Per quanto riguarda il fattore ecologico, il risparmio si può perseguire adottando diverse scelte come ad esempio la produzione del fabbisogno di energia elettrica tramite fonti rinnovabili (eolico, solare e geotermico in primis) e perciò creata senza originare rifiuti; oppure tramite l'introduzione di sistemi dedicati all'accumulo e il riutilizzo delle acque piovane o lo smaltimento dei rifiuti organici per mezzo della distruzione biologica.

Invece il risparmio sul processo tecnologico si genera, tra gli altri, facendo partecipare l'utente finale a tutto il processo edilizio. Si andrà così a contenere i costi di costruzione riuscendo a realizzare abitazioni con standard che altrimenti l'utente non avrebbe la possibilità economica di acquistare sul mercato convenzionale.

Svolgendo, in prima persona, alcuni semplici compiti che altrimenti avrebbe dovuto eseguire un operaio, l'autocostruttore può risparmiare sulla manodopera in quanto il suo lavoro non verrà conteggiato nel

bilancio dell'opera.

Altre azioni che aiutano a risparmiare sul processo tecnologico sono legate al contenimento dei costi di produzione e di manutenzione dell'abitazione, alla scelta di sistemi costruttivi che richiedano alta utilizzazione di mano d'opera volontaria e basso investimento di capitali, alla scelta di sistemi costruttivi che richiedano minori consumi energetici e di acqua, l'utilizzo di macchine speciali da trasportare e da montare.

Il risparmio sui materiali e gli elementi costruttivi si genera invece utilizzando materiali reperibili nelle vicinanze del cantiere evitando materiali prodotti in località lontane dove il costo di trasporto inciderebbe in maniera consistente sul prezzo finale. Alcuni esempi sono i sottoprodotti dei materiali agricoli tra cui la paglia, la terra cruda o altri scarti da inserire come inerti nel cemento.

Gli elementi costruttivi possono essere realizzati anche utilizzando materiali innovativi o sperimentali con prestazioni particolari che vanno a soddisfare bisogni specifici richiesti dall'utente; studiando la misura dei vari materiali in modo da ottimizzare tagli e sprechi; ottimizzare i nodi e il processo costruttivo per rendere il più semplice possibile l'autocostruzione.

Il risparmio relativo alla progettazione della cellula abitativa si genera invece sfruttando i sistemi tecnologici passivi tramite sistemi costruttivi e distributivi che sfruttano ad esempio la ventilazione naturale. Oppure utilizzando ombreggiamenti e alberature in modo



**Fig. 2.4.** Campione di un pannello in posidonia utilizzato dal Fraunhofer Institute per testare le qualità isolanti del materiale.

da avere un effetto termoregolatore e di schermatura in caso di eccessivo soleggiamento.

Non sempre però questi fattori possono essere applicati in contemporanea, anzi spesso sono soluzioni incompatibili l'una con l'altra. Un esempio di incompatibilità potrebbe avvenire nella scelta della tipologia costruttiva alla base di tutto il progetto: l'uso di una tecnologia altamente meccanizzata (che a fronte di una rapida costruzione prevede un alto investimento economico iniziale) è all'antitesi di una tecnica basata su elementi artigianali (che a fronte di un basso investimento iniziale di capitale prevede l'elevato uso di mano d'opera durante tutto il processo).

Andando ad intervenire oculatamente su tutti questi fattori non sembra impensabile presentare l'autocostruzione come una possibile soluzione del problema abitativo per gli anni a venire. Se si pensa poi di utilizzare o riutilizzare materiali riciclati si aprono nuovi scenari che non riguardano solo il risparmio economico.

Sono tanti i materiali che non possono essere riciclati o che hanno alti costi di smaltimento e sono destinati ad essere accumulati in discarica. Materiali quali pneumatici dei veicoli ne sono un esempio: tra i tantissimi casi di edifici ad altissime prestazioni costruiti con questo materiale sicuramente ci sono da citare le Earthship di Michael Reynolds<sup>4</sup> (noto per aver costruito edifici in pneumatici e terra armata in condizioni estreme con un alto confort indoor). Altri materiali che possono essere sfruttati sono ad esempio le bottiglie di



**Fig. 2.5.** Michael Reynolds all'interno di un'Earthship.

<sup>4</sup> Reynolds M., Earthship, Volume 1,2 e 3, Solar Survival Press, Taos, 1990.



Fig. 2.6. Esempio di Earthship presso Taos, New Mexico.



Fig. 2.7. Fase di cantiere di un'Earthship.

plastica o di vetro<sup>5</sup>, la paglia<sup>6</sup>, la posidonia<sup>7</sup>, e tanti altri.

Ulteriore aspetto che potrebbe indurre un utente ad utilizzare l'autocostruzione è quello **etico**. Questo va ad influire enormemente sulla progettazione dell'edificio in quanto le idee alla base di tutti i ragionamenti possono assumere due direzioni completamente in contrasto tra loro: una mira al rispetto della tradizione e l'altra invece all'innovazione.

Le idee più tradizionali prevedono, ad esempio, l'uscita dal sistema commerciale puntando all'autonomia del processo edilizio. Questo permette di andare a riscoprire tecniche costruttive e metodi tradizionali di messa in opera dei materiali ormai in disuso; altre idee optano per l'utilizzo di materiali reperibili in loco o comunque a chilometro zero e tecnologie semplici che non richiedono attrezzature specifiche; altre invece hanno un'impronta più ecologica e si basano sul pieno rispetto della natura utilizzando materiali a basso impatto ambientale o riciclati o riutilizzati in modo da sfruttare materiali che altrimenti sarebbero destinati alla discarica; quelle più innovative tendono ad aprirsi alla sperimentazione e alla tecnologia andando a trovare nuovi materiali ad alte prestazioni e tecniche costruttive automatizzate che puntano ad un'efficienza maggiore e alla risoluzione "dell'errore umano".

Altro aspetto fondamentale per la scelta dell'autocostruzione

5 <http://casasconbotellas.com/es/ingrid.asp>

6 <http://www.bagstudio.org/la-prima-casa-di-paglia-urbana/>

7 <http://www.vandkunsten.com/uk/Projects/Project/the-modern-seaweed-house/263-37.p>



soprattutto per interventi di social housing è **l'integrazione**. Facendo partecipare alla costruzione delle proprie abitazioni i gruppi svantaggiati provenienti da diverse etnie e classi sociali si possono contrastare dei fenomeni di degrado presenti in molte città italiane e non solo come ad esempio la riduzione dei fenomeni di ghettizzazione dei campi nomadi comunali senza andare a gravare enormemente sulle casse comunali.

Un esempio pratico lo si può trovare a Padova, dove nel 2005 è stato avviato un progetto sperimentale di autocostruzione per rispondere ai bisogni abitativi delle fasce di popolazione più deboli ed emarginate come ad esempio quella dei migranti. Nello specifico gli obiettivi del progetto avviato erano quelli di smantellare l'accampamento nomade presente, coinvolgere le famiglie sfrattate di rom e sinti nella progettazione e nell'esecuzione dei lavori, ridistribuire in soluzioni abitative diversificate in base ai bisogni delle singole famiglie in tutto il territorio urbano in modo da evitare nuovamente situazioni di ghettizzazione e aumentare le possibilità di integrazione con il resto della cittadinanza. Con questo progetto sono state realizzate, in 16 mesi di cantiere, tre palazzine di due piani contenenti 12 alloggi in totale che rimarranno di proprietà del Comune e dati in affitto alle famiglie che hanno partecipato alla costruzione. I "soggetti svantaggiati" che hanno partecipato al progetto hanno seguito dei corsi di formazione professionali per muratori con rilascio di attestato utile per accedere nel mondo del lavoro. Ogni lavoratore

Sinto ingaggiato dall'impresa costruttrice ha percepito uno stipendio (in parte trattenuto come anticipo del canone d'affitto del futuro alloggio).

### 2.2.3. Tipologie

Esistono varie tipologie di autocostruzione. Una prima classificazione si ha in base al grado di partecipazione al processo edilizio. Si parla di autocostruzione **totale** nel momento in cui il committente partecipa a tutte le fasi di costruzione; **parziale** dove il committente partecipa solo alle operazioni più semplici dell'intero processo. Nel caso invece di lavori più ampi dove sono presenti più edifici si può parlare di autocostruzione **in parallelo** dove l'attività viene svolta da ciascun associato in quella che sarà la propria casa; **in serie** dove l'intera attività viene svolta secondo il principio di suddivisione del lavoro, in cui ciascuno svolge una specifica attività a favore di tutti gli associati. Esistono poi altre tipologie in base al tipo di edificio che ci si prefissa di realizzare e in base alla presenza o meno di tecnici o soggetti particolari al processo edilizio. Le principali sono:

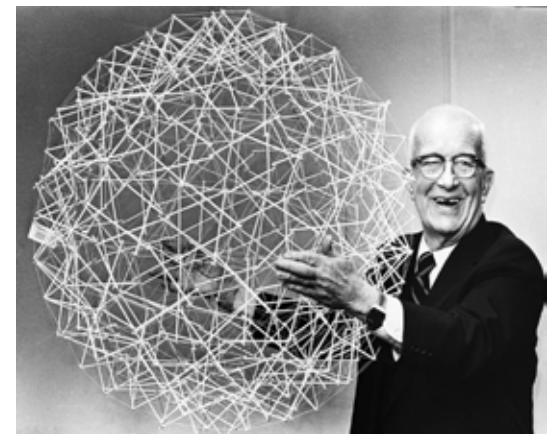
Quella **tradizionale** o privata: è stato il primo metodo ad essere utilizzato nella storia e proviene dall'antichità.

Caratterizzato dall'assenza di intenzioni speculative (l'abitazione è costruita per rispondere alla necessità di un nucleo familiare, non per essere comprata o venduta), all'inizio questo metodo si basava sul volontariato della comunità per costruire edifici semplici sia ad uso

residenziale che pubblico. Infatti in tutto il mondo si trovano esempi, anche recenti, di abitazioni, scuole, biblioteche e spazi ricreativi per la comunità costruite in autocostruzione. Questo avviene soprattutto nei paesi più poveri, dove manca sia la manodopera specializzata o i macchinari necessari per la produzione di materiale edile sia la capacità economica per acquistali.

In generale si basa su tecnologie semplici da realizzare anche senza manodopera specializzata e provenienti dalla cultura e tradizione del contesto storico e geografico nel quale sorge la costruzione. La situazione del parco abitativo realizzato è generalmente caratterizzata da un deficit di qualità: sia a carattere costruttivo, sia di livello di servizi pubblici, soprattutto dove il diritto di proprietà è ancora un concetto incerto o inesistente. Si riscontra più facilmente nei paesi in via di sviluppo.

A quella tradizionale si contrappone quella **innovativa** dove veri e propri progettisti vengono coinvolti nella stesura del progetto e nella sua realizzazione. In questi casi l'innovazione è predominante e può riguardare sia l'utilizzo di nuovi materiali che nuovi modi di costruire. Tra i pionieri in questo campo ci sono Richard Buckminster Fuller, che ha operato soprattutto negli anni '70 e '80 (noto per la creazione di strutture molto leggere e stabili, realizzate fruttando le cupole geodetiche brevettate proprio da lui nel 1954. Queste strutture hanno alla base solidi semplici formati da molte facce che vanno ad approssimare la superficie di una sfera) e Shigeru Ban dagli anni



**Fig. 2.8.** Buckminster Fuller mentre regge una sfera Tensegrity, 18 aprile 1979.



**Fig. 2.9.** Shigeru Ban con alle spalle una struttura in tubolari di cartone.



**Fig. 2.10.** Paperlog, abitazioni di emergenza a Kobe (Giappone) in seguito al terremoto avvenuto nel gennaio del 1995.

Ognuna di queste case di carta, costate meno di 2000 dollari l'una, è a pianta quadrata e misura 4x4 m; pavimento, pareti e travi reticolari di copertura sono realizzati con tubi di cartone da 108 mm di diametro e 4 mm di spessore.

'90 in poi (noto per le ricerche nel campo delle tensostrutture e per edifici temporanei realizzati con materiali economici come il bamboo, il cartone e le cassette di bottiglie). Entrambi hanno sfruttato le proprietà della carta e del cartone per edificare strutture temporanee e non ad alte prestazioni sismiche, economiche, durevoli e confortevoli.

Poi vi è quella **guidata**, conosciuta anche come costruzione assistita. Nei progetti in cui si utilizzano tecniche non tradizionali o comunque non di facile attuazione o si sta lavorando ad un grande progetto, è logico pensare di essere assistiti da figure tecnicamente preparate che guidino e organizzino il cantiere al fine di evitare incidenti o rallentamenti. È proprio questa infatti la sostanziale differenza tra la tipologia tradizionale e quella guidata. Il compito di questi esperti del settore è quello di occuparsi dalla burocrazia iniziale alle fasi realizzative partecipando in prima persona alla costruzione dell'opera. Fermo restando che la loro figura non è quella di capocantieri ma di semplice consigliere di tutto il processo edilizio.

Attualmente è possibile realizzare abitazioni ed edifici autocostruiti a fianco di tecnici specializzati competitivi con quelli di produzione "normale" sia sul piano della qualità architettonica, della durabilità e del risparmio energetico che su quello della ecosostenibilità e non ultimo dei tempi realizzativi.

La tipologia **utopica** invece coniuga la tipologia tradizionale con l'innovazione. Anche se l'aggettivo utopico non è da associare al tipo

di costruzione o ai materiali utilizzati ma alla motivazione per la quale si è deciso di costruire. Si tratta di dare rilevanza ad un'idea piuttosto che ad un'attività. Così l'autocostruzione diviene mezzo per ottenere un fine che non è solo il soddisfare un bisogno abitativo.

Gli obiettivi che in alcuni casi si sono perseguiti prevedevano ad esempio il liberarsi dai vincoli del capitalismo o il fondare una società dove alla base vi fosse la solidarietà tra le persone o il vivere in completa armonia con la natura. Alla base di ogni progetto però vi è sempre la voglia di ricominciare da capo, di intraprendere un cambiamento, l'urgenza di un nuovo approccio alla vita.

Espressione di questa filosofia è sicuramente lo studio di progettazione Rural studio. Il loro obiettivo "utopico" è quello di sensibilizzare soprattutto gli studenti di architettura sulla responsabilità sociale della loro futura professione, aiutandoli ad essere più coscienti degli effetti che l'architettura può avere sulle persone.

Quella **didattica** che invece sfrutta il fare per aiutare la comprensione delle tecniche costruttive e dei materiali ai partecipanti all'autocostruzione. È una tipologia che in primis è stata e viene tutt'ora utilizzata nelle scuole di architettura. Tra cui, ad esempio, il Bauhaus in Germania (di Walter Gropius e Ludwig Mies Van Der Rohe) e la scuola di Collin Ward in Inghilterra. In Italia, esempi più recenti, si trovano al Politecnico di Torino dove all'interno del Laboratorio tecnologico di autocostruzione gli studenti possono esercitarsi, all'interno di uno spazio attrezzato, nel montaggio dei componenti



Fig. 2.11. I Rural Studio in uno dei loro cantieri.

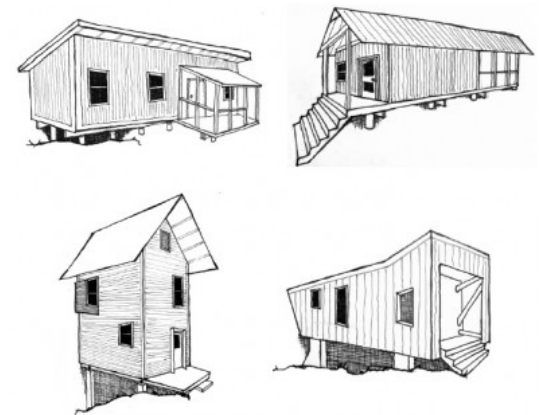


Fig. 2.12. Un progetto dei Rural Studio: Il "20K House Project".

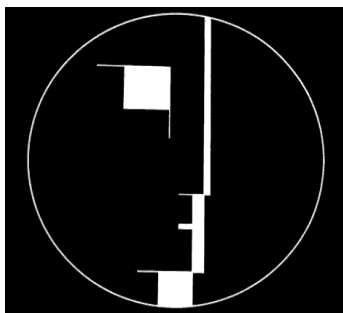


Fig. 2.13. Oskar Schlemmer, sigillo del Bauhaus statale, 1922.



Fig. 2.14. Sede del Bauhaus presso Dessau.



edilizi disponibili sul mercato.

Spesso vengono realizzate solo porzioni di edifici e non edifici interi poiché il fine di questa tipologia è principalmente educativo e non per forza mira ad ottenere un edificio che venga utilizzato in seguito. Vi è anche una tipologia utile per l'**integrazione** di gruppi svantaggiati. L'autocostruzione può essere vista non solo come la costruzione di un edificio ma può diventare anche un evento sociale, utile a far socializzare i volontari che partecipano al progetto. In quest'ottica, questa pratica, può essere sfruttata per migliorare le condizioni di vita e uscire dall'emarginazione da parte di gruppi svantaggiati come è successo a Padova in quel progetto sperimentale di autocostruzione del 2005.

## 2.2.4. Normativa Italiana

Nonostante in gran parte degli stati europei l'autocostruzione sia riconosciuta a livello legislativo<sup>8</sup>, in Italia è assente un quadro normativo nazionale che in maniera univoca definisca regole, modalità e strumenti dell'edificazione in autocostruzione. Questa mancanza legislativa è l'interruzione di un sistema di esperienze che si sono andate comunque realizzando nel paese nel corso degli

<sup>8</sup> In Francia è possibile autocostruire edifici fino a 169 m<sup>2</sup> seguendo semplicissime regole e dotandosi di adeguate coperture assicurative. In Irlanda lo Stato si è dotato di un disegno di legge apposito che regola l'autocostruzione dato che il 25% dell'edilizia ad uso abitativo è autocostruita.

Corrado Marcetti - Giancarlo Paba - Anna Lisa Pecoriello - Nicola Solimano, *Housing Frontline*, Firenze University Press (2011), pp. 93

ultimi anni. Alcune regioni hanno avviato dei progetti sperimentali, tutti ispirati ad una stessa filosofia e con contenuti analoghi, che però non sono serviti a dare l'input adeguato per affrontare un dibattito costruttivo sulla stesura di una normativa comune a livello nazionale. Questa disattenzione verso l'argomento si tramuta nella realizzazione di interventi poco numerosi, frammentari, molto legati a contesti territoriali specifici, diversi per alcuni aspetti fondamentali e, di conseguenza, di scarso impatto sulla popolazione. Anche se alcune regioni si stanno mobilitando per riempire questo vuoto legislativo è evidente che solo un quadro normativo nazionale possa dare un senso più ampio a quelle esperienze avviate e lanciare l'autocostruzione come una pratica che, insieme a quelle tradizionali, potrebbe contribuire a risolvere il problema abitativo dei soggetti meno abbienti.

Le regioni che hanno avviato dei progetti sperimentali sono l'Umbria che ha supportato dal 2001 il programma di autocostruzione "Un tetto per tutti" e negli anni successivi l'Emilia Romagna (2003 e 2009), la Toscana (2005), la Lombardia (2005), l'Abruzzo (2009) e le Marche (2011).

In Italia l'autocostruzione può avvenire legalmente solo tramite la costituzione di una cooperativa di costruzione che però ha costi elevati e non si presta a piccoli gruppi di autocostruttori ed a piccoli interventi come possono essere le case monofamiliari. Questi infatti rientrano in una categoria dell'autocostruzione definita "semplice",

praticata in generale da chi vuole autocostruire la propria casa con l'aiuto di amici e parenti. Al momento solo due regioni italiane hanno cercato di rispondere al disagio abitativo, favorendo il diritto alla casa attraverso la sperimentale regolamentazione delle pratiche di autocostruzione: la Toscana ha approvato delle linee guida<sup>9</sup> per tale categoria in cui vengono legiferati alcuni aspetti fondamentali come le definizioni di autocostruzione e autorecupero (“particolari metodologie edificative di abitazioni nelle quali i protagonisti del processo produttivo sono gli stessi committenti, cittadini italiani e stranieri”), la costituzione del gruppo autocostruttore come impresa, cooperativa o associazione di promozione sociale e i limiti operativi in cui possono esercitare in autonomia senza coinvolgere tecnici specializzati (“...i soci autocostruttori non possono, tranne nei casi in cui abbiano acquisito la formazione obbligatoria... installare/utilizzare attrezzature complesse... montare/smontare ponteggi ...i soci autocostruttori non possono installare e certificare impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, antincendio ed elettronici in generale”). L'altra regione che ha delineato alcune linee guida<sup>10</sup>, più dettagliate, è la Puglia, in collaborazione con l'Osservatorio Regionale della Condizione Abitativa (O.R.C.A.). A differenza delle linee guida della Toscana, gli autocostruttori sono obbligati a costituirsi come Società Cooperativa,

9 Delibera n.251 del 16 marzo 2015 “Linee di indirizzo per la sicurezza nei cantieri di autocostruzione e di autorecupero”.

10 “Linee guida autocostruzione e autorecupero Puglia”.



iscritta nel Registro Provinciale delle Cooperative, aprendo una posizione fiscale. Vengono descritte più nel dettaglio le mansioni dei singoli autocostruttori, che devono essere comunque avvalersi di un team di professionisti nelle fasi di progetto e gestione del cantiere, partecipando all'intero ciclo edilizio in misura non inferiore al 60% e fino ad un massimo del 70% del totale, per circa 1000/1200 ore per famiglia. Più in dettaglio, sono di competenza delle Cooperative di autocostruzione tutte le opere interne agli alloggi ed in particolare quelle concernenti la realizzazione delle tramezzature e degli intonaci, gli impianti tecnologici e la loro messa a norma, la posa in opera delle pavimentazioni e dei rivestimenti, le tinteggiature, la posa in opera dei serramenti interni ed esterni, nonché tutte le altre opere relative alle parti non strutturali.

## 2.2.5. Esempi in Europa

In Europa l'autocostruzione è una pratica decisamente più diffusa rispetto all'Italia, basti pensare che in diverse nazioni vi sono vere e proprie leggi nazionali che la regolamentano. Questo avviene in Irlanda, dove il 25% degli edifici ad uso residenziale sono autocostruiti, ma si trovano numerosi esempi di autocostruzione anche in Olanda, Germania e Danimarca.

Anche in Inghilterra il governo sembra incoraggiare l'autocostruzione assistita prevedendo da un lato la stesura di nuove linee guida per valutare la domanda abitativa da parte delle autorità locali in modo

da disporre piani locali ad hoc e dall'altro l'esenzione dell'imposta "Community Infrastructure"<sup>11</sup>. Grazie all'attuazione di queste linee guida in Inghilterra si realizzano ogni anno con questa pratica dalle 10.000 alle 20.000 case, circa il 10% del totale degli edifici costruiti annualmente<sup>12</sup>.

In Olanda è stato avviato nel 2006 il più grande progetto di autocostruzione che occupa un intero quartiere. L'area interessata copre una superficie di 100 ettari e si trova a sud-est della città di Almere. L'area è stata suddivisa dall'amministrazione locale in distretti che contengono 720 edifici autocostruiti con superfici differenti che variano dagli 86 ai 1200m<sup>2</sup>. Ogni distretto contiene edifici con destinazioni d'uso e caratteristiche differenti, ci sono edifici che mirano ad avere elevate prestazioni energetiche, altri accessoriati con grandi giardini, altri che si affacciano su un canale, altri con destinazione d'uso commerciale o per uffici ed altri che assolvono le funzioni pubbliche vitali per i quartieri. Tutte le opere di urbanizzazione primaria e secondaria sono state realizzate dagli enti locali e i singoli cittadini che hanno acquistato il terreno si sono adoperati per costruire le proprie case. Il progetto sembra procedere in maniera positiva nonostante il mercato immobiliare in Olanda sia in crisi. Inoltre sembra che non vi sia uno specifico target di persone attratte da tale progetto ma provengono da diverse fasce di età ed estrazioni sociali ma soprattutto da differenti culture, a

---

11 <http://www.planningportal.gov.uk/planning/applications/howtoapply/whattosubmit/cil>

12 Fonte: <http://www.ebuild.co.uk/>

sostegno della teoria che l'autocostruzione è un valido strumento per l'integrazione sociale delle persone.

## 2.2.6. Esempi in Italia

L'Italia invece è meno preparata ad utilizzare questa pratica rispetto ad altre nazioni europee sia per una mancanza di linee guida nazionali che per la mancata conclusione dei più importanti progetti pilota avviati dalle varie regioni o città. Vi sono pochi casi di autocostruzioni:

- Un esempio è quello dell'associazione non governativa Alisei promosso nel 2004, in collaborazione con associazioni e aziende che si occupano di autocostruzione, denominato "Un tetto per tutti" che prevedeva la realizzazione di 650 alloggi interamente realizzati in autocostruzione. Nonostante furono avviati 10 cantieri ad oggi nessuno di questi risulta concluso. All'inizio anche altre regioni decisero di adottare questo progetto tra cui Campania, Emilia Romagna, Marche, Umbria, Toscana e Puglia ma nel 2009 la società dietro all'associazione che gestiva i cantieri fallì<sup>13</sup> lasciando i progetti nelle mani degli autocostruttori e degli enti locali che in molti casi non riuscirono a portare più a termine. Tra questi progetti due dei quattro avviati a Ravenna furono completati anche se con una spesa quasi al doppio del previsto. Il terzo dei quattro progetti invece venne interrotto a



Fig. 2.15. Foto dell'Opera nomadi di Padova.

13 [http://www.corriere.it/inchieste/sogno-casa-autocostruita-l-ong-diventa-beffa-truffa/6f888e7c-12de-11e2-9375-5d5e6dfabc1a.shtml?refresh\\_ce-cp](http://www.corriere.it/inchieste/sogno-casa-autocostruita-l-ong-diventa-beffa-truffa/6f888e7c-12de-11e2-9375-5d5e6dfabc1a.shtml?refresh_ce-cp)



PROSPETTO NORD-EST - Scala 1:200



PROSPETTO SUD-OVEST - Scala 1:200



**Fig. 2.16.** Prospetti e assonometria del progetto “Le mani per vivere insieme” di Senigallia.



**Fig. 2.17.** Foto degli autocostruttori del complesso “Le mani per vivere insieme” di Senigallia.

metà per il fallimento dell'azienda coinvolta e il quarto non venne mai avviato.

- Un progetto effettivamente concluso e con risultati positivi è quello già citato della città di Padova realizzato tra luglio 2008 e novembre 2009 per volere dell'amministrazione comunale. Il nome del progetto è “Villaggio della speranza” per il quale sono stati realizzati 12 alloggi di 45m<sup>2</sup> autocostruiti da e per la popolazione Sinta di Padova. Durante l'esecuzione del progetto gli autocostruttori hanno partecipato a corsi di formazione professionali per muratori con rilascio di attestato. Una volta realizzati gli interventi, la proprietà delle abitazioni è rimasta al comune di Padova e successivamente assegnate alle famiglie Sinti che dovranno provvedere alle spese relative alle utenze e al canone d'affitto. Per coprire le spese di questo progetto, oltre ai fondi statali (300.000 €), sono state chieste delle quote alle famiglie partecipanti che in seguito sono state scomutate dai canoni mensili d'affitto. Come ulteriore risultato si è potuto assistere ad un'elevata integrazione delle famiglie Sinti sia da un punto di vista lavorativo, sfruttando i corsi professionali seguiti, che da un punto di vista sociale, collaborando con tutte le altre famiglie che hanno partecipato alla realizzazione delle opere.
- Un altro esempio è stato realizzato a Senigallia tra il 1998 e il 1999 per volere sempre dell'amministrazione comunale e promosso dalla provincia di Ancona. Il nome del progetto è

“Le mani per vivere insieme” per il quale sono stati realizzati 20 alloggi ad alta efficienza energetica di cui la metà riservati ai cittadini extracomunitari. A farsi carico di tutte le spese inerenti e conseguenti l’acquisizione dell’area è la cooperativa assegnataria che assume anche il ruolo tecnico ed organizzativo di tutte le fasi del progetto. I soggetti che andranno a beneficiare delle abitazioni oltre a dover far parte di questa cooperativa sono stati selezionati in base alla soddisfazione di alcuni prerequisiti (come ad esempio possedere la residenza da almeno cinque anni nella regione Marche e da almeno uno nella provincia di Ancona), mentre il tipo di alloggio da assegnare è stato deciso in base al valore ISEE del nucleo familiare richiedente. Gli edifici sono stati realizzati con struttura portante in laterizio alleggerito di tipo Poroton con un’attenzione specifica all’isolamento termico delle pareti.

- Un ultimo esempio di autocostruzione mirato a dare una risposta partecipata all’emergenza abitativa è il progetto E.V.A. (Eco Villaggio Autocostruito) a Pescomaggiore (AQ). Il Comitato per la Rinascita di Pescomaggiore, con una serie di organizzazioni interessate al mantenimento della realtà sociale e culturale in seguito al terremoto dell’Aprile del 2008, ha dato vita al progetto dal basso, dalla comunità, con un alto livello di autonomia e gestione collettiva delle decisioni, sia in fase di progettazione che di costruzione, per assicurare un’elevata qualità degli spazi.



**Fig. 2.18.** Foto di cantiere del progetto E.V.A. a Pescomaggiore (AQ).

## 2.2.7. Autocostruzione e Modulo Eco

Poiché uno degli obiettivi principali del progetto è quello di raggiungere e coinvolgere il più alto numero di persone si è deciso di voler partire dal basso, coinvolgendo non solo professionisti del settore ma anche semplici studenti o cittadini interessati ad approfondire di più le tematiche dell'architettura sostenibile e della transizione energetica. La metodologia costruttiva che più si presta a realizzare questo obiettivo è proprio quella dell'autocostruzione. La sfida è dunque progettare e costruire un prototipo di edificio a minimo consumo energetico e impatto ambientale, facile da costruire e costruirlo con l'aiuto di individui non qualificati.

Ci sono anche altre motivazioni per le quali si è scelta l'autocostruzione: in primis per dimostrare che costruire edifici in legno, confortevoli e di buona fattura non è più complicato di costruire un qualsiasi altro edificio. Per rendere ancora più immediato questo concetto si è deciso di costruire tutto in completa trasparenza, in luoghi pubblici facilmente fruibili da coloro che saranno intenzionati a partecipare o assistere alla realizzazione in tutte le sue fasi a partire dalle fondazioni per proseguire con la costruzione delle pareti e dei solai. Il cantiere sarà quindi recintato ma con possibilità di osservare anche solo dall'esterno. Altra motivazione è quella didattica. Durante la realizzazione di questo progetto saranno avviati una serie di laboratori didattici gratuiti e aperti a tutti. Durante questi laboratori teorico – pratici le aziende che hanno contribuito al progetto tramite

la fornitura di materiali organizzeranno dei seminari per presentare le caratteristiche dei materiali forniti e mostrare a livello pratico la corretta posa dei materiali (isolanti, infissi, guaine, tetto verde ecc.) sottolineando gli errori più comuni che si verificano in cantiere al fine di evitarli.

Per quanto riguarda invece la tipologia di autocostruzione da applicare si è deciso di fare un mix di tipologie in quanto utilizzarne solo una non poteva soddisfare gli obiettivi preposti. Le diverse tipologie che saranno applicate sono quella guidata perché l'intero processo progettuale e realizzativo è seguito da professionisti e tecnici del settore dell'edilizia che a loro volta parteciperanno in prima persona alla costruzione; quella innovativa perché si è deciso di applicare una stratigrafia muraria sperimentale (approfondita nei capitoli seguenti) che servirà a far risparmiare sul riscaldamento degli ambienti; quella didattica perché come accennato prima verranno eseguiti dei laboratori dove i partecipanti apprenderanno la corretta tecnica costruttiva e la posa dei materiali; quella utile per l'integrazione perché si cercherà di coinvolgere persone di differenti etnie e nazionalità al fine di risolvere le criticità sociali presenti in entrambe le aree coinvolte da questo progetto.

Dato che, come appena detto, la realizzazione coinvolgerà più sedi e costruttori non professionisti si dovrà procedere alla stesura di un cronoprogramma di cantiere e di schede che illustrino le diverse fasi costruttive, adottando tecniche costruttive semplici e veloci, da

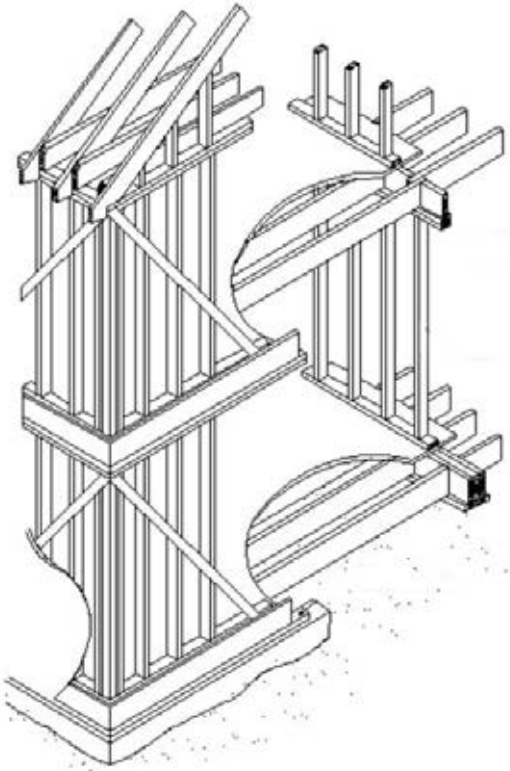


Fig. 2.19. Esempio struttura in platform frame.

mettere in opera per rendere più breve possibile la durata del cantiere. Grande importanza è stata data perciò alla progettazione della struttura optando alla fine per un sistema platform frame, tamponato da isolamento in fibra di legno e controventato con pannelli di OSB. Questa tipologia di struttura è più flessibile rispetto a quella X-LAM o a pannelli interi che molto spesso si utilizza e si presta maggiormente ad essere trasportata e spostata, ma che necessita grandi macchinari sia per essere lavorata che per essere spostata.

Le sedi protagoniste della costruzione saranno gli spazi dell'Ex Manzini (attuale Workout Pasubio) dove si prepareranno tutte le porzioni della struttura (pavimento, pareti e coperture) e Piazzale della Pace dove tutte le porzioni saranno assemblate e infine verranno aggiunti tutti gli altri elementi e le rifiniture (isolanti, intonaci, impianti). Per questo ogni elemento è stato disegnato tenendo conto del fatto che le porzioni preassemblate sarebbero state trasportate e spostate in cantiere in un certo ordine.



## 2.3. Rigenerazione Urbana

È un processo attraverso cui si agisce sulla città per darle un aspetto nuovo e competitivo. La rigenerazione della città è un'attività che mira non solo ad una riqualificazione fisica, necessaria per rilanciare l'immagine urbana, a livello estetico, ma è affiancata da interventi di natura culturale, sociale, economica ed ambientale, finalizzati ad un incremento della qualità della vita, nel rispetto dei principi di sostenibilità ambientale e di partecipazione sociale<sup>14</sup>.

Questa è solo una delle definizioni che si possono trovare sulla rigenerazione urbana. Infatti per Carlo Olmo<sup>15</sup>, docente di storia dell'architettura presso il Politecnico di Torino, è una metafora organica usata per rappresentare la città nel corso del XX secolo. Nell'accezione corrente indica un'attività di trasformazione che incide sulla struttura e sull'uso della città, innescando cambiamenti non solo spaziali e fisici ma anche economici, culturali, sociali e creativi. La rigenerazione dà nuova vita creando una condizione urbana diversa. Elemento fondamentale in questa trasformazione è il fattore tempo perché le azioni immateriali quali la trasformazione sociale richiedono intervalli di tempo piuttosto prolungati; l'architetto portoghese Nuno Portas<sup>16</sup> invece collega la rigenerazione alla sensibilizzazione globale, volta al globale miglioramento della dimensione sociale,

14 Cugnetto L., Grandi eventi e nuovi simboli. Per un'immagine vincente di città (tesi di laurea), Università degli Studi della Calabria, 2007-2008.

15 Olmo C., I dilemmi della rigenerazione, in AA. VV., +Città, Alinea, Genova, 2004, pp. 73-75.

16 Portas N., Rigenerazione e progetto urbano, in AA. VV., +Città, Alinea, Genova, 2004.

**Fig. 2.20.** Collin Ward.

“Una delle principali figure legate all'anarchismo e al pensiero radicale a livello internazionale dal secondo dopoguerra ai nostri giorni.” (David Goodway).

culturale, economica e percettiva. Il termine italiano “rigenerazione” è un termine adeguato ma non sufficiente a descrivere altri tipi di processi trasversali avviati in Europa come il Strukturwandel<sup>17</sup> che prevede non solo una trasformazione nella sfera economica ma fa riferimento ad un mutamento della struttura sociale e ad una serie di cambiamenti determinati da fattori politici, culturali e istituzionali. Attraverso il concetto di Strukturwandel i processi di trasformazione e di adattamento delle aree urbane vengono interpretati come prodotto di fattori endogeni ed esogeni tra cui l’identità dei luoghi, le strutture amministrative, i comportamenti politici e gli stili di vita. Già da queste tre definizioni si può notare che non c’è univocità d’interpretazione per le espressioni, le abbreviazioni o i diversi acronimi che individuano politiche urbane, di piccola o media scala, operanti nei quartieri colpiti da degrado, dove risiedono cittadini meno agiati. Con lo stesso termine infatti si può fare riferimento a operazioni radicalmente differenti per mezzi impiegati, metodi, tempi ed obiettivi.

L’idea che porterà al concetto di rigenerazione urbana si diffonde in Europa in seguito alla dismissione industriale con la nascita di programmi pragmatici e duraturi e linee guida per il rinnovamento urbano. Migliorare lo spazio urbano significa sia avere il consenso dei cittadini che attirare nuove attività economiche e questo può avvenire solo tramite la buona conoscenza della storia del contesto,

---

<sup>17</sup> Tradotto letteralmente significa “trasformazione strutturale” ed è utilizzato in Germania per definire l’insieme dei fattori sociali, economici, culturali, politici ed istituzionali che plasmano le complesse trasformazioni urbane.

dove le forme urbane, gli spazi, i materiali acquisiscono il significato di una sorta di archivio in cui trovano posto le vicende storiche e i ricordi. Lo studio dei processi rigenerativi di una città non può fare a meno dello studio di quell'insieme di elementi che costituisce l'imprinting del luogo e che attribuisce ad esso una riconoscibilità permanente. Infatti interventi di riqualificazione delle città avviati senza tener conto della conoscenza delle dinamiche proprie dei luoghi non raggiungono gli obiettivi desiderati e addirittura possono portare al declino di porzioni di città.

Le tipologie di interventi più frequenti attuate fino a qualche anno fa, per migliorare lo spazio urbano, miravano a cambiare l'immagine e la vivibilità della città e riguardavano temi architettonici come la restituzione delle facciate dipinte degli edifici storici, urbanistici come il waterfront e sociali come la riqualificazione del centro storico. Appariva evidente da queste esperienze che gli interventi fossero concentrati soprattutto sulla parte storica della città, quella compatta, tralasciando la città esterna. Questo portava all'omologazione delle città dove i centri antichi erano protagonisti di medesimi interventi di riqualificazione che portavano alla perdita di identità della città. Il centro infatti veniva visto come luogo dove addensare i servizi sociali e culturali con la presenza di grandi spazi aggregativi, mentre le periferie erano aree prive di servizi sociali e di risorse economiche e protagoniste di condizioni di disagio sociale. Attualmente l'assetto delle città contemporanee è caratterizzato da nuovi modelli di

crescita e di sviluppo che modificano la contrapposizione tra centro e periferia con l'intento di creare città policentriche, partendo dal presupposto che ogni quartiere è dotato di proprie specificità, identità, opportunità, risorse umane, economiche e culturali da valorizzare in quanto rappresentano ricchezza per tutta la città.

### **2.3.1. Strategie per il rilancio della città**

La funzione e il ruolo della città è mutata notevolmente col passaggio da un'economia basata sull'industria ad un'economia post industriale o dell'informazione fondata sulla produzione e scambio di beni immateriali. La globalizzazione ha imposto ai sistemi urbani strategie volte al potenziamento dei fattori di attrattività e di vantaggio localizzativo urbano. Questi fattori ricoprono il primo posto nell'ambito delle politiche economiche a livello urbano perché è proprio sui meccanismi di rendimento crescenti e di accessibilità urbana che si gioca la competitività tra le città. Aumenta così la domanda di politiche innovative a livello urbano per fronteggiare e anticipare problemi collegati allo sviluppo non sostenibile e all'integrazione. Per questo le strategie delle amministrazioni si traducono in una ricerca di sostenibilità per lo sviluppo e la tutela della qualità della vita ed in generale del benessere dei cittadini. Importante in queste strategie è anche il coinvolgimento e la partecipazione del più alto numero di persone per raccogliere indicazioni utili alla formulazione di strategie che puntano alla sostenibilità territoriale.

La direzione delle attuali politiche puntano sia ad accrescere la competitività e l'attrattività dei territori sia ad incrementare il livello di coesione ed equità sociale e di salvaguardia dell'ambiente. Questo va ad integrare politiche di sviluppo economico locale con appropriate politiche di pianificazione per una migliore allocazione delle risorse spaziali e per la predisposizione di nuove infrastrutture e servizi di trasporto urbano, in modo da espandere la dimensione urbana senza generare rilevanti costi sociali.

In genere si possono trovare tre tipi di aree d'intervento che si prestano ad avviare processi di rigenerazione urbana: i centri urbani dotati di un pregevole patrimonio storico – artistico da riqualificare e valorizzare (tra le quali in Europa troviamo Genova, Salerno e Manchester); i vuoti urbani, cioè le aree dismesse che propongono nuovi assetti urbani ed integrazione con la città esistente (come a Lipsia, Essen o Nottingham) o le periferie dove si concentrano in modo particolare criticità di ordine sociale.

Oltre a queste tre che sono le più diffuse, si possono trovare altri elementi morfologici – urbanistici propri della città da sfruttare per avviare validi progetti di rigenerazione urbana. Ad esempio alcune città hanno eseguito lavori coinvolgendo il waterfront utilizzando l'acqua come elemento che identifica i nuovi luoghi adatti ad ospitare spazi pubblici dedicati al tempo libero come a Marsiglia. Altre città sono intervenute sulle infrastrutture pedonalizzando alcune aree per riorganizzare la mobilità della città come a Nantes e Atene. Altri

esempi vedono rigenerare delle aree periferiche in cui i processi di degrado fisico sono legati al degrado sociale ed economico come a Berlino e Budapest.

Tra gli interventi di successo si può notare anche un altro punto in comune come la necessità che il processo di rigenerazione urbana s'innesti nella storia della città, in modo che gli interventi non siano solo rivolti ad un rinnovo o ad un ampliamento fisico ma possano riprendere il passato.

### 2.3.2. Esempi in Europa

La maggior parte dei processi di rigenerazione urbana in Europa è favorita da alcune peculiarità come ad esempio l'estrema flessibilità di adattamento delle strategie ad un determinato contesto per definire una propria specificità di approccio al problema e la forte densità edilizia che impone alla città di avviare processi di riqualificazione ambientale.

Gli elementi principali presenti nelle strategie più innovative di rigenerazione urbana prevedono una certa qualità e responsabilità ambientale, benessere sociale e coesione nella comunità e tra gli attori sociali.

Tra le prime città a realizzare interventi differenti da quelli avviati fino ad allora è Barcellona che ha avviato un'esperienza radicalmente nuova che non prevedeva la trasformazione tramite demolizioni come a Parigi nella metà dell'800 o da aggiunte successive ma ha avviato

trasformazioni dall'interno mirando alla qualità del progetto.

Ad Amburgo invece è stata avviata con successo la trasformazione del porto industriale integrandolo all'interno della città.

### 2.3.3. Esempi in Italia

In Italia gli interventi di trasformazione fisica, tranne in alcuni interessanti casi, non hanno ancora avuto una particolare rilevanza. L'esigenza di creare nuove opportunità per lo sviluppo economico e sociale delle città, la consapevolezza dei rischi legati al degrado fisico e sociale di numerosi quartieri, l'esigenza di porre rimedio agli squilibri determinati da un'espansione rapida e priva di controllo, hanno dato il via a politiche pubbliche volte alla riqualificazione ed alla rigenerazione urbana. Alla base di queste politiche vi sono tematiche quali la maggiore concretezza nella costruzione dei progetti, la sperimentazione di modalità di coinvolgimento dei principali attori urbani, abitanti ed investitori, il ricorso a procedure di tipo concertativo nella regolazione dei rapporti tra pubblico e privato e tra livelli diversi di amministrazione.

Molte esperienze però, testimoniano una persistente tendenza a decisioni tecnocratiche che vanno ad escludere i pareri delle comunità locali, realizzando interventi magari utili, che non tengono in alcun conto di priorità e bisogni. Bisogna perseguire la qualità urbana che presuppone l'esistenza di prerequisiti funzionali e il soddisfacimento di prestazioni che possono essere riconosciute



**Fig. 2.21.** Logo del gruppo di lavoro di Renzo piano, i G124.



**Fig. 2.22.** Il gruppo G124 al lavoro nella Fondazione Renzo Piano

- 4) Incentiva per riqualificare. Basta all'uscita creare interventi  
a "man mano d'olio".
- 5) Green belts / difesa del verde agricolo attorno alle città.
- 6) Green belts / difesa del verde periurbano: " " "
- 7) Costruire nel costruito / difesa di vicinanzze / storico / strutture.
- 8) Brownfields → green fields. (non l'opposto come finivano).
- 9) Trasformare delle aree d'interesse (urbane, funzionali, industriali etc).
- 10) Leave empty (abbandonare!) in zone a rischio.
- 11) Trasporto pubblico contro l'auto: Parigi.
- 12) Coesione sociale / ruolo dell'edilizia (pubblica) nel costruito.

Fig. 2.23. Alcuni dei venti punti sulla riqualificazione che Renzo Piano ha scritto a mano in ordine sparso.

e trattate come le dotazioni infrastrutturali, gli investimenti da parte dell'amministrazione pubblica ma anche della sicurezza, della coesione sociale e della cultura degli utenti.

In Italia alcuni esempi significativi si possono vedere a Salerno, dove si è cercato di collocare i singoli interventi in un progetto di trasformazione complessivo volto a superare la staticità dei piani.

Sono stati ideati alcuni progetti architettonici per realizzare modelli che potessero avere funzione di volano per l'intero processo di rigenerazione della città. Infatti la riqualificazione del centro storico s'inserisce in un processo più vasto di rigenerazione urbana che riguarda l'intero territorio della città. In pochi anni sono state realizzate numerose azioni volte a riqualificare in maniera diffusa la città, a ridare un senso d'identità alla collettività, a superare il divario sociale tra centro e periferia, cercando sempre il consenso dei cittadini. Questo progetto è stato avviato negli anni '90 ed è tutt'ora in itinere. Gli interventi stanno trasformando l'aspetto e le funzioni del centro storico sostenendo le attività commerciali, creando centri polivalenti con funzioni sociali, formative e di promozione dell'imprenditoria, realizzando opere infrastrutturali. Il risultato è che vecchie aree spopolate sono ora frequentate sia di giorno che di notte dai residenti e dai turisti, sono sorte nuove attività commerciali e del terziario.

Altro esempio italiano è Torino che ha sfruttato le olimpiadi invernali per risolvere una serie di problemi urbani per rinnovare



l'immagine della città. Grazie ad un grande lavoro di progettazione e coordinamento tra gli enti locali e nazionali, gli interventi infrastrutturali sono stati realizzati, insieme con operazioni di trasformazione e di riqualificazione, interventi di recupero e rinnovo di aree industriali, sportive e commerciali. Gli spazi pubblici sono stati sottoposti ad una vasta opera di riprogettazione in modo da modificare la percezione del territorio e del modo di utilizzare le città. È stata realizzata la metropolitana e migliorato il sistema infrastrutturale e grandi lavori pubblici insieme con le costruzioni necessarie per ospitare le olimpiadi invernali hanno permesso di superare un divario accumulato nel tempo.

In Italia a portare avanti a gran voce opere di rigenerazione urbana delle periferie al fine di colmare il netto divario sociale col centro storico, è il gruppo di lavoro G124<sup>18</sup>. Questo è il gruppo di lavoro del senatore a vita e architetto Renzo Piano ed è formato da sei giovani architetti, stipendiato dal senatore per studiare e progettare la riqualificazione delle periferie delle città italiane. A coordinare il lavoro, oltre allo stesso senatore, ci sono i tutor che, volontariamente e senza percepire alcun stipendio, si occupano di seguire i progetti sviluppati dai sei giovani. I quali lavorano su diversi temi quali: l'adeguamento energetico, il consolidamento e il restauro degli edifici pubblici, i luoghi d'aggregazione, la funzione del verde, il trasporto pubblico e i processi partecipativi per coinvolgere gli abitanti nella riqualificazione del quartiere dove vivono.

---

18 <http://renzopianog124.com/>

In accordo con Renzo Piano i G124 hanno redatto i “venti punti della riqualificazione”<sup>19</sup>, venti domande alle quali trovare una risposta, approfondite poi nel corso dell’anno di lavoro, tematiche che vanno dall’adeguamento energetico, alla funzione del verde, dal trasporto pubblico, ai processi partecipativi per coinvolgere gli abitanti. Questi venti punti sintetizzano una filosofia di sviluppo urbano, quello della città attraverso il recupero dell’esistente senza consumare nuovo suolo, la difesa delle aree agricole, la rinaturalizzazione di terreni urbanizzati e il riuso degli edifici che hanno perso la loro funzione originaria, e poi ancora la messa in sicurezza degli edifici pubblici e privati, lo sviluppo del trasporto pubblico per connettere con le altre zone e l’adeguamento energetico del patrimonio edilizio. Ma senza dimenticare la progettazione di quelle funzioni fondamentali, come scuole, università, musei, ospedali, biblioteche, sale per spettacolo, che danno qualità urbana e creano identificazione e che spesso in periferia mancano.

### 2.3.4. Rigenerazione urbana e Modulo Eco

Una delle principali funzioni del Modulo Eco sarà quella di essere un elemento rigeneratore degli spazi urbani degradati. Dato che sarà costruito a secco sarà completamente smontabile e trasportabile per essere installato nei punti in cui si avrà bisogno di un presidio antidegrado temporaneo che avrà la funzione di dare l’input

---

19 <http://renzopianog124.com/post/75523701119/venti-punti-per-la-riqualificazione>

rigenerativo alla zona. L'obiettivo è quello di lasciare nelle mani del Comune di Parma uno strumento che coinvolga grandi numeri di persone andando a ripopolare aree "abbandonate" (col solo riferimento agli spazi pubblici) e degradate della città sfruttando le attività che li ruoteranno costantemente attorno al fine di semplificare l'avvio di un percorso di riqualificazione a 360 gradi.

Anche i luoghi che ospiteranno la costruzione e la prima sede temporanea del padiglione sono dei luoghi simbolo della rigenerazione urbana. Il primo è l'Ex fabbrica Manzini attuale Workout Pasubio (in via Catania a Parma): qui verranno costruite le porzioni di struttura che saranno assemblate successivamente in altri posti. Quello del Workout è un edificio che è frutto di un percorso di progettazione partecipata nato nel 2004 e che fa parte di un progetto più ampio che va a coinvolgere l'intero quartiere della stazione ferroviaria di Parma. L'idea è stata quella di creare una continuità di funzioni e contenuti, il concetto è costruire un edificio che aiuterà a rigenerare dei luoghi urbani, all'interno di in un edificio a sua volta rigenerato. In questa fase di pre-costruzione verranno avviati dei laboratori di autocostruzione in cui si cercherà di coinvolgere il più alto numero di persone in modo da far (ri)vivere questi posti. Si cercherà attraverso l'organizzazione di eventi professionali o di svago di far entrare nella quotidianità delle persone questi luoghi in modo tale da renderli estremamente frequentati e necessari per la vita del quartiere al fine di evitare il proliferarsi di situazioni di pericolo per gli abitanti della



**Fig. 2.24.** Esterno dell'Ex fabbrica Manzini dove verrà preassemblato il Modulo Eco.



**Fig. 2.25.** Interno del padiglione nel quale verrà preassemblato il Modulo Eco.



**Fig. 2.26.** Planimetria di Piazzale della Pace, primo luogo che ospiterà il progetto del Modulo Eco. A cura di Stefano Guarnieri.

zona e degrado sociale.

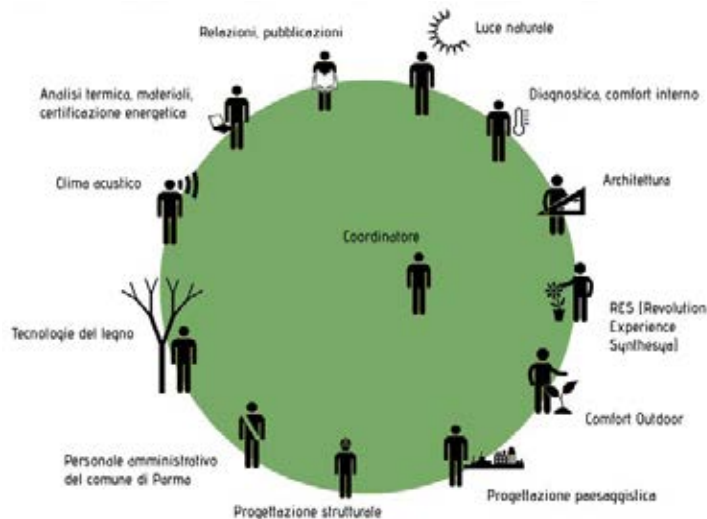
Una volta completate, le porzioni della struttura verranno trasportate in Piazzale della Pace, sempre a Parma, luogo che è stato individuato attraverso ragionamenti congiunti tra Comune e associazione Manifattura Urbana come prima sede temporanea del padiglione Modulo Eco. Questo spiazzo, situato nel pieno centro storico della città, ha come cornice l'antico Palazzo della Pilotta ed è un grande prato verde posizionato lungo la direttrice che collega il centro città con la stazione ferroviaria. Benché sia un punto di grande passaggio e abbia grandi potenzialità per ospitare eventi, negli ultimi anni, ha perso di attrattività. Attualmente infatti questo spiazzo è inutilizzato e frequentato assiduamente da comitive di extracomunitari che occupano i pochi posti a sedere o gli spazi più nascosti per esercitare attività illecite.

Con la collocazione del Modulo Eco nel Piazzale si cercherà di creare dei pretesti per far (ri)vivere dalla popolazione questo fantastico posto in modo da evitare, con la continua affluenza di persone, il prolungarsi di quelle situazioni di degrado presenti, sfavorendo comportamenti antisociali da parte dei fruitori e prevenire eventuali altre situazioni di degrado. Questo, assieme al valore didattico, sarà l'obiettivo che il Modulo intenderà perseguire anche nelle future sedi in cui sarà rimontato il padiglione. asda sdsadas asdsdd sa daasdh aosdh aloiushd oaòshd lajhsd òlkjnsdòl jalsd as nche nelle future sedi in cui sarà rimontato il padiglione.

## 2.4. Progettazione assistita

Per non lasciare nulla al caso, tutti gli aspetti tecnici sono stati studiati durante la fase progettuale, infatti hanno collaborato più di 50 persone provenienti da aree scientifiche diverse: architetti, ingegneri, geologi, fisici tecnici, sociologi, amministratori, studenti, commerciali ...

Ognuno di essi ha contribuito a sviluppare al meglio ogni aspetto legato al proprio ambito di specializzazione. Tra gli argomenti approfonditi vi sono la progettazione compositiva, lo studio del terreno per capire il tipo di fondazione da realizzare, la statica dell'edificio, la corretta tecnologia da applicare, le analisi ambientali per capire il clima circostante, lo studio delle funzioni circostanti per capire la destinazione d'uso del padiglione, ecc.



## 2.5. Didattica e sensibilizzazione

Poiché uno degli scopi principali dell'associazione Manifattura Urbana è quello della didattica<sup>20</sup> si è cercato di creare il più alto numero di momenti didattici rivolti a tutti, a partire dai partecipanti al progetto, agli studenti di tutti i gradi e ordini ad arrivare a chiunque sia interessato agli argomenti trattati in questo progetto.

Questi momenti divulgativi/informativi sono stati avviati il 22 ottobre 2015<sup>21</sup> con un incontro organizzato insieme al GSE (Gestore Servizi Energetici) coinvolgendo 150 studenti dell'ultimo anno delle scuole medie di Parma. Durante questo evento sono state descritte agli studenti, nella maniera più semplice possibile, come funzionano e perché utilizzare le energie rinnovabili. Inoltre è stato rilasciato ad ognuno dei partecipanti un libricino illustrato con le descrizioni di base delle varie fonti di energia rinnovabile dal titolo "Le energie rinnovabili".

Altri momenti formativi invece saranno avviati nel momento della costruzione. Alle aziende che hanno fornito a titolo gratuito il materiale è stato chiesto anche di organizzare dei momenti formativi sia teorici che pratici aperti a tutti, ma principalmente a studenti e professionisti, nei quali spiegare le caratteristiche dei materiali che



Fig. 2.27. Copertina opuscolo "Le energie rinnovabili" del GSE.

20 Dallo statuto dell'associazione Manifattura Urbana: «Tra gli scopi principali vi è inoltre la finalità didattica rivolta a istituti scolastici italiani ed esteri di ogni ordine e grado anche promuovendo azioni di valenza interdisciplinare insite nella promozione e valorizzazione dei beni culturali.»

21 <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.927777083955776.1073741865.780965428636943&type=3>

si andranno ad utilizzare e far vedere la loro corretta posa.

Inoltre per aumentare la diffusione di queste best practice, il progetto Modulo Eco con il riassunto di quello che è stato tutto l'iter, verrà divulgato in tutti gli istituti di formazione, dalle scuole elementari, medie inferiori e superiori fino ad arrivare alle università, attraverso presentazioni adattate ovviamente alle varie età e alle conoscenze dei partecipanti.

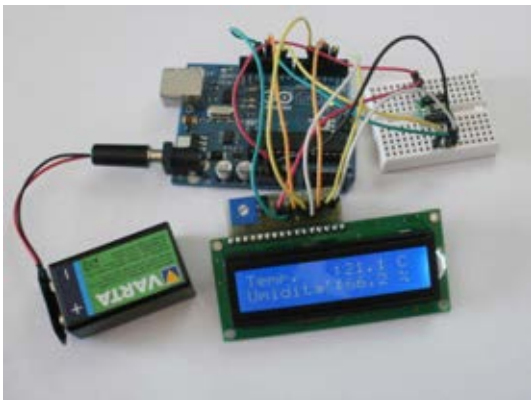
Se in fase progettuale è stata scelta come destinazione d'uso del padiglione la "sala conferenze" è anche per dare la possibilità al Modulo Eco di ospitare al suo interno convegni sui temi della sostenibilità nell'ambito dell'edilizia e dell'abitare sano e sostenibile; tavole rotonde e convegni aperti a tutti dove saranno presentati casi studio e best practice con relatori di fama nazionale e internazionale. Ma non solo perché quello che lo contraddistingue è che, oltre ad ospitare, diventa esso stesso argomento ed esempio dei temi trattati in tali eventi.

Inoltre tutte le aziende che hanno partecipato al progetto concedendo il patrocinio o collaborando tramite la fornitura di materiali o servizi hanno la possibilità di organizzare gratuitamente all'interno eventi formativi o divulgativi sui propri prodotti o iniziative in linea con le idee base con le quali è stato pensato il progetto Modulo Eco.



**Fig. 2.28.** Possibile arredo interno del Modulo Eco. A cura di Gian Piero Lamanna.

## 2.6. Ricerca e sperimentazione



**Fig. 2.29.** Esempio dei sensori di temperatura e unità che verranno inseriti all'interno della struttura per il monitoraggio in tempo reale.

Al fine di monitorare costantemente lo stato di salute dell'edificio e le condizioni di confort interno, durante la fase realizzativa verranno collocati dei sensori nella stratigrafia dei pacchetti tecnologici e all'interno dell'ambiente fruibile. Il monitoraggio misurerà anche l'energia prodotta tramite fonti di energia rinnovabile confrontandola con l'energia consumata dall'edificio per il normale svolgimento delle attività che si svolgeranno all'interno per capire l'effettiva convenienza dei sistemi che sfruttano energie rinnovabili.

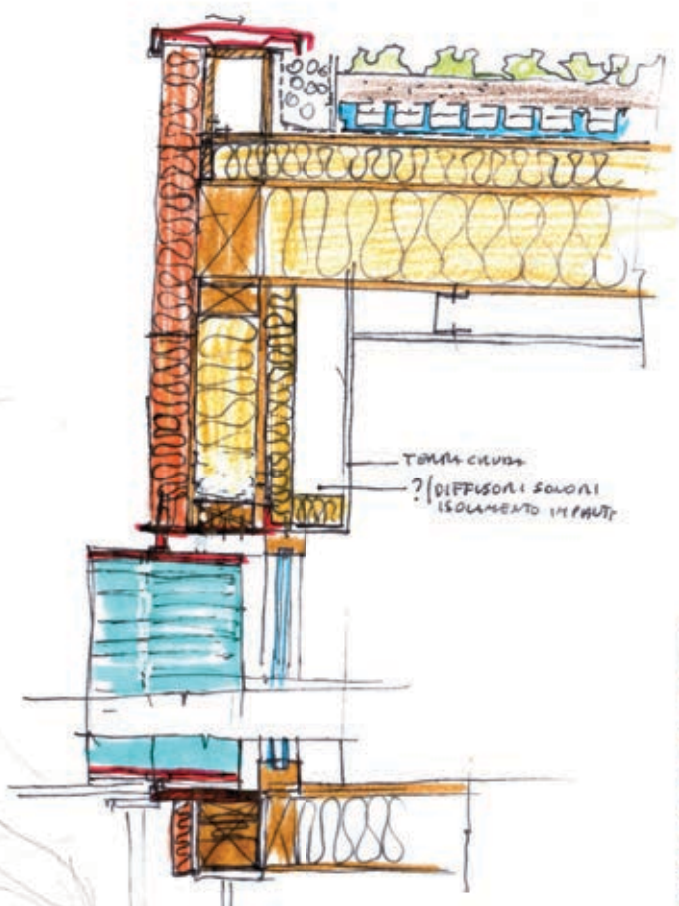
I dati raccolti serviranno anche a confermare o meno i consumi dichiarati e certificati da diversi enti certificatori come Arca, CasaClima, PassivHaus e Regione Emilia Romagna; ma serviranno anche ad attestare la veridicità dei valori calcolati tramite software per l'analisi energetica in regime dinamico e stazionario. Questi dati inoltre saranno sempre consultabili dai fruitori in tempo reale tramite display all'interno del padiglione.

Per quanto riguarda la sperimentazione sono stati inseriti nella struttura alcuni elementi innovativi: questi sono la serra e un'intercapedine d'aria nel muro. Di per se, questi due, non sono elementi innovativi, infatti ciò che li rende tali è il loro collaborare per creare un sistema tecnologico non ancora sperimentato.

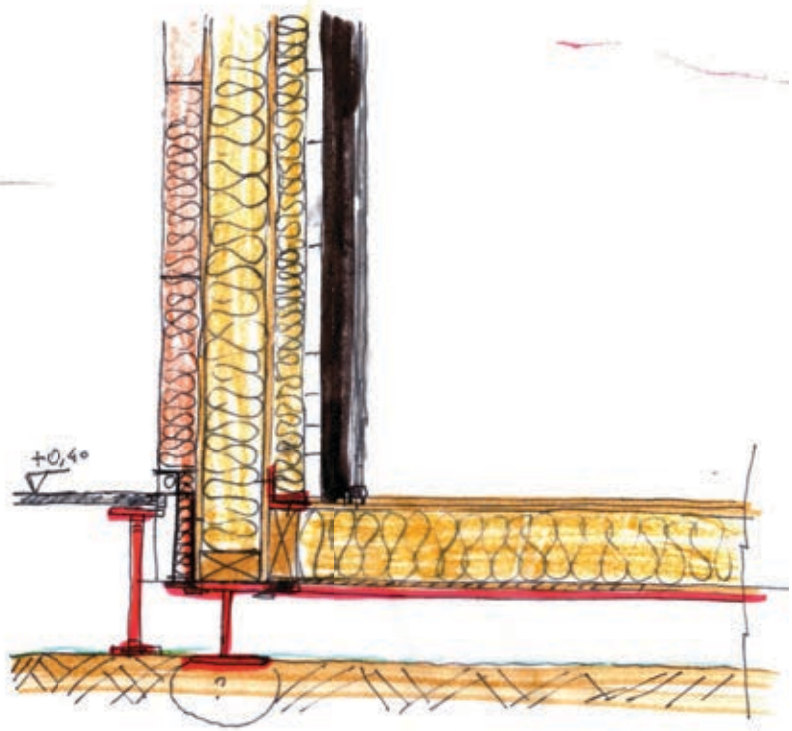
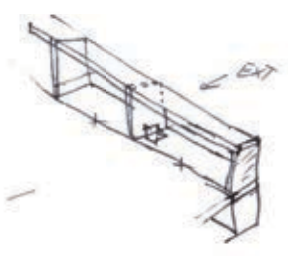
Nello specifico la serra, posta ovviamente a sud, servirà a creare una zona filtro utile sia d'inverno che d'estate allo scopo di



mitigare la temperatura dell'ambiente interno al padiglione. Per sua conformazione d'inverno conterrà aria ad una temperatura maggiore rispetto a quella esterna mentre d'estate verrà completamente spalancata non permettendo l'accumulo di calore nell'aria; l'intercapedine nel muro invece fungerà da conduttura nel quale far scorrere l'aria calda proveniente dalla serra che a sua volta, andrà a riscaldare una parete massiva posta a contatto con l'intercapedine in modo da creare una sorta di calorifero. Il loro funzionamento nel dettaglio verrà però illustrato nei capitoli successivi.



TOMMI CRUDA  
? DIFFUSORI SONORI  
ISOLAMENTO INFRASUONO



+0,40

## 3. IL PROGETTO

<b>3.1. Concept</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2. Il sito</b> .....	<b>53</b>
3.2.1. Analisi ambientali.....	55
<b>3.3. Elaborati grafici</b> .....	<b>60</b>
3.3.1. Planimetria .....	60
3.3.2. Pianta.....	62
3.3.3. Prospetti.....	64
3.3.2. Sezioni.....	68
<b>3.4. Struttura</b> .....	<b>70</b>
3.4.1 Struttura in elevazione.....	70
3.4.2 Struttura di fondazione.....	74
<b>3.5. Chiusure</b> .....	<b>79</b>
3.5.1. Chiusure verticali.....	79
3.5.2. Chiusure orizzontali.....	89
3.5.3. Partizioni interne.....	99
<b>3.6. Dettagli costruttivi</b> .....	<b>101</b>
<b>3.7. I materiali</b> .....	<b>116</b>

3.7.1. Legno e derivati .....	116
3.7.2. Isolanti (Fibre di legno, cappotto) .....	121
3.7.3. Cartongessi .....	124
3.7.4. Guaine e membrane .....	126
3.7.5. Terra cruda .....	128
3.7.6. Serramenti .....	129
3.7.7. Tetto verde .....	132
<b>3.8. Tecnologie .....</b>	<b>136</b>
3.8.1. Serra bioclimatica .....	136
3.8.2. Parete d'accumulo con intercapedine d'aria .....	139
3.8.3. Copertura verde .....	141
<b>3.9. Costi .....</b>	<b>144</b>



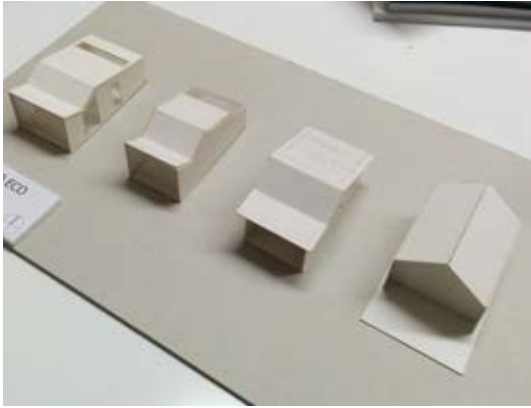


Fig. 3.1. Storia dei concept del Modulo Eco.

### 3.1. Concept

Il modello dal quale è scaturito il progetto definitivo è basato sulla volontà di ricreare un padiglione che rappresenti una forma urbana compatta e non decontestualizza dal tessuto morfologico in cui andrà ad insediarsi. Modulo Eco è infatti la rappresentazione concreta di un'azione di sensibilizzazione del tessuto sociale urbano riguardo i temi legati all'energia e all'edilizia, soprattutto residenziale. Per questo si è partiti dall'idea più classica di casa: pianta rettangolare con copertura a due falde. Da qui a mano a mano che l'idea si consolidava e le tematiche aumentavano il concept è mutato fino a raggiungere la forma definitiva attuale.

Quello che ha influenzato le scelte progettuali in tema di forme e materiali è stato la temporaneità dell'opera e le modalità costruttive. Partendo dai presupposti che l'intero edificio andrà costruito in autocostruzione da persone non specializzate nel settore (anche se guidati da esperti) e che rimarrà in ogni sede per pochi mesi, si è optato per un edificio dalla pianta rettangolare con una struttura lignea modulare e una copertura a più falde.

La scelta di avere grandi superfici vetrate è stata dettata da duplici motivi: dare la possibilità di vedere dall'esterno in qualsiasi momento cosa stia accadendo all'interno del padiglione, in modo da invogliare i passanti a visitare o partecipare alle attività presenti; allo stesso tempo osservare dall'interno quello che accade all'esterno, senza

nascondere la bellezza del Piazzale e dei palazzi vicini.

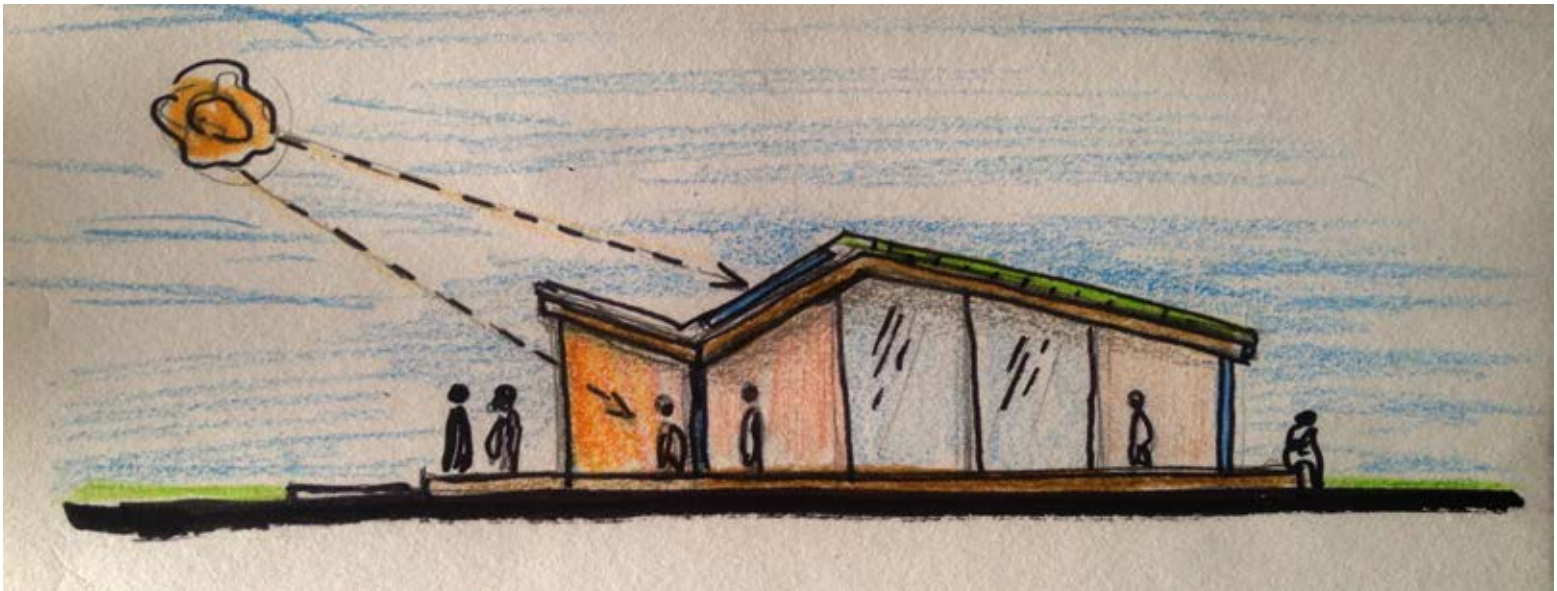
La scelta di avere un tetto verde è espressione principalmente di due motivi: in primis è quello di lanciare un messaggio contro il consumo di suolo e di verde. Andando a costruire il padiglione sul prato del Piazzale della Pilotta bisognerà, per forza di cose, eradicare una porzione del prato e per compensare a questo “danno” si è scelto di ripiantare in cima all’edificio una porzione di verde. Il secondo motivo riguarda una questione di isolamento termico. Andando a posizionare uno strato di tetto verde sulla copertura di un edificio si andranno a migliorare le proprietà termiche del pacchetto murario. Infatti questo strato aiuterà tantissimo, nel periodo estivo, a isolare dal caldo l’edificio aumentando lo smorzamento e la trasmittanza della copertura.

Per le fondazioni invece sono state vagliate più soluzioni. Tra i problemi principali di cui dover tenere conto sul luogo di costruzione per la scelta della tipologia delle fondazioni è la natura variabile del terreno su cui si andrà a poggiare la struttura. La prerogativa del sistema di fondazioni è la facile reversibilità del sistema con il recupero della maggior quantità possibile di materiale utilizzato contemporaneamente al minor impatto possibile sul terreno esistente, in quanto costruzione temporanea. Il rischio più preoccupante è invece che il terreno ceda a causa delle piogge e dei conseguenti assestamenti del terreno sotto il peso della struttura (anche perché non si conosce bene la stratigrafia sottostante il prato). Inizialmente



Fig. 3.2. Foto aerea di Piazzale della Pace.

si è pensato di far poggiare delle travi lignee su una serie di pali conficcati nel terreno alla profondità di un metro e mezzo a mo' di palafitta. Questo metodo avrebbe evitato uno scavo, preservando al meglio il manto erboso presente ma i pali utilizzati sarebbero essenzialmente stati a perdere, poiché non avrebbero potuto essere recuperati se non con ingenti costi. Successivamente sono state vagliate altre numerose alternative. La modalità definitiva è invece quella di scavare il meno possibile per poi posare una serie di blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa su cui far poggiare un reticolo di travi e a sua volta il pannello di solaio. Ovviamente una volta spostato il Modulo, il manto erboso, con i suoi strati inferiori saranno completamente ripristinati.



**Fig. 3.3.** Schizzo di studio in sezione del Modulo Eco.  
A cura di Francesco Fulvi.



## 3.2. Sito

L'area che ospiterà temporaneamente il Modulo Eco è stata individuata di comune accordo tra Amministrazione Comunale e Manifattura Urbana. Durante gli incontri effettuati è emersa la volontà di dare visibilità a questo progetto inserendolo in un contesto centrale della città sia per gli importanti temi di cui si fa portavoce sia perché all'interno sarà attivato lo Sportello Energia del Comune.

Fermo restando che la pre-costruzione dei vari elementi strutturali avverrà negli spazi dell'Ex Manzini a Parma per le motivazioni descritte nel precedente capitolo<sup>1</sup> mancava l'individuazione della prima sede che avrebbe ospitato il Modulo Eco. La prima location emersa dai ragionamenti fatti col Comune è stata Piazza Garibaldi. Questo sito soddisfa la maggior parte dei requisiti prefissati: è un luogo centrale che gode di grande visibilità, di grande passaggio, facilmente raggiungibile e vicino alla sede istituzionale del Comune. Ma qui non poteva svolgere l'importante ruolo di elemento rigeneratore degli spazi degradati perciò si è deciso di spostarlo in zone più bisognose e adatte alle tematiche che il Modulo si propone di affrontare. La scelta è ricaduta così su Piazzale della Pace poiché è un luogo centrale, con un alto flusso di persone ma che presenta delle situazioni di degrado da risolvere.

Piazzale della Pace si trova nel centro storico della città di Parma e



**Fig. 3.4.** Fotoinserimento del progetto in Piazza Garibaldi, primo luogo che avrebbe dovuto ospitare il Modulo Eco.

A cura di Sandro Del Lesto.



**Fig. 3.5.** Fotoinserimento del progetto in Piazzale della Pace

A cura di Gian Piero Lamanna.

<sup>1</sup> Vedi paragrafo 2.2.4.



Fig. 3.6. Fotografia storica di Piazzale della Pace.



Fig. 3.7. Vista aerea odierna di Piazzale della Pace.

ricompre un punto strategico in quanto funge da nodo tra il Parco Ducale, Piazza Garibaldi e la stazione ferroviaria. È costituito dal grande spazio vuoto causato dai bombardamenti aerei del 13 maggio 1944 durante la seconda guerra mondiale, che colpirono il Palazzo della Pilotta, danneggiandolo, e distrussero il Teatro Reinach ed il neoclassico Palazzo Ducale. Il piazzale per circa 40 anni rimase completamente vuoto, fino al 1986, quando il Comune, dopo aver rifiutato numerose proposte di vari architetti, convocò, nel febbraio dello stesso anno, il ticinese Mario Botta; quest'ultimo propose la costruzione di un auditorium e la completa sistemazione a verde del resto del piazzale, con la contestuale ripresa delle tracce storiche dell'area. La proposta fu inizialmente accettata, perché riusciva a riunire varie elaborazioni del passato, ma l'anno successivo il Ministero dei Beni Culturali la respinse.<sup>2</sup>

La progettazione del piazzale si bloccò nuovamente, per poi tuttavia riprendere nel 1996 con un nuovo incarico per Botta; ne scaturì la proposta per la realizzazione di un grande prato all'inglese, che fu finalmente accettata. I lavori presero avvio nel Marzo del 1998.<sup>3</sup> Il prato è interrotto solo da percorsi pedonali e alcune alberature a contorno e si presta bene all'organizzazione di eventi in quanto riesce a contenere un grande quantitativo di persone. Fa parte di un complesso più ampio che è quello del Palazzo della Pilotta<sup>4</sup> che

<sup>2</sup> <http://la-parma-di-gio-parma.blogautore.repubblica.it/2013/10/07/quel-muro-in-piazza-della-pace/>

<sup>3</sup> Enciclopedia di Parma, F.M. Ricci, Parma 1998

<sup>4</sup> Il nome deriva dal gioco della pelota basca, praticato dai soldati spagnoli nel cortile del

contiene il Museo archeologico nazionale di Parma, l'Istituto d'Arte Paolo Toschi, il Museo Bodoniano, il Teatro Farnese, la Biblioteca Palatina e la Galleria Nazionale. Nelle immediate vicinanze invece si trovano il monumento al Partigiano, il monumento a Giuseppe Verdi, il museo Glauco Lombardi, il Teatro Regio e il Parco Ducale.

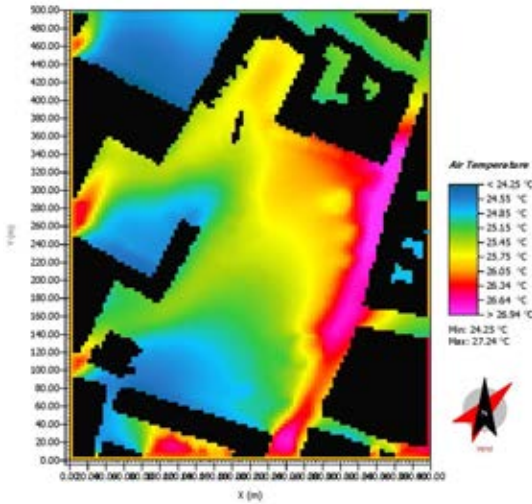
Confina perciò a ovest col Palazzo della Pilotta, a sud col palazzo della Provincia, a est col palazzo della Riserva e a nord col palazzo dell'Intendenza di Finanza.

### 3.2.1. Analisi ambientali

Su Piazzale della Pilotta sono state eseguite delle analisi di tipo ambientale che riguardano le temperature, la direzione e la velocità del vento e il confort climatico in alcuni giorni dell'anno. Questo al fine di valutare strategie tecnologiche in fase progettuale che vadano a risolvere criticità dovute al clima in cui si andrà ad insediare il progetto.

Queste analisi sono state eseguite con Envi-met, un software di simulazione ambientale a modello tridimensionale. È in grado di simulare e riprodurre il comportamento microclimatico e fisico di aree urbane. La modellazione implementa e studia le interazioni tra edifici, superfici, vegetazione, flussi d'aria e di energia di una porzione di area urbana sollecitata dalle condizioni climatiche di contesto geografico. Una volta inseriti tutti gli input quali disegno

Guazzatoio.



**Fig. 3.8.** Temperature del 21 giugno.  
A cura di Sandro Del Lesto.

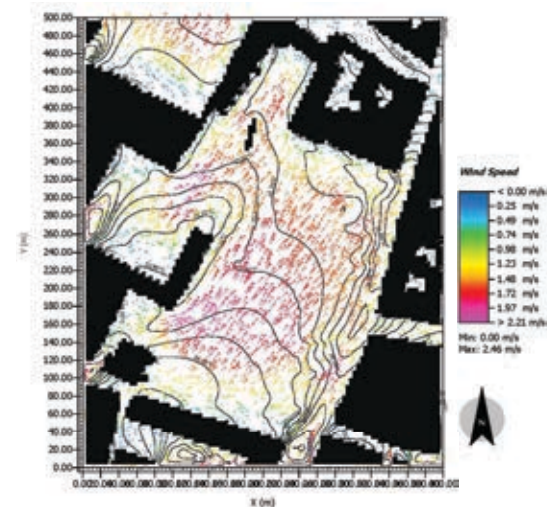
3D dell'area, i relativi dati meteo della località, il periodo della simulazione, ecc. il programma restituirà una serie di output. Questi possono essere sotto forma di testi leggibili ed importabili in altri programmi oppure delle restituzioni grafiche a colori come è possibile vedere dalle immagini accanto, in questo caso, riferite alla giornata del 21 giugno. Le analisi eseguite sono state fatte in alcuni giorni dell'anno caratteristici in modo da ricercare i valori limite più espressivi del microclima. In particolare si sono presi in riferimento quattro giorni: durante il solstizio d'estate e d'inverno (21 giugno e 21 dicembre) e nei giorni di irradiazione massima e minima (12 luglio e 11 dicembre).

In Fig. 3.8. è possibile osservare il grafico delle temperature ad una quota di 1,2 m alle ore 14:00 del 21 giugno. Da questa immagine si può facilmente notare che si hanno zone con temperature maggiori (colori tendenti al magenta) sul fronte stradale e zone con temperature minori (colori tendente al blu) questo dovuto a una diversa composizione della pavimentazione. Infatti nelle zone magenta sono presenti pavimentazioni in asfalto o in pietra che accumulano maggiore calore mentre nelle zone che vanno dalla gradazione blu a quella gialla è presente il prato (oppure una forte presenza di ombreggiamento).

Lo studio delle temperature esterne è stato molto utile in fase progettuale per la scelta dei materiali di rifinitura esterna e per la quantità di isolante da aggiungere nelle stratigrafie al fine di combattere il freddo invernale e il caldo estivo. Nello specifico il

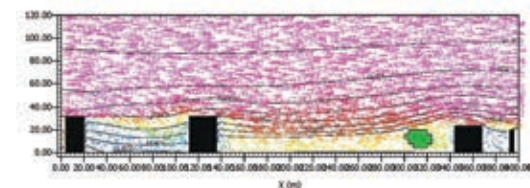
tetto verde è stata una soluzione pensata di conseguenza a queste analisi;

In Fig. 3.9. e Fig. 3.10. è possibile osservare il grafico con le velocità del vento alle varie quote nei due piani di sezione orizzontale e verticale sempre alle ore 14:00 del 21 giugno. Come era facile da immaginare, da questo grafico si evince che nelle zone centrali del prato il vento indisturbato da ostacoli tende ad essere più veloce (colori tendenti al magenta) rispetto alle zone immediatamente vicine agli edifici (colori tendenti al blu). Quello che però non era facilmente prevedibile è l'effettiva velocità e la direzione del vento. Questi ultimi due dati sono molto importanti in quanto un'analisi di questo tipo ci permette di studiare al meglio le aperture dell'edificio in modo da favorire la ventilazione naturale, utile soprattutto in estate se affiancata a sistemi pensati per il free cooling notturno; In Fig. 3.9., 3.10., 3.11. è possibile osservare la restituzione grafica degli indici empirici di PMV e PPD. Questi indici empirici furono introdotti da Fanger<sup>5</sup>, in seguito ad un'indagine sperimentale, svolta da lui nel 1972. Tutt'ora sono uno dei migliori metodi per analizzare correttamente il livello di comfort provato dagli utilizzatori di un luogo, in quanto, si rivolgono direttamente al fruitore dello spazio tramite questionari, chiedendo appunto di esprimere il loro livello di benessere, tramite dei valori oggettivamente confrontabili.



**Fig. 3.9.** Velocità del vento del 21 giugno, sezione orizzontale.

A cura di Sandro Del Lesto.

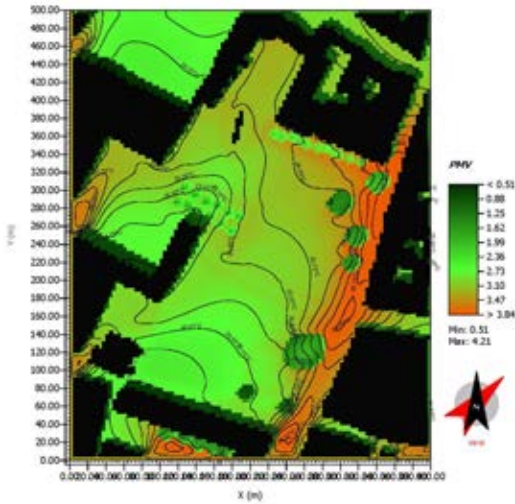


**Fig. 3.10.** Velocità del vento del 21 giugno, sezione verticale.

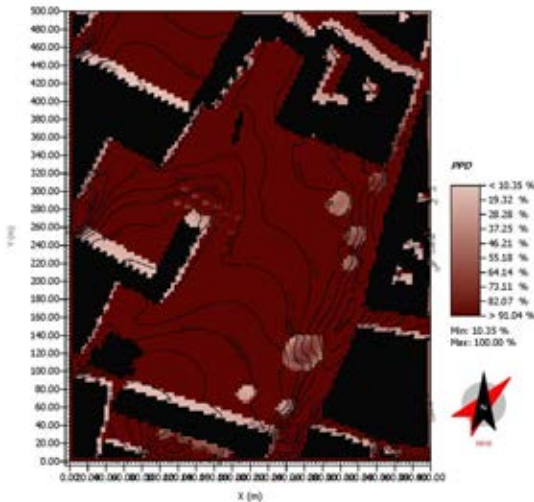
A cura di Sandro Del Lesto.

<sup>5</sup> Povl Ole Fanger (1934 – 2006) fu un esperto nel campo del comfort termico e della percezione degli ambienti interni nonché docente presso l'International Centre for Indoor Environment and Energy dell'Università Tecnica della Danimarca.





**Fig. 3.11.** PMV del 21 giugno.  
A cura di Sandro Del Lesto.



**Fig. 3.12.** PPD del 21 giugno.  
A cura di Sandro Del Lesto.

Fanno parte di questi indici il PMV6 (voto medio previsto) e il PPD7 (percentuale prevista di insoddisfatti).

In Particolare il PMV, rappresentato in Fig. 3.11., esprime il voto che un utente medio conferisce all'ambiente in cui si trova, al variare dei parametri fisici. Inizialmente questo valore fu sviluppato per l'analisi di comfort di ambienti interni, ma è stato adattato per le condizioni climatiche esterne da Jendritzky nel 1993. La sensazione termica è quantificata per mezzo di una scala soggettiva. Il PMV indica il voto che un campione omogeneo di persone darebbe al microclima di un determinato ambiente, sia interno che esterno, quando svolge una determinata attività. È un valore che varia in una scala compresa tra -4 (che indica molto freddo) e +4 (molto caldo) e l'intervallo definito di benessere è compreso tra -0,5 e +0,5. Ad influire su questo valore, secondo Fanger, sono principalmente due macroclassi di valori: in una ci sono il tasso metabolico e la resistenza termica dell'abbigliamento; nell'altra ci sono la temperatura e la velocità dell'aria, la pressione parziale di vapore e la temperatura media radiante.

Il PPD, rappresentato in Fig. 3.12., rappresenta la percentuale di persone insoddisfatte in un determinato ambiente termico. Convenzionalmente viene definito insoddisfatto un soggetto che esprima un voto di gradimento di un certo ambiente minore o uguale a -2 maggiore o uguale a +2, corrispondenti rispettivamente alle sensazioni di freddo e di caldo. Il PPD indica la percentuale statistica

6 Predicted Mean Vote

7 Percentage of Person Disatisfied

di insoddisfatti che ci sarebbe all'interno dello stesso campione di persone. La norma stabilisce condizioni di benessere nel caso in cui il PPD risulti essere pari o minore del 10%.

In Fig. 3.13 invece è rappresentata la correlazione che c'è tra PMV e PPD. Poiché l'origine del voto di gradimento è sempre la medesima, esiste una correlazione tra questi due valori. A livello sperimentale si è notato che i voti presentano una certa dispersione intorno al valore medio, che indica insoddisfazione. Fanger, correlando i due indici ottenne un diagramma dove notò che la percentuale di insoddisfatti era pari al 5% quando il PMV è uguale a 0; pari al 10% quando il PMV si avvicinava al +/- 0,5 (intervallo di benessere); cresceva rapidamente all'allontanarsi del PMV dai valori di comfort.

Questo sottolinea la soggettività del comfort indoor e outdoor e l'impossibilità di progettare condizioni perfette di comfort per tutte le persone.

Da questi grafici si è potuto dedurre quanto possono essere sfruttabili gli ambienti esterni nei vari periodi dell'anno. Ad esempio, prendendo in considerazione questi grafici che fanno riferimento alle ore 14:00 del 21 giugno, si può notare che è presente una condizione generale di discomfort outdoor. In altri periodi dell'anno invece si sono riscontrate situazioni tali da poter garantire, ad una vasta percentuale di persone, un sufficiente grado di comfort. Questo si tradurrà nell'organizzazione di eventi che non coinvolgeranno solo l'interno del padiglione ma anche tutto il piazzale circostante.



**Fig. 3.13.** Correlazione tra PMV e PPD.  
A cura di Sandro Del Lesto.

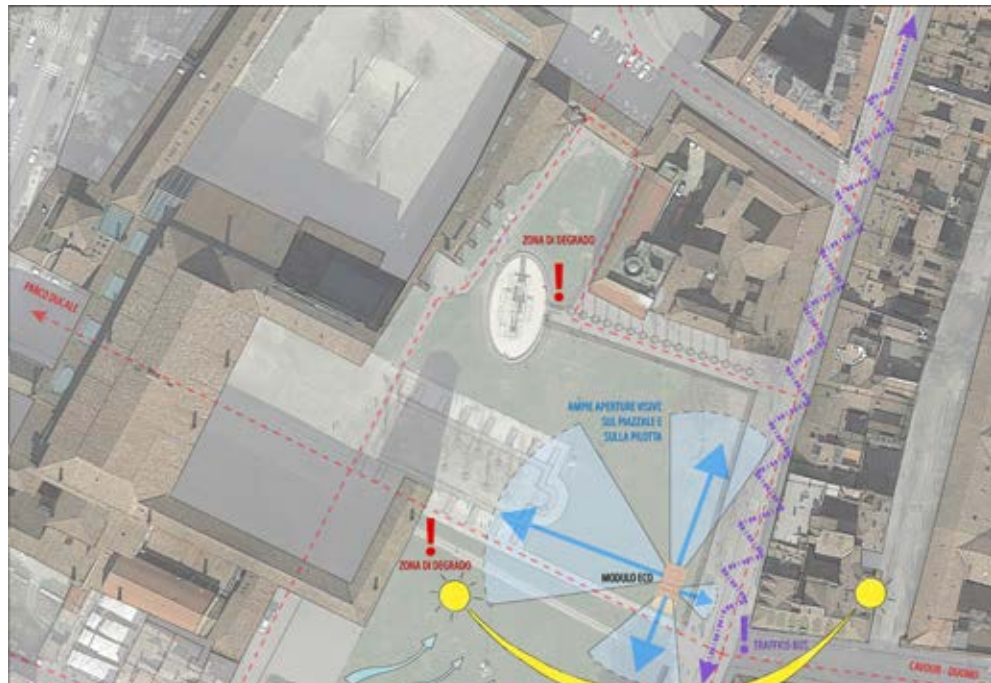
### 3.3. Elaborati grafici

L'insieme delle tavole che compongono il progetto esecutivo è in allegato alla tesi<sup>8</sup>.

#### 3.3.1. Planimetria

La collocazione in pianta nel Piazzale è stata guidata principalmente da due motivi: la facile accessibilità dell'utente da Via Garibaldi,

<sup>8</sup> Allegato A.



**Fig. 3.14.** Planimetria con indicazioni riguardo le situazioni di degrado, i percorsi principali e la rumorosità proveniente dal traffico.



arteria principale del centro storico, connessa alla volontà di non interferire con le attività che potranno aver luogo sul prato e nelle zone limitrofe.

Poiché la quota di calpestio all'interno della sala è circa a sessanta centimetri dal livello zero del prato è stato necessario inserire una serie di gradini per superare il dislivello. Mentre per favorire l'accessibilità da parte dei disabili il dislivello è stato risolto progettando una serie di rampe che partono dal marciapiede prospiciente via Garibaldi, nelle vicinanze della garitta della Polizia Municipale, per arrivare di fronte all'accesso principale.



Fig. 3.15. Planivolumetrico.

### 3.3.2. Pianta

Le dimensioni della struttura sono state studiate per occupare il minor spazio possibile. L'ingombro al lordo delle pareti misura 10m x 6m andando così ad individuare una sala di poco più di 33 metri quadri netti nella quale svolgere attività di vario genere. I locali sono stati disegnati, anche a causa delle dimensioni ridotte, pensando ad ambienti il più possibile *open space* e al di là del locale tecnico e del bagno non vi sono elementi opachi di separazione.

L'accesso principale è a sud, dove una grande vetrata fa accedere alla serra. Questa svolge la funzione di zona filtro tra l'esterno e la sala principale per ridurre le dispersioni termiche per ventilazione date dal frequente passaggio di utenti. Dal fondo della sala poi si può accedere a due altri ambienti che hanno la funzione di locale tecnico e servizi igienici.

La destinazione d'uso assegnata al locale principale è polivalente. In base alle prenotazioni l'arredamento verrà principalmente predisposto come sala convegni di circa 30/40 posti o come ufficio comunale (quando ospiterà lo sportello energia del Comune). Il Modulo Eco tuttavia potrà avere anche la funzione di luogo di incontro per associazioni, o di semplice aula studio. L'arredo richiede una certa flessibilità per adattarsi agli eventi che si dovranno svolgere all'interno.

La collocazione degli infissi è stata studiata al fine di dare trasparenza alla fabbrica, per rendere visibile le attività all'interno e viceversa.

Allo stesso tempo sono state evitate zone di ombra contrapposte a zone di forte luce. In più le grandi vetrate a sud, oltre che a far entrare luce nella sala, creano una continuità spaziale tra interno ed esterno. Si è cercato così di evitare la netta separazione tra un ambiente ed un altro che una parete opaca avrebbe evidenziato.



Fig. 3.16. Pianta

### 3.3.3. Prospetti

Gli elementi che caratterizzano i prospetti del Modulo Eco sono principalmente tre: le grandi superfici vetrate in proporzione a quelle opache; i frangisole presenti in tutti i prospetti ad eccezione di quello a nord che non necessita di ombreggiamenti; la copertura a più falde con tre inclinazioni differenti che vanno ad individuare situazioni differenti. Le motivazioni che hanno spinto i progettisti ad adottare queste grandi vetrate, oltre alla scelta di far vedere ciò che accade dentro e fuori dal Modulo, è anche la volontà di alleggerire visivamente la fabbrica. Ponendo in comunicazione tra di loro le

Fig. 3.17. Prospetto ambientale Ovest





finestre, accoppiandole simmetricamente, si sono creati degli assi visivi che permettono di guardare il padiglione ma allo stesso tempo di riuscire a vedervi attraverso, rendendolo permeabile alla vista, in relazione al Palazzo della Pilotta, alle sue spalle.

I frangisole, invece, nascono dalla necessità di schermarsi, nel periodo estivo, dall'eccessivo irraggiamento solare. Non avendo irraggiamenti diretti nella sala e temperature superficiali degli infissi più basse si avrà una temperatura interna inferiore andando a risparmiare sul fabbisogno energetico per il raffrescamento degli ambienti. Sono previsti dei frangisole verticali esterni nelle facciate Est e Ovest, mentre nella facciata a Sud, in corrispondenza della serra solare,



è previsto uno sporto che, come una visiera, impedisca al sole di irraggiare l'ambiente serra nei mesi estivi lasciando entrare i raggi solari in fase invernale.

Le falde invece verranno realizzate con tre differenti soluzioni: quella più a nord ospiterà un tetto verde e un sistema di recupero delle acque che verrà utilizzato per i servizi igienici o per irrigare il tetto verde; la falda centrale invece sarà occupata da un sistema di pannelli fotovoltaici che produrranno energia necessaria per il fabbisogno energetico dell'edificio. In questo caso l'inclinazione della falda è studiata in modo tale da avere il miglior rendimento



Fig. 3.18. Prospetto Sud

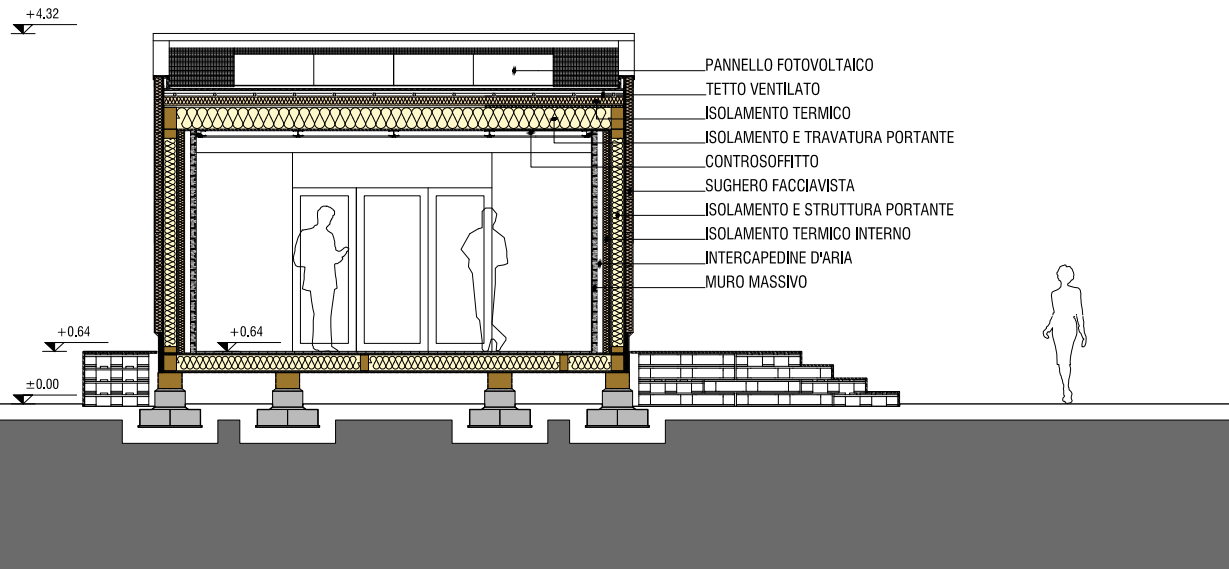
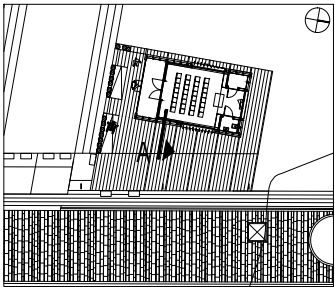
possibile del pannello facendolo investire dalla più alta intensità di raggi solari diretti; la terza falda, quella più a sud, è inclinata per favorire l'entrata dei raggi solari al fine di avere una maggiore illuminazione e assorbire più radiazione solare possibile che andrà a migliorare l'efficienza della serra.



Fig. 3.19. Prospetto Est

### 3.3.4. Sezioni

Nelle sezioni sono stati evidenziati con colore la struttura portante e l'isolamento termico. La sezione trasversale A-A taglia il padiglione nella sala principale all'altezza della copertura a pannelli fotovoltaici C02. Si nota simmetria orizzontale in tutta la struttura con eccezione per i pannelli di solaio, dove troviamo degli irrigidimenti lignei per il fissaggio dei pannelli OSB di chiusura dei pannelli. La sezione C-C taglia invece il padiglione longitudinalmente, nel suo asse di simmetria. Si individuano le quattro diverse tipologie di copertura, a seconda delle falde, e l'unica tipologia di solaio. Dagli accoppiamenti delle sezioni strutturali è possibile individuare i vari masterpanels

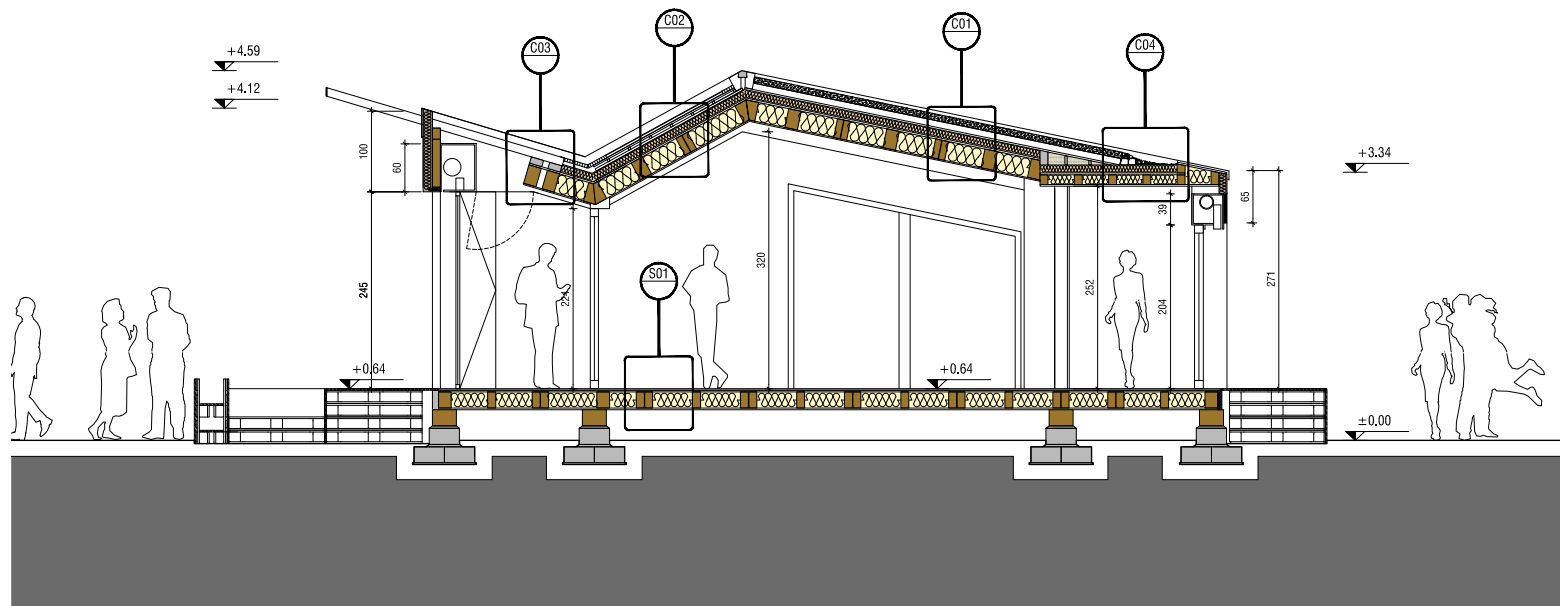
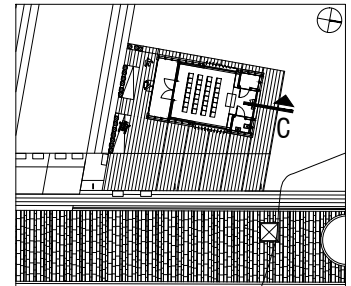




di solaio, parete e copertura che creano la struttura portante. La copertura C04 sarà costituita da un unico pannello strutturale già tamponato di isolante. Le sistemazioni esterne sono costituite da bancali EU Pallets impilati e fissati per formare una solida struttura rigida rivestita da un assito ligneo per esterni. Data la modularità degli elementi, la facile reperibilità e il costo contenuto, la realizzazione della pavimentazione esterna risulta facile e veloce.

Si nota la ridotta presenza di isolante in copertura nel corpo della serra solare, non facente parte dell'involucro "scaldato".

I pacchetti murari utilizzati, divisi ed elencati, sono descritti in paragrafi successivi.



## 3.4 Struttura

### 3.4.1. Struttura in elevazione

Nell'ottica della biocompatibilità del materiale, della flessibilità del sistema in fase di progetto e della facilità di montaggio e smontaggio in fase di cantiere, è stato deciso di optare per una struttura a telaio in legno.

La scelta del telaio in legno è anche dovuta al fatto che la struttura deve essere autocostruita: i singoli elementi di legno più grandi (travi di sezione 20x24cm e di 5,5m di lunghezza) pesano circa 100kg (densità del legno lamellare GL24h  $\rho=380\text{kg/m}^3$ )<sup>9</sup>, e sono facilmente gestibili da una squadra di tre persone. La stessa struttura in X-LAM verrebbe gestita in meno pannelli ma molto più grandi e quindi molto più pesanti (una delle pareti longitudinali, per esempio, si configurerebbe come un unico pannello da 25m<sup>2</sup>, con peso, a parità di spessore, di circa 1800kg)<sup>1011</sup>.

Vanno inoltre ricordate le ottime capacità sismiche della struttura a telaio in legno, che ha una grande capacità dissipativa.

Lo scheletro è stato diviso in masterpanels, da prefabbricare in autocostruzione nel sito del Workout Pasubio Temporary e da

---

9 [http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/it/bsh\\_it.pdf](http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/it/bsh_it.pdf)

10 [http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/it/bsp\\_it.pdf](http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/it/bsp_it.pdf)

11 [http://www.xlamdolomiti.it/a\\_ITA\\_3\\_1.html](http://www.xlamdolomiti.it/a_ITA_3_1.html)

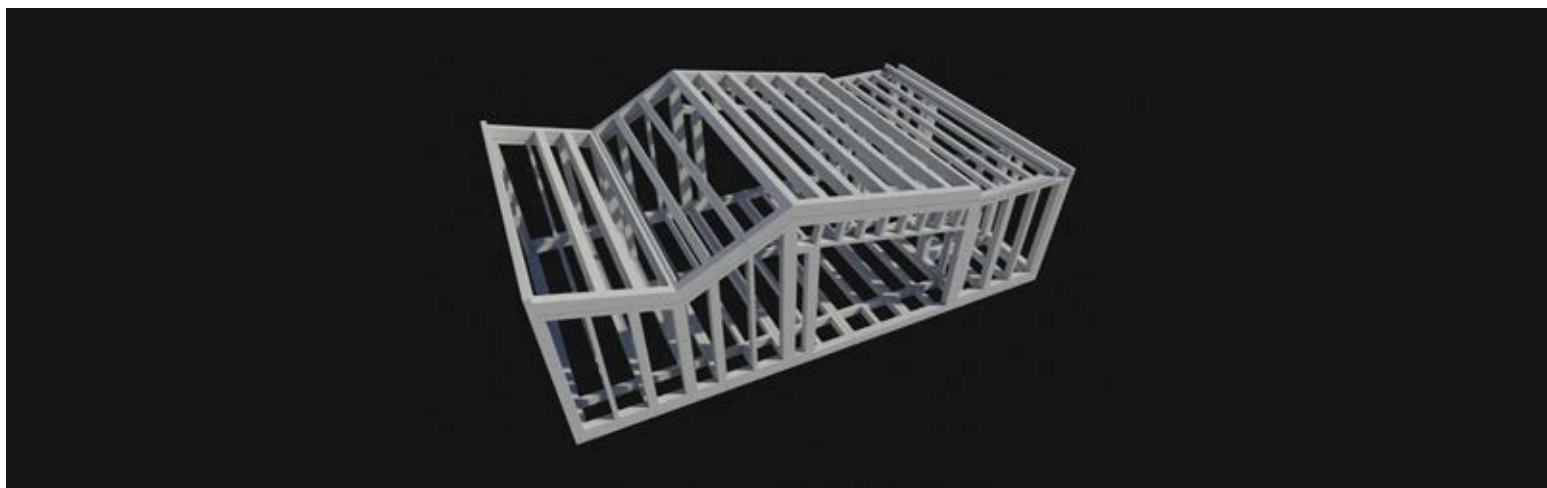
assemblare successivamente in Piazzale della Pace.

I montanti del telaio hanno un passo modulare: l'interasse è infatti definito in base alla dimensione del pannello di legno che controventa il telaio, la cui larghezza è standardizzata a 125cm. Nel nostro caso il controvento è dato da pannelli OSB3 di spessore 2.2cm. L'interasse tra i montanti dei pannelli è dunque circa 60 cm, per coprire con un pannello tre montanti. I montanti standard hanno una sezione di 16cm x 8cm, mentre le travi di copertura, che coprono una luce di 5.45m, hanno una sezione di 24cm x 16cm.

In corrispondenza delle aperture sulle pareti longitudinali è stato creato un architrave reticolare.

La struttura, che è ben rigida nel suo piano longitudinale, è controventata trasversalmente sia dal blocco di pareti nella parte Nord che dai controventi in acciaio a vista (tiranti di diametro  $\phi 2$ ) presenti al confine tra la serra e la sala principale.

Fig. 3.20. Render della struttura



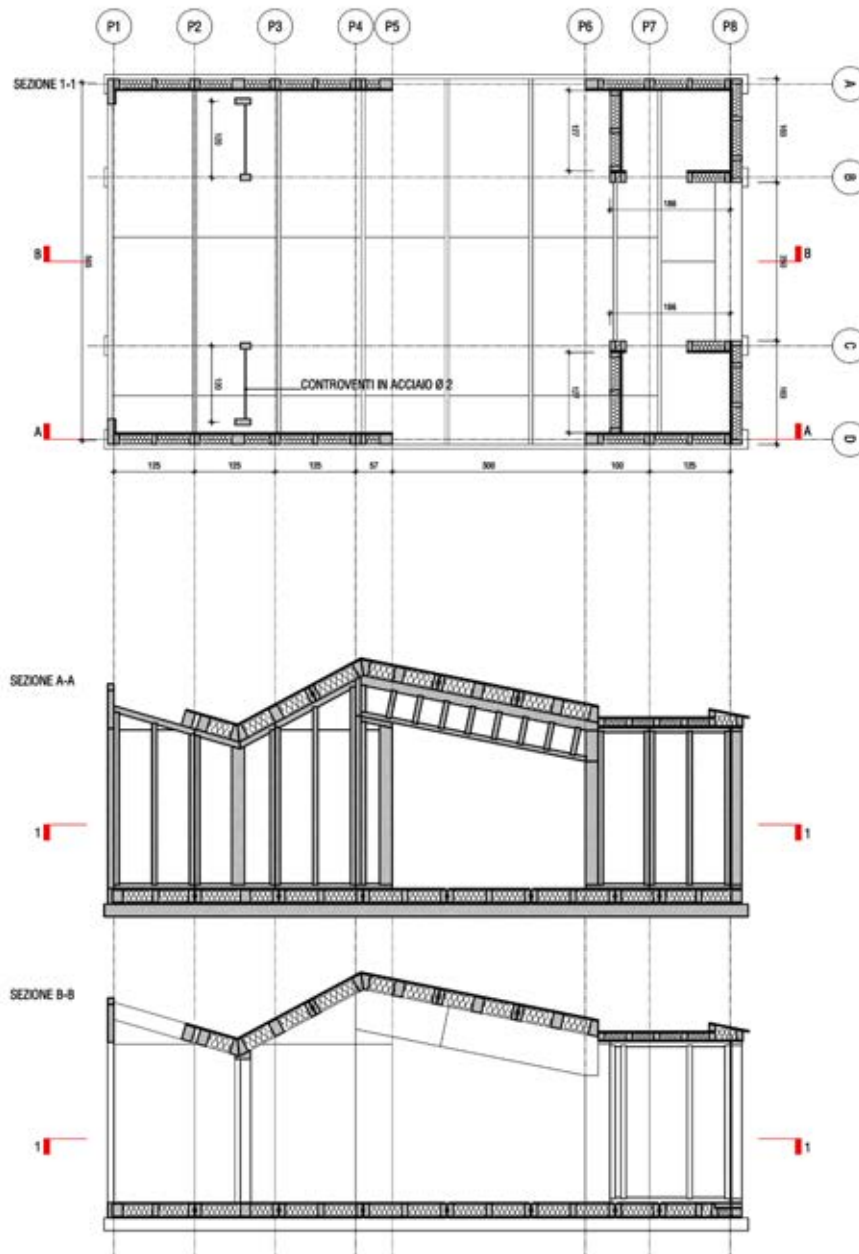
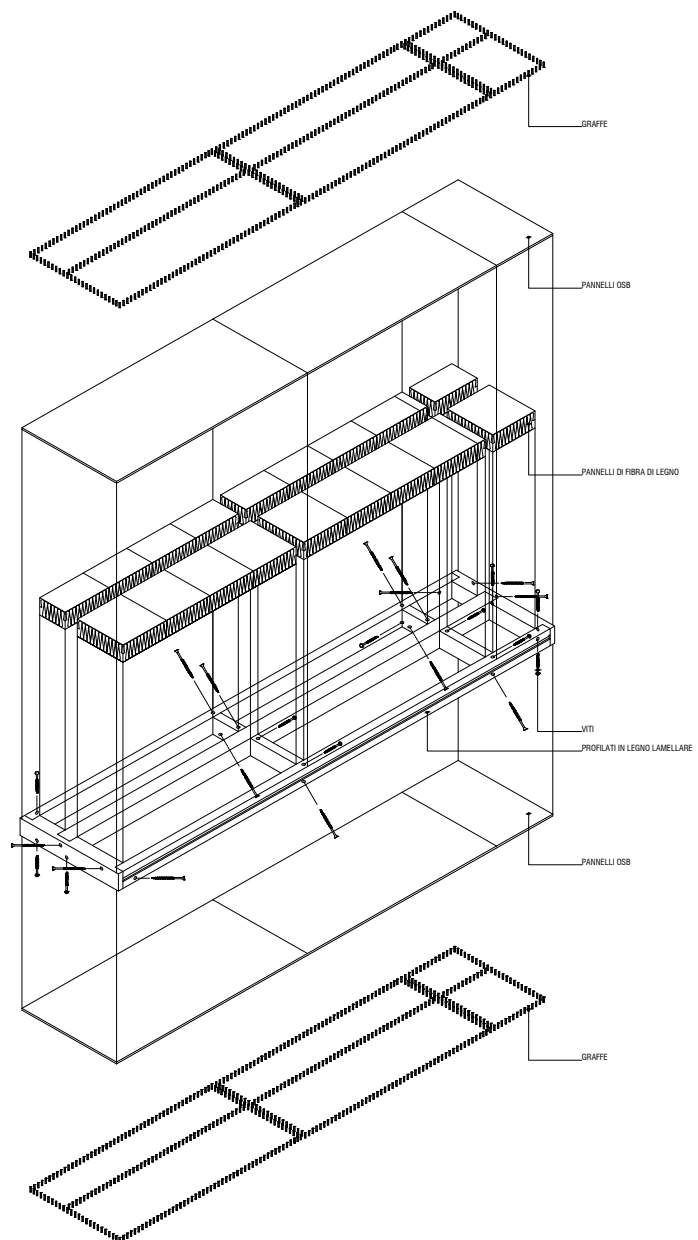


Fig. 3.21. Tavola strutturale delle pannelli di parete



**Fig. 3.22.** Esploso assometrico di un pannello di solaio



**Fig. 3.24.** Immagine storica di Piazzale della Pace, ancora utilizzato come parcheggio. Nel cerchio rosso il posizionamento del Modulo Eco.

### 3.4.2 Struttura di fondazione

L'attacco a terra è stato il particolare costruttivo più studiato. Il progetto iniziale in Piazza Garibaldi prevedeva l'appoggio del padiglione su una serie di piedini regolabili in altezza. Al momento dello spostamento in Piazzale della Pace, su un terreno erboso e dunque umido, l'ipotesi dei piedini è stata scartata per il l'eccessivo punzonamento su un terreno morbido, nonostante l'elevato numero di appoggi. Si è pensato quindi di far poggiare delle travi lignee su una serie di pali conficcati nel terreno alla profondità di un metro e mezzo a mo' di palafitta. Questo metodo avrebbe evitato l'andare a scavare, preservando al meglio il manto erboso presente ma i pali

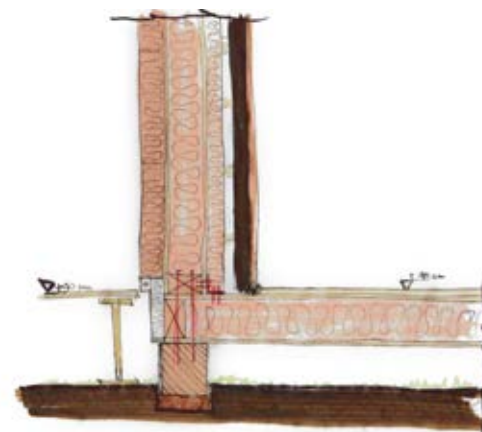


**Fig. 3.23.** Plastico 1:10. Soluzione di fondazioni a sostegni puntuali

utilizzati sarebbero andati a perdere, poiché non potevano essere recuperati se non con ingenti costi.

Si è dunque deciso di scavare la superficie erbosa del piazzale.

Tra i problemi principali di cui dover tenere conto sul luogo di costruzione per la scelta della tipologia delle fondazioni è la natura ignota e variabile del terreno su cui si andrà a poggiare la struttura. Il piazzale infatti una volta era un parcheggio asfaltato, trasformato nella odierna piazza dal celebre progetto dell'architetto Mario Botta. La piazza attualmente ha problemi di drenaggio dell'acqua (anche solo il sistema di irrigazione del prato crea dei piccoli acquitrini ogni volta che entra in funzione), il che fa ipotizzare che l'asfalto sia stato interrato sotto uno strato di terreno, che si ipotizza essere spesso almeno 50cm, data la presenza del suddetto impianto di irrigazione. La prerogativa del sistema di fondazioni è la facile reversibilità del

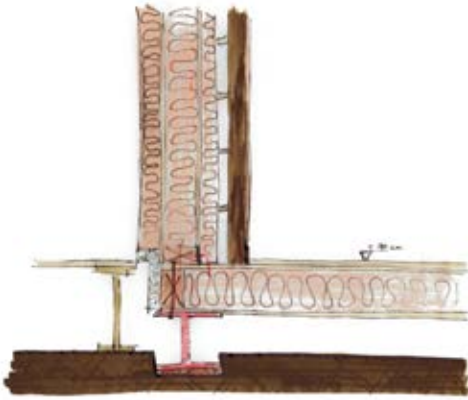


**Fig. 3.26.** Schizzo di studio. Attacco a terra con travoni in legno.



**Fig. 3.25.** Fotoinserimento del Modulo Eco in Piazzale della Pace. A cura di Gian Piero Lamanna.





**Fig. 3.27.** Schizzo di studio. Attacco a terra con purlelle d'acciaio.



**Fig. 3.28.** Paperlog, abitazioni di emergenza progettate da Shigeru Ban, appoggiate su cassette da frutta.

sistema con il recupero della maggior quantità possibile di materiale utilizzato contemporaneamente al minor impatto possibile sul terreno esistente. Il rischio maggiore è invece che il terreno ceda a causa delle piogge e dei conseguenti assestamenti del terreno sotto il peso della struttura (anche per la ignota stratigrafia del terreno). Successivamente sono state vagliate altre alternative: la prima prevede l'ancoraggio dei pannelli di solaio ad un reticolo di travi di fondazione di sezione circa 30cm x 30cm da appoggiare su un letto di sabbia scavato nel terreno.

Una ulteriore soluzione prevedeva l'utilizzo di purlelle d'acciaio da ancorare ai pannelli di solaio al posto delle grandi travi in legno, facilmente deperibili nonostante la temporaneità dell'opera. Purtroppo non è stato possibile reperire le travi d'acciaio e quindi si è scelta un'ulteriore opzione, definitiva, prendendo spunto dall'opera di Shigeru Ban, che realizza delle abitazioni di emergenza in cartone appoggiate su delle cassette da fruttivendolo. Allo stesso modo si è scelto di optare per dei blocchi che sollevassero ancora di più la fabbrica dal terreno. Il blocco in questione è il Lecablocco Bioclima Sismico<sup>12</sup>, di calcestruzzo alleggerito, di dimensioni 30cm x 20cm x 25cm, di calcestruzzo con argilla espansa, prodotto di punta dell'azienda LECA, per alleggerire il blocco. Questo si posiziona sopra uno strato di allettamento di sabbia di pochi centimetri. Tra il blocco e la trave viene posto uno strato di malta per livellare e una guaina impermeabile per proteggere la trave dall'umidità.

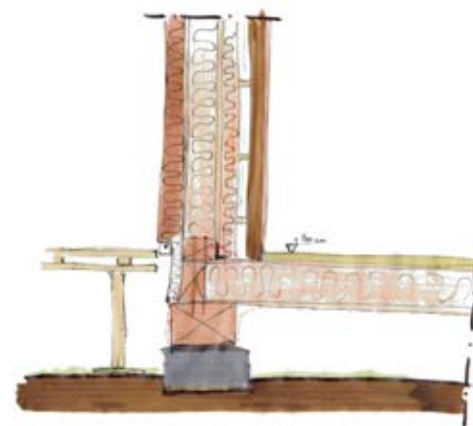
12 <http://lecablocco.it/lecablocco/bioclima-sismico-2/>



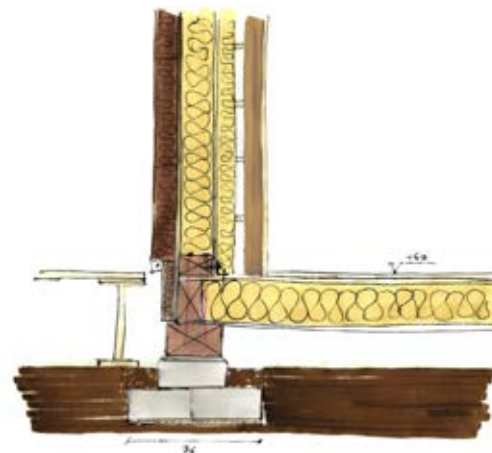
Queste soluzioni si configurano lungo tutta la longitudinalità del padiglione e sono dunque delle fondazioni continue. Comune a tutte queste soluzioni è la volontà di fare uno scavo il meno profondo possibile per avere un impatto minimo, senza rischiare di danneggiare l'impianto di irrigazione nel sottosuolo.

È tuttavia stata pensata anche una soluzione a "plinti", che necessita uno scavo più profondo e prevede l'utilizzo di un doppio strato di blocchi per mantenere la stessa area d'appoggio e optata per garantire la ventilazione dell'intercapedine posta sotto il solaio. Si ritiene necessaria la ventilazione per la natura umida del sottosuolo, che avendo uno strato impermeabile (il vecchio asfalto) a circa mezzo metro di profondità, ha difficoltà a drenare l'acqua piovana, che ristagna e richiede un tempo lungo per evaporare.

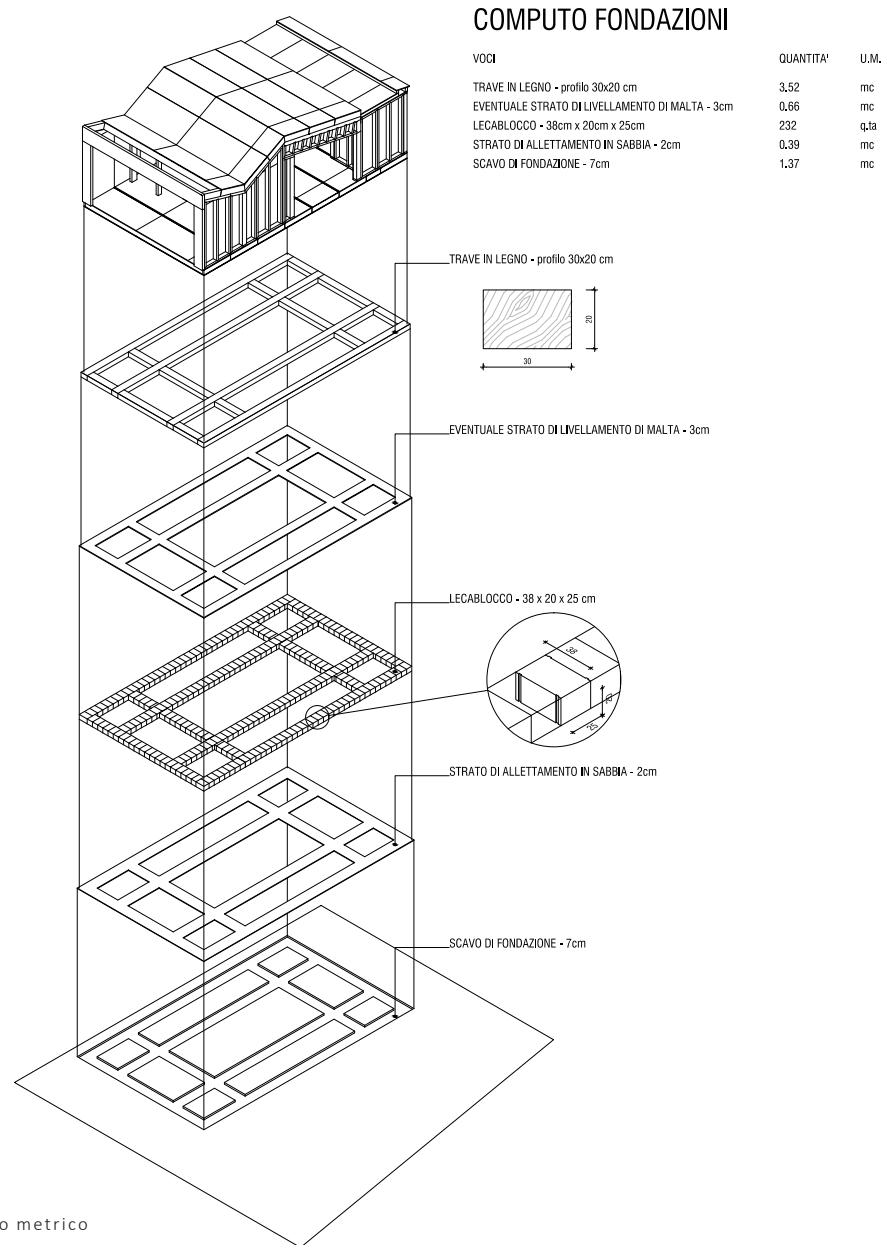
Ovviamente una volta terminata la permanenza del padiglione in Piazzale della Pace, il Modulo verrà smontato per essere spostato in un altro luogo da rigenerare, e il manto erboso, con i suoi strati inferiori, saranno completamente ripristinati.



**Fig. 3.29.** Schizzo di studio. Attacco a terra con travi di legno appoggiate su blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa



**Fig. 3.30.** Schizzo di studio. Attacco a terra con travi di legno appoggiate su plinti di blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa



**Fig. 3.31.** Esploso assometrico e computo metrico della soluzione definitiva delle fondazioni

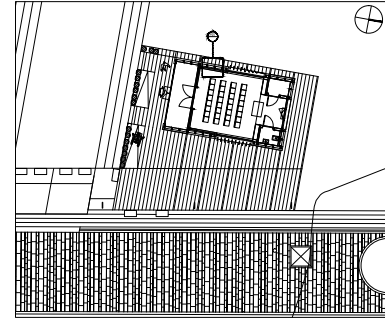
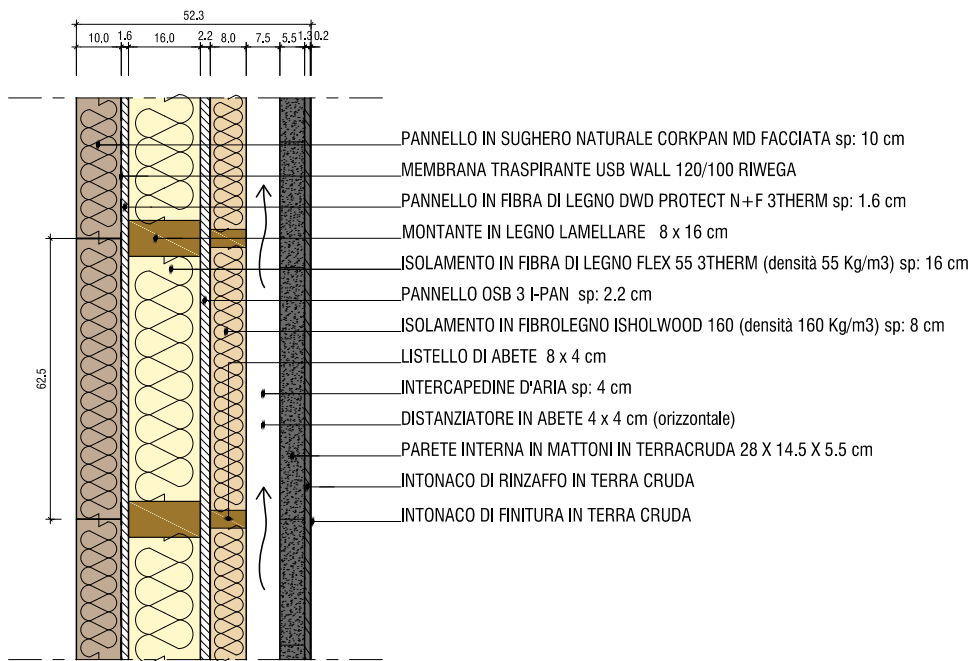
## 3.5. Chiusure

Pareti, coperture e solai sono stati divisi in tipologie di pacchetti murari in base alle scelte architettoniche e alle esigenze di natura energetica.

### 3.5.1. Chiusure verticali

Per quanto riguarda le pareti, è stato scelto di isolare i pannelli di parete tamponandoli con fibra di legno a bassa densità. Per fornire un'isolamento più prestante, per eliminare i ponti termici verticali e per aumentare la massa del pacchetto verticale si è scelto di applicare un cappotto esterno. Il materiale scelto è un sughero facciavista, innovativo nel suo settore.

Il pacchetto varia internamente a seconda dell'ambiente in cui è posizionato.



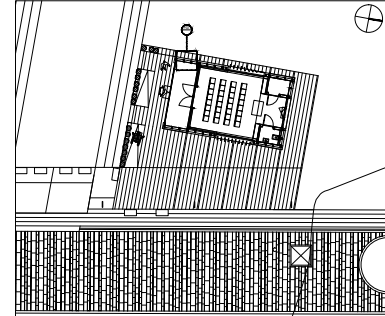
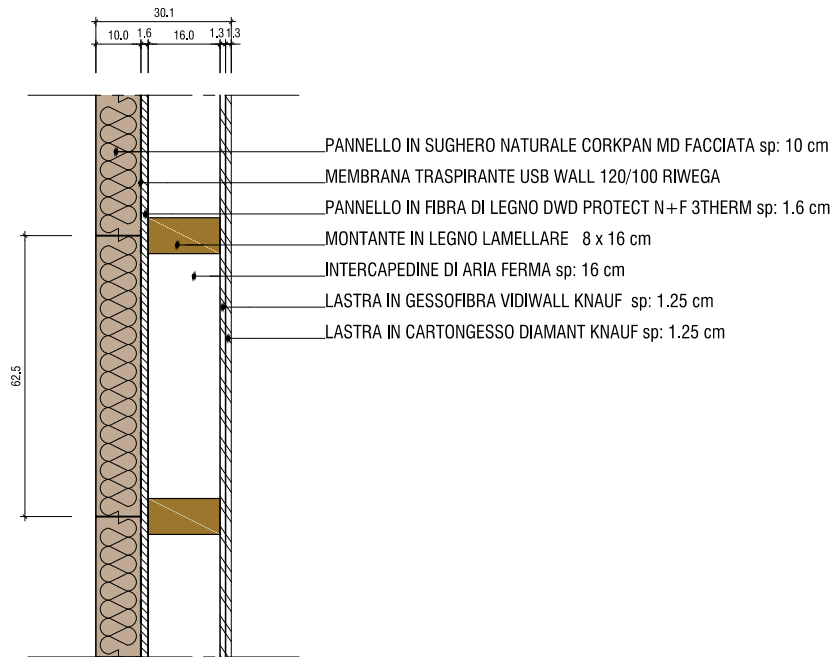
$$U = 0.11 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f = 25 \text{ h}$$

Fig. 3.32. Pacchetto verticale P01

**P01**

Nella sala principale sono presenti due porzioni sperimentali di parete che presentano uno spessore interno massivo, con la duplice funzione di rilasciare nella sala calore proveniente dalla serra solare in inverno e di assorbire il calore prodotto con apporti interni convogliandolo nella serra (e quindi all'esterno) in estate. La parete sarà realizzata in terra cruda, materiale cardine della bioedilizia e che ben si presta all'autocostruzione. Il calore è trasportato da aria (fluido termovettore) in movimento dentro a un'intercapedine posta tra l'involucro isolato e la controparete interna. Per questa particolare sezione si è scelto di isolare ulteriormente verso l'esterno, aggiungendo altri 8cm di fibra di legno, per efficientare il più possibile lo scambio termico convettivo tra aria in movimento e controparete massiva.

L'intercapedine, di 7 cm di spessore, separa l'involucro isolato dalla controparete, realizzata in Adobe (mattone crudo a base di argilla e fibre). I mattoni, di spessore 5,5cm, sono disposti in foglio, allettati a giunti sfalsati e legati da malta a base di argilla idonea con fughe orizzontali e verticali da 0,7-1,2cm. Il muro è fissato alla parete portante con dei listelli di sezione 4cm x 7cm che, oltre a evitare il ribaltamento della controparete verso l'interno della sala, allo stesso tempo creano un condotto a serpentina per l'aria in movimento, massimizzando lo scambio termico con la parete.



$$U=0.33 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f=6.7 \text{ h}$$

Fig. 3.33. Pacchetto verticale P02

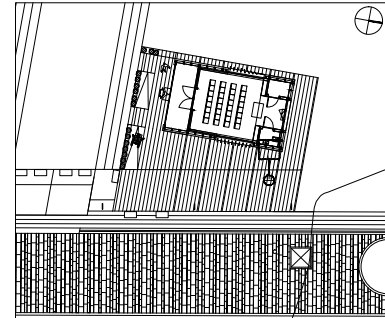
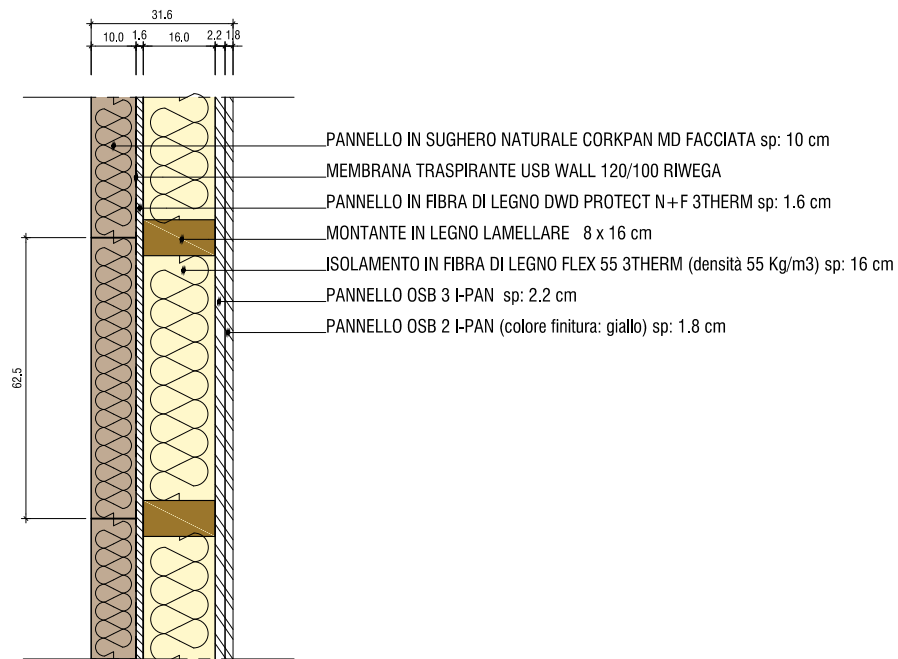
**P02**

Nella serra, vano non riscaldato, si è abbandonato l'isolamento in fibra di legno del pacchetto strutturale per lasciare un'intercapedine di aria ferma. Ricordiamo che l'aria **ferma**, che sostituisce la fibra di legno, costituisce essa stessa uno strato di isolamento non indifferente. Il valore di trasmittanza, che è tuttavia aumentato, rimane comunque abbastanza basso. Il pannello OSB all'interno è stato sostituito con delle lastre in gessofibra<sup>13</sup> e cartongesso<sup>14</sup>, per fornire un rivestimento antincendio dalle buone performance strutturali.

---

13 [http://www.knauf.it/backoffice/userfiles/files/documentiAllegati/235/\[9253\]imp%20scheda%20K811%20NC.pdf](http://www.knauf.it/backoffice/userfiles/files/documentiAllegati/235/[9253]imp%20scheda%20K811%20NC.pdf)

14 <http://www.knauf.it/prodotti.aspx?idgrp=11040&c=515940>



$$U=0.15 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f=14.7 \text{ h}$$

Fig. 3.34. Pacchetto verticale P03



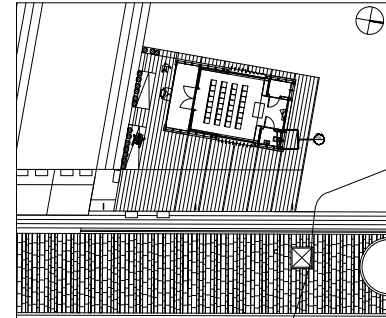
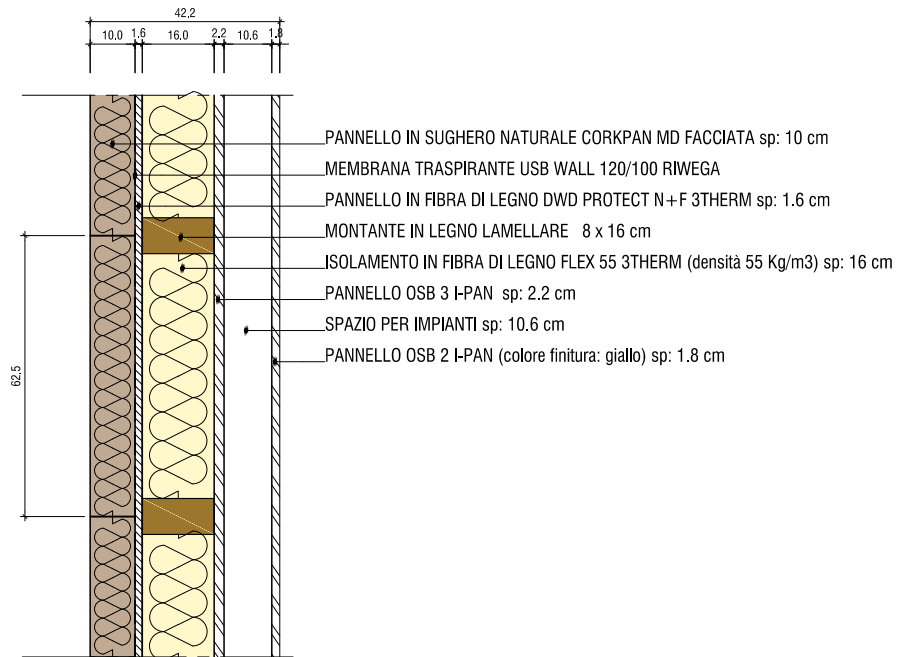
**P03 - P04 - P05**

Questo è il pacchetto standard delle pareti del Modulo Eco. Si applica essenzialmente a tutta la parte Nord. A seconda che si considerino le pareti di bagno, ripostiglio o le pareti laterali della sala principale (escluse quelle sperimentali) cambia il rivestimento interno: nel bagno e nel ripostiglio, come da immagine, viene applicato un pannello di OSB<sup>15</sup>, che presenta uno dei due lati rivestito da una vernice colorata lavabile svolgente funzione di rifinitura, potendo essere lasciato a vista senza la necessità di applicare dell'intonaco o altri materiali di rifinitura. Per tale motivo è stato utilizzato come rifinitura delle pareti nei servizi igienici e nel locale tecnico. Nelle pareti laterali della sala principale, ovvero in corrispondenza delle architravi reticolari soprastanti le aperture finestrate, vengono inserite delle lastre di cartongesso successivamente intonacate con un intonaco di finitura in terra cruda per andare a filo interno con la parete sperimentale. Nel bagno (P04) vengono lasciati circa 10cm tra i due fogli OSB per ospitare gli impianti idro-sanitari.

Il valore della trasmittanza così basso è accoppiato a un alto sfasamento termico. La combinazione dei due fattori è data dalla scelta di un isolante non troppo leggero, così da garantire un'elevata capacità termica alle pareti, richiesta in fase estiva per smorzare l'onda termica.

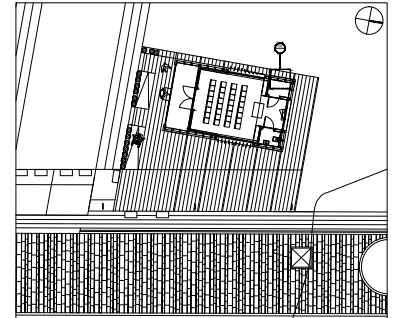
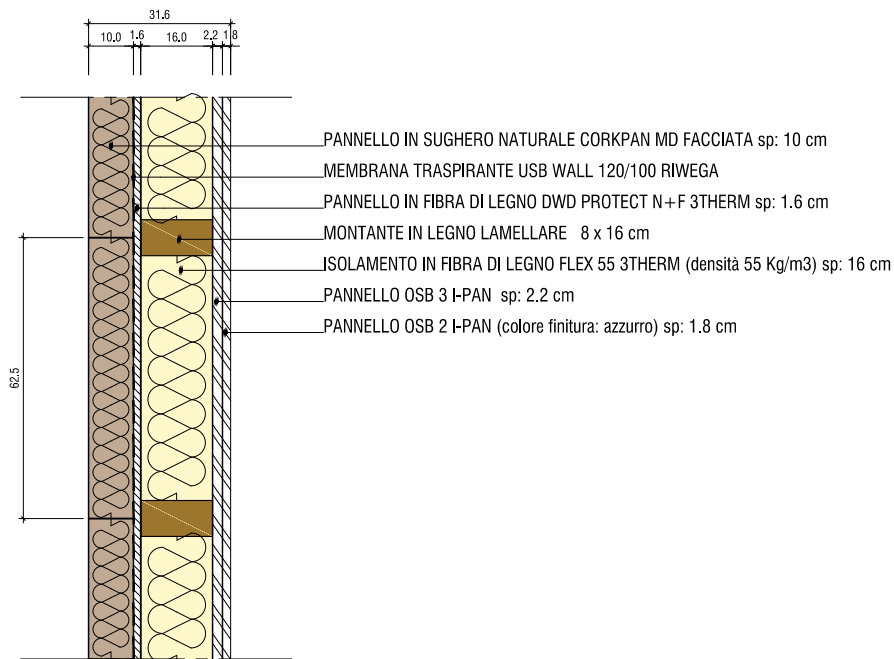
---

15 <http://www.i-panspa.com/prodotti/decorativi/>



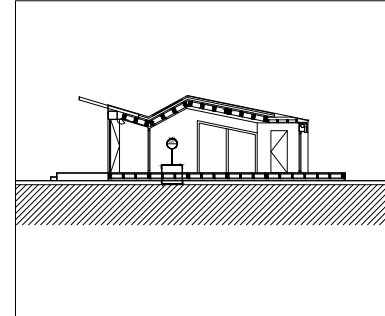
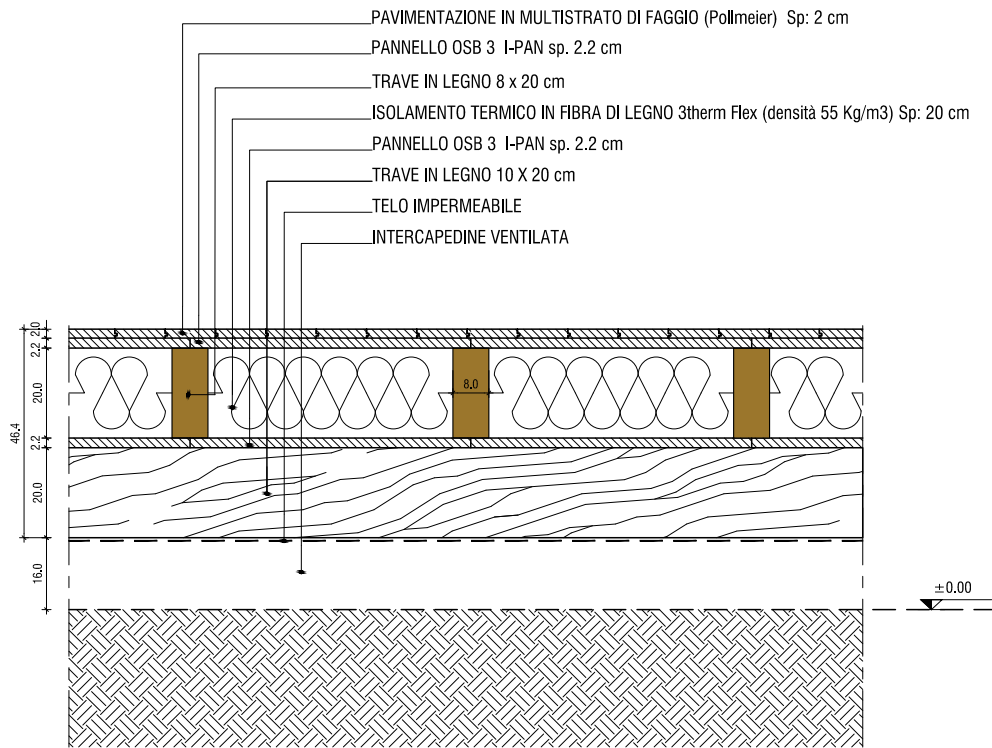
$$U=0.15 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f=15.03 \text{ h}$$

Fig. 3.35. Pacchetto verticale P04



$$U=0.15 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f=14.7 \text{ h}$$

Fig. 3.36. Pacchetto murario P05



$$U = 0.14 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f = 10.4 \text{ h}$$

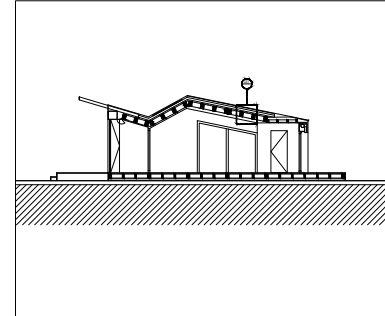
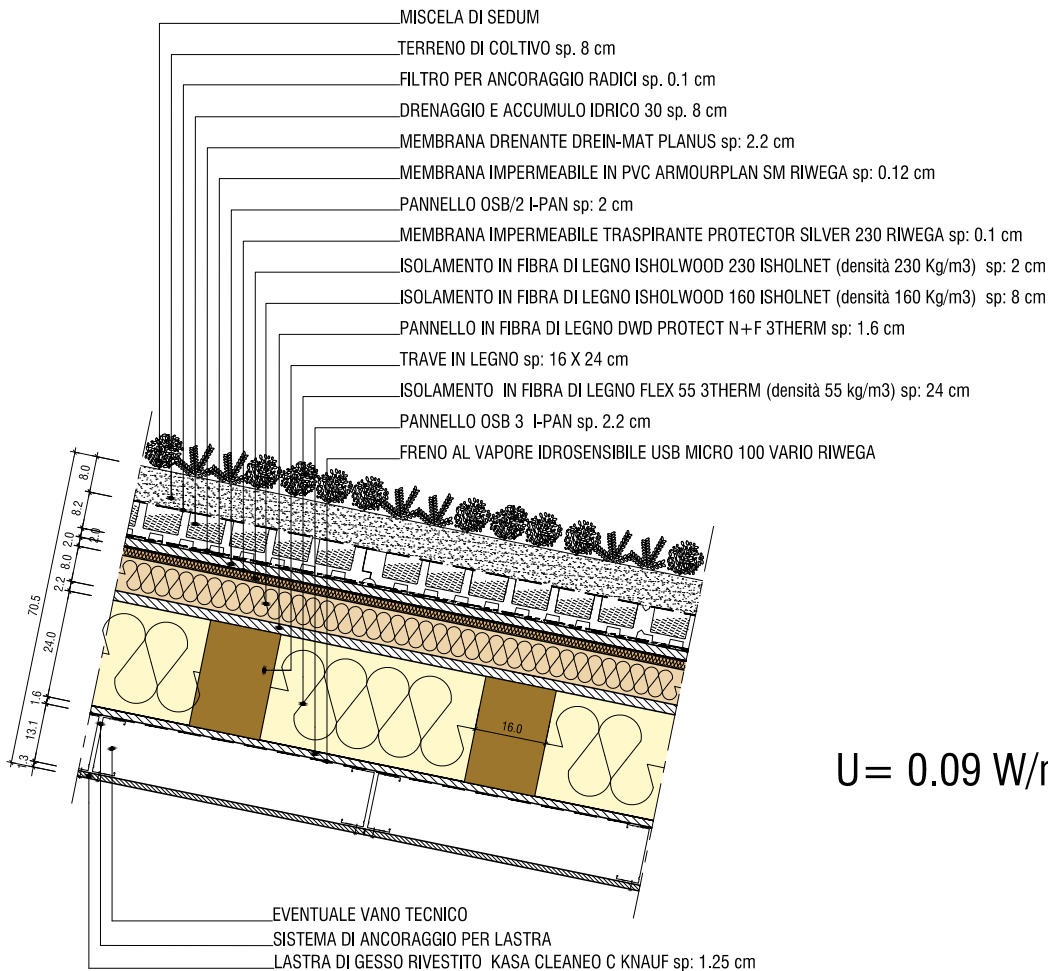
Fig. 3.37. Pacchetto orizzontale S01

### 3.5.2. Chiusure orizzontali

La tipologia di solaio è una: un telaio ligneo isolato con fibra di legno a bassa densità, come nelle pareti, chiuso però in questo caso su entrambi i lati da due pannelli OSB. Sopra al pacchetto strutturale viene successivamente posato il pavimento in multistrato di faggio, mentre al di sotto il solaio è areato, per evitare la risalita di umidità. Le coperture sono invece principalmente di tre tipologie, avendo tre falde diverse: da Nord verso Sud troviamo una falda verde, una con pannelli fotovoltaici e una con un pannello sandwich, che sponendo nel lato sud ha la funzione di intercettare la radiazione solare in fase estiva evitandone l'ingresso nell'ambiente della serra bioclimatica.

#### **S01**

L'unica tipologia di solaio prevede travetti con interasse distanziato 62,5cm, per seguire il modulo dei pannelli OSB. L'intero sandwich strutturale poggia su delle travi continue in legno di larice di sezione 20cm x 30cm, a loro volta appoggiate sulla struttura di fondazione a plinti precedentemente descritta. Tra la fondazione e la trave in larice, per evitare il degrado di quest'ultima, è posta una membrana impermeabile. A differenza dei pacchetti di parete e di copertura si è rinunciato alla barriera al vapore, dati gli alti valori di resistenza al vapore dei pannelli OSB. Il pavimento, composto da elementi di 220cm x 11,2cm x 2cm, è maschiato e inchiodato.



$$U = 0.09 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f = 27.8 \text{ h}$$

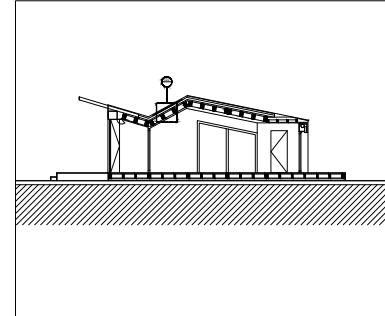
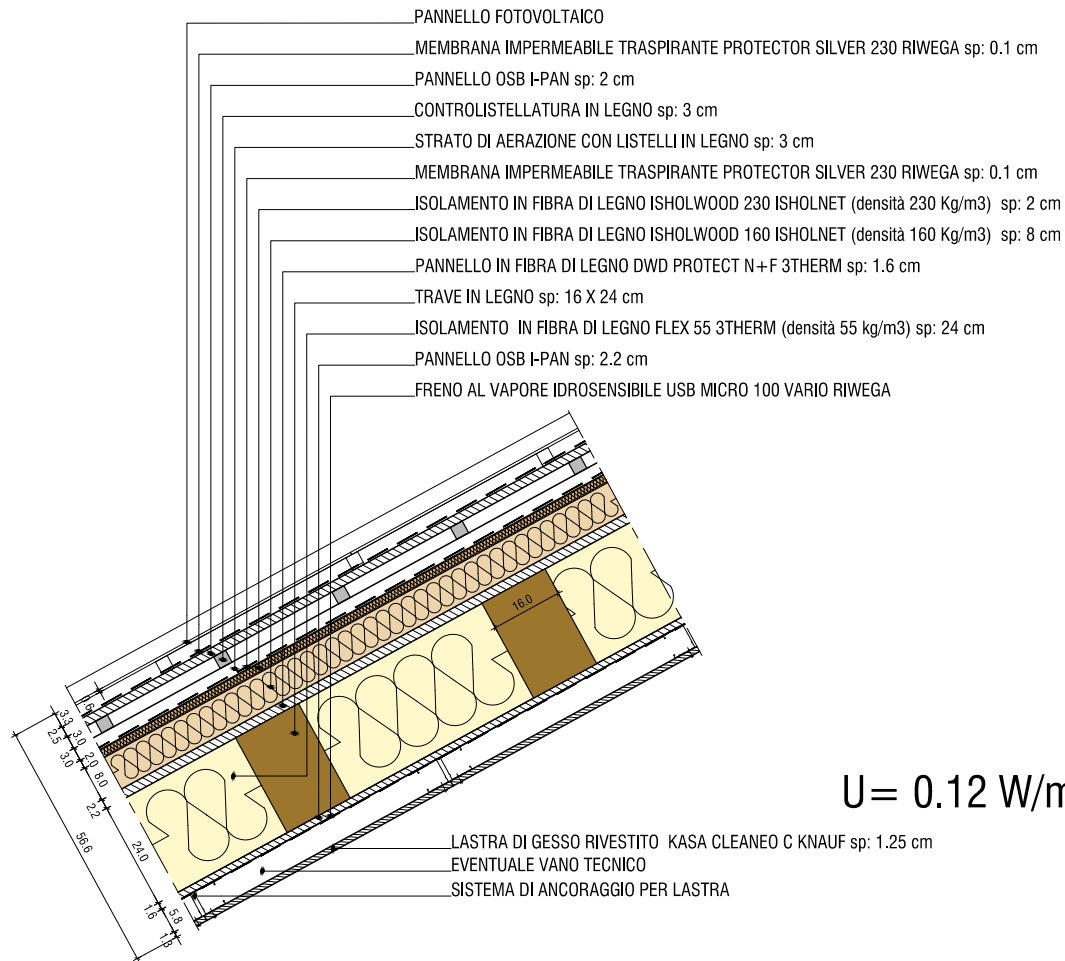
Fig. 3.38. Pacchetto orizzontale C01

**C01**

La falda è in esame è coperta a verde. Il pannello portante è composto da travi di sezione 16cm x 24cm. Per facilità di prefabbricazione e di lavorazione in cantiere, lo strato di OSB è posto all'esterno, mentre il pannello in fibra di legno ad alta densità all'interno. Il tampimento con fibra di legno a bassa densità e la successiva chiusura del pacchetto con il pannello DWD avverrà infatti in Piazzale della Pace, dove il telaio arriverà con i pannelli OSB già collegati. All'interno verrà applicata la barriera al vapore e un controsoffitto che lascia un vano tecnico di circa 10cm per impianti elettrici e di ventilazione. Al di sopra, per eliminare i ponti termici, vengono applicati due strati di isolamento a differenti densità (così evitare anche la deformazione puntuale per schiacciamento). Sopra all'isolamento, sempre in fibra di legno, viene applicato il pacchetto per il tetto verde. Questo comprende, in ordine, dall'interno verso l'esterno:

- Una membrana impermeabilizzante in PVC;
- Un successivo telo drenante e di protezione meccanica;
- Lo strato di accumulo idrico e drenaggio dell'eccesso;
- Uno strato filtrante per ancoraggio delle radici;
- Il terreno di coltivo con miscela di sedum.

Il funzionamento bioclimatico del tetto verde si divide in due fasi in base alla stagione a cui si fa riferimento: in inverno permette una minore dispersione del calore per trasmissione poiché il terreno presente ha la funzione di coibentare gli strati inferiori evitando di disperdere



$$U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f = 20 \text{ h}$$

Fig. 3.39. Pacchetto orizzontale C02



il calore dall'ambiente interno all'esterno; in estate il terreno e le piante presenti in copertura permettono di riflettere o assorbire (senza trasmettere) l'irraggiamento solare "proteggendo" l'ambiente interno dal surriscaldamento che altrimenti ne conseguirebbe.

L'aggiunta di un tetto verde, inoltre, fa aumentare lo sfasamento del pacchetto di copertura facendo impiegare più tempo al flusso termico per attraversare la stratigrafia preservando la temperatura interna degli ambienti. Inoltre può svolgere anche l'importante funzione di regolare il deflusso delle acque piovane per non far intasare i canali di scolo e le tubature.

## **C02**

La copertura a pannelli fotovoltaici presenta le stesse sezioni delle travi portanti e lo stesso pacchetto isolante. Il vano tecnico nel controsoffitto viene ridotto di spessore poiché deve ospitare solo impianti elettrici. I pannelli fotovoltaici sono circondati da una griglia metallica, a filo esterno con i pannelli, e il pacchetto appoggia su due orditure di listelli per areare la falda. L'areazione della falda, nel caso di copertura fotovoltaica, è molto utile per allontanare il calore assorbito per irraggiamento, amplificato dall'albedo dei pannelli. La superficie di scorrimento delle acque è data dalla membrana impermeabile posta sullo strato isolante.

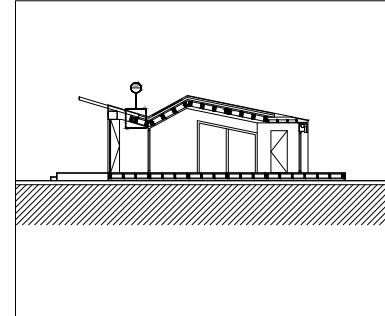
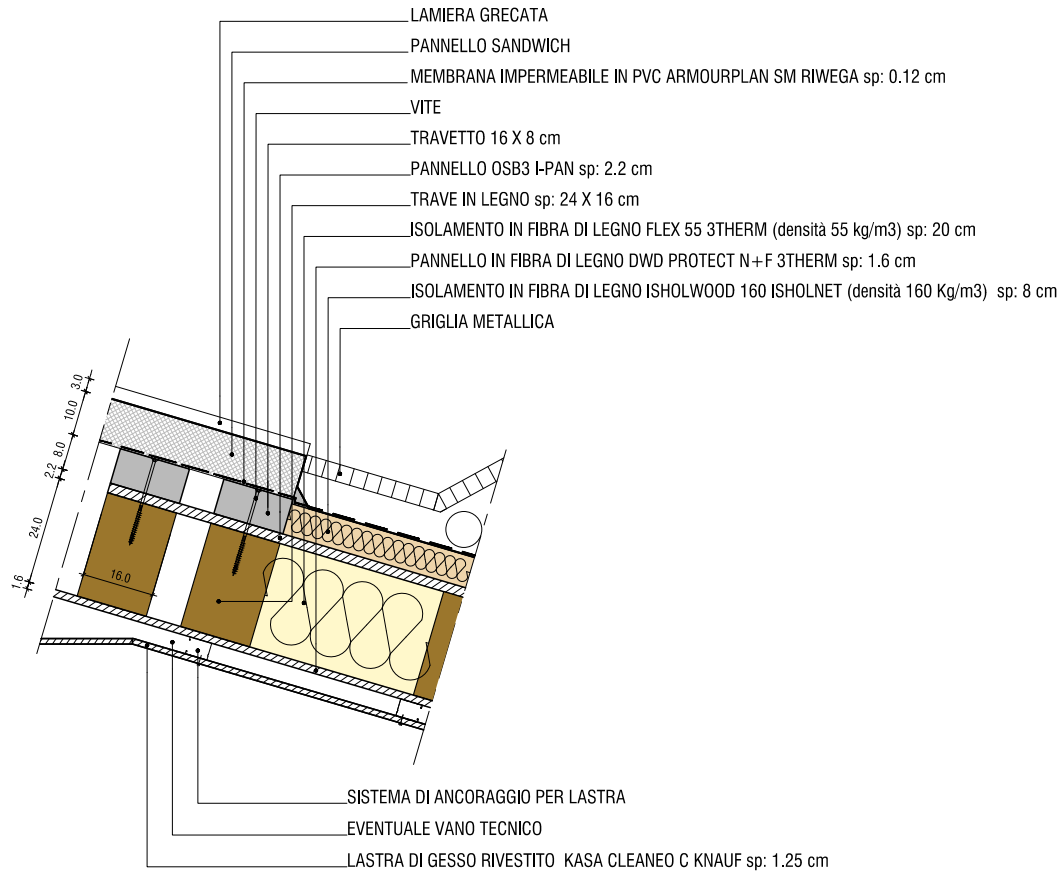
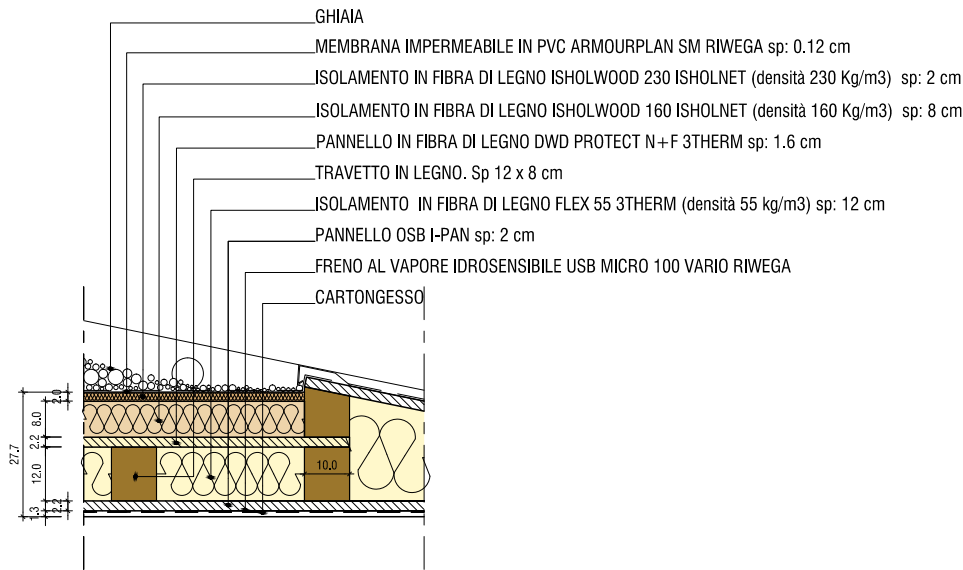
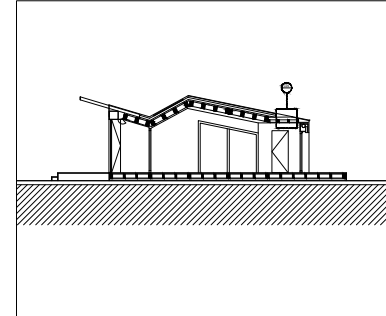


Fig. 3.40. Pacchetto orizzontale C03

**C03**

Nella copertura della serra la struttura del telaio è stata modificata per inserire un lungo e spazioso avvolgibile, in grado di chiudere completamente il vano. Nella parte adiacente alla serra l'isolamento continua per evitare dispersioni di calore dalla sala principale verso l'alto. In questo punto troviamo due travi di copertura ravvicinate sulle quali è fissato il pannello sandwich in poliuretano rivestito di lamiera che sporge dal tetto e, come una visiera, protegge la serra dalla radiazione estiva, lasciando entrare quella invernale. Il vano tecnico nel controsoffitto, alloggiamento per l'impianto elettrico, diventa in questa falda un vano di ispezione per l'avvolgibile in facciata Sud.

Nell'immagine a fianco non sono indicati i valori trasmittanza e sfasamento, in quanto copertura non facente parte dell'involucro edilizio.



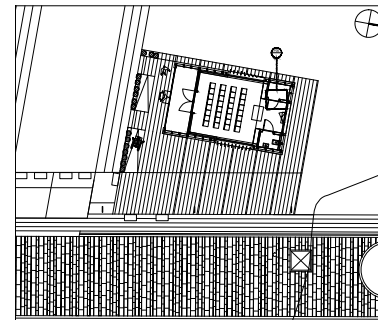
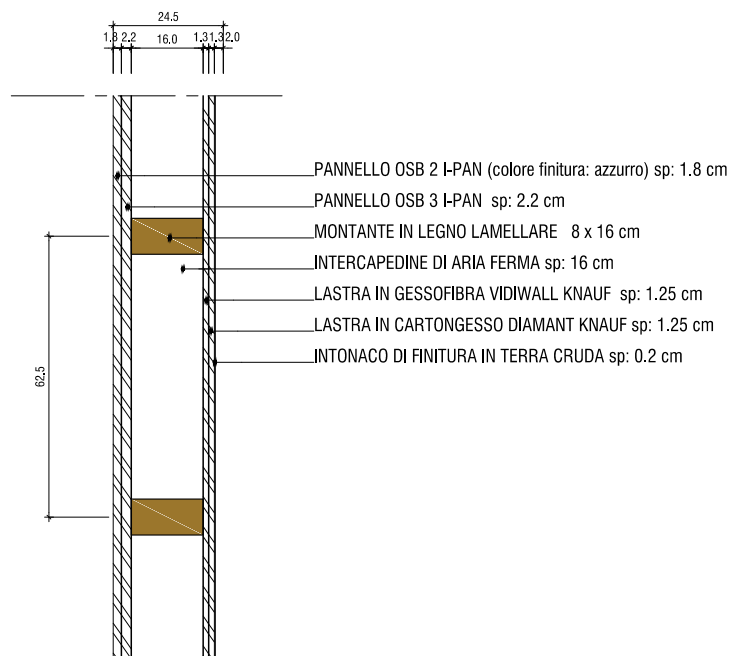
$$U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K} - S_f = 15.6 \text{ h}$$

Fig. 3.41. Pacchetto orizzontale C04

**C04**

Nella porzione Nord del padiglione, in corrispondenza di bagno e ripostiglio, il filo interno della copertura diventa orizzontale, mentre il filo esterno del prospetto non subisce cambiamenti. Strutturalmente, la falda inclinata si interrompe e si trova un nuovo pacchetto a telaio orizzontale con sezioni di legno lamellare molto più ridotte (10cm x 12cm), appoggiato sulle pareti laterali e sulle pareti interne. Il pacchetto rimane isolato sia nello spessore del telaio, con fibra di legno a bassa densità sia superiormente con i due isolanti a diverse densità affiancati. Ancora superiormente la copertura regge un sottile di strato di ghiaia, che drena l'acqua piovana e la lascia scorrere con una leggera pendenza verso il canale di gronda, che sfocia sulla facciata Ovest.

Internamente il controsoffitto non è più necessario, in quanto gli impianti passano attraverso le pareti.ta falda un vano di ispezione per l'avvolgibile in facciata Sud.



$$U = 1.08 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fig. 3.42. Pacchetto verticale P06

### 3.5.3. Partizioni interne

#### **P06**

Si tratta del pacchetto delle pareti interne del modulo, che non hanno bisogno di essere isolate. La parte confinante con il ripostiglio o con il bagno è rivestita con il pannello di OSB sottile e colorato, mentre il confine con la sala principale è un cartongesso ignifugo rivestito con un intonaco di finitura in terra cruda.

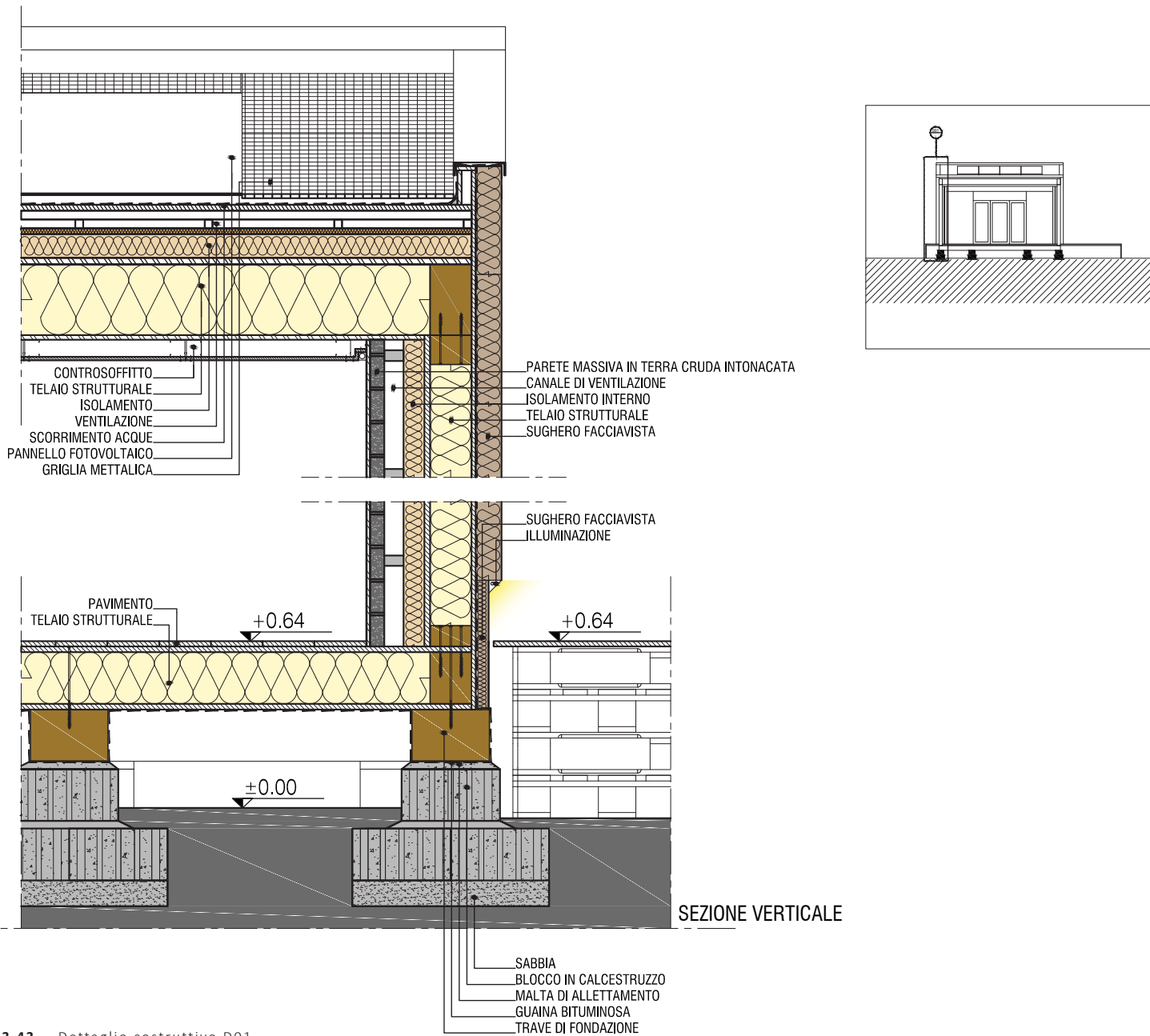


Fig. 3.43. Dettaglio costruttivo D01



## 3.6. Dettagli costruttivi

Sono stati effettuati diversi disegni per analizzare i nodi costruttivi.

### **D01**

La sezione, effettuata sulla parete P01, evidenzia la presenza di mattoni in terra cruda nella controparete e l'altezza dei canali di circolazione dell'aria, di circa 40cm. Si evince come la parete sia appoggiata sul solaio e fissata con viti verticali da 200mm di lunghezza<sup>16</sup>. Altre viti, più lunghe, da 400mm, fissano la parete direttamente alla trave di fondazione, in asse con il pannello di parete. La guaina impermeabile in fondazione avvolge le travi e si inserisce sotto il pannello di sughero in facciata per una lunghezza di circa mezzo metro (altezza di un pannello). Per questa lunghezza si utilizza un pannello di sughero di 5cm di spessore invece di 10cm per allontanare il filo del cappotto dal piano di calpestio esterno. La protezione di questo materiale è necessaria in quanto evidentemente non resistente agli agenti esterni atmosferici e antropici come un materiale lapideo. La pavimentazione esterna è separata dalla struttura del padiglione di qualche centimetro, per permettere all'acqua di colare a terra senza rovinare il sughero. Il pannello strutturale di copertura si appoggia sulla parete come questa si appoggia sul solaio. Il fissaggio avviene sempre tramite viti da 200mm di lunghezza. Tutti gli isolanti

---

<sup>16</sup> Viti HBS da catalogo Rothoblaas [https://issuu.com/rothoblaas/docs/catalogo-viti-it-2014?e=18207635/14231895\\_blank](https://issuu.com/rothoblaas/docs/catalogo-viti-it-2014?e=18207635/14231895_blank)

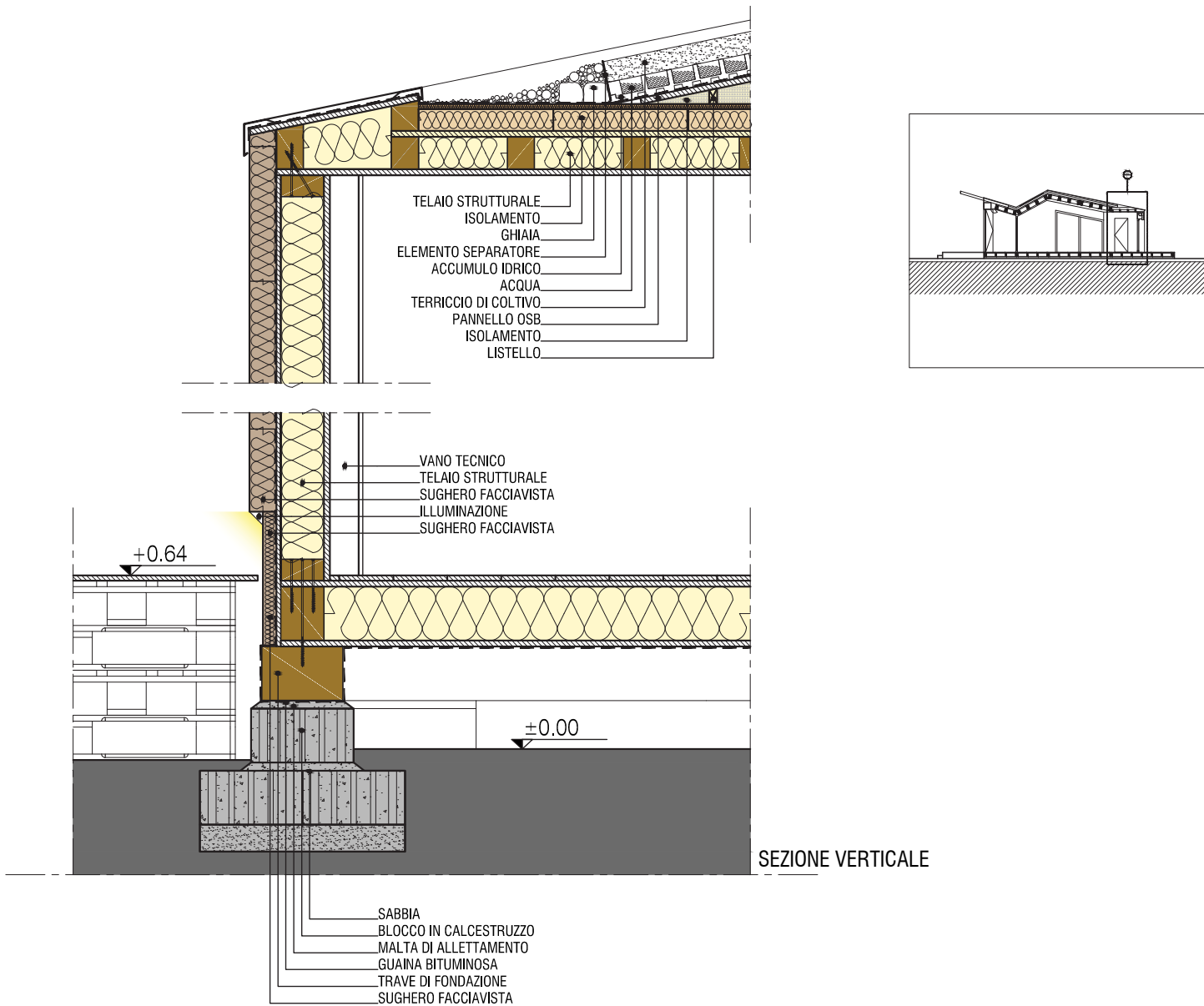


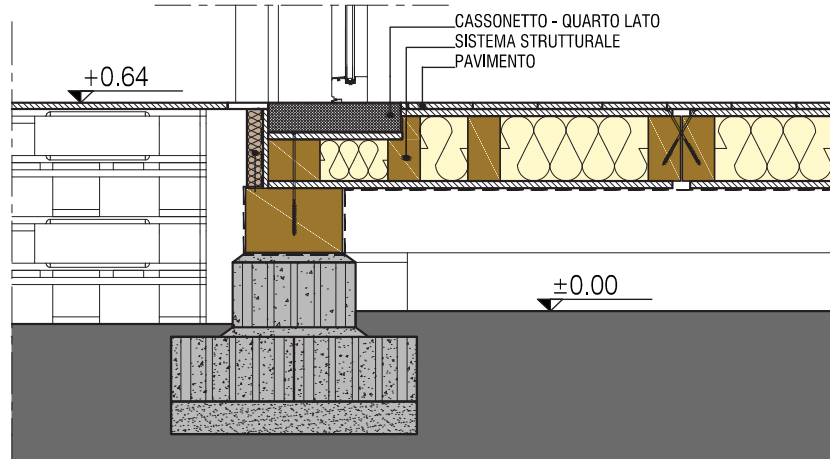
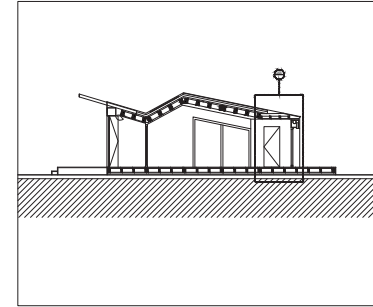
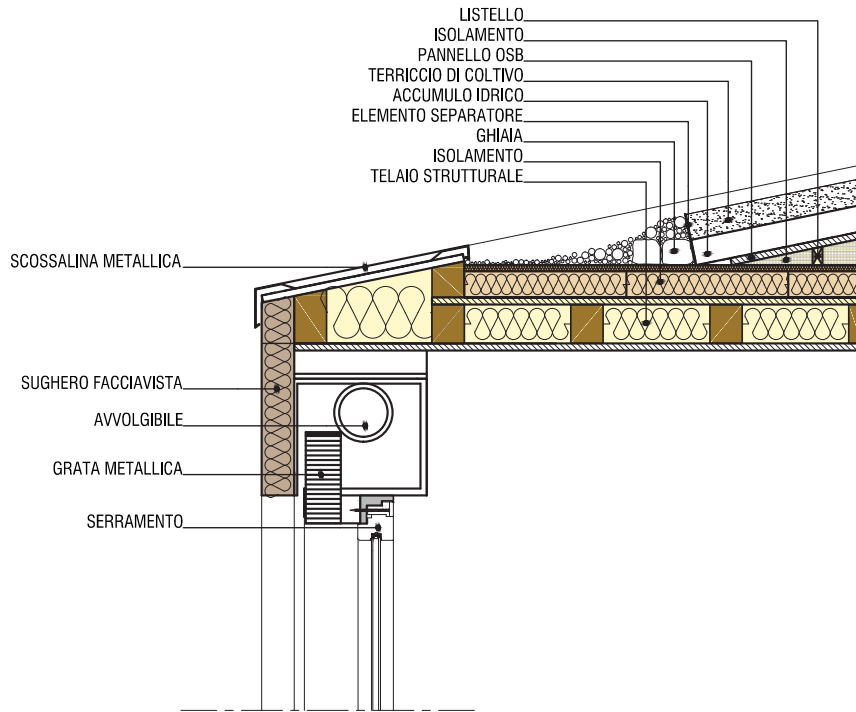
Fig. 3.44. Dettaglio costruttivo D02

sono fissati a secco. I listelli per la ventilazione, di sezione 3cm x 3cm hanno interasse di 50cm. La membrana impermeabilizzante in copertura è posata con l'aiuto di cunei triangolari per evitare rotture da piegamento.

## **D02**

La sezione è effettuata nella parete esterna del bagno sulla facciata Nord. Si evidenzia il medesimo attacco a terra del dettaglio precedente, con corpo illuminante in corrispondenza del cambio di spessore del cappotto in sughero facciavista. Il pannello strutturale di copertura si appoggia sulla parete ma la posizione delle viti è diversa, essendo questa una soluzione d'angolo.

L'attacco della copertura verde inclinata alla porzione di copertura piana è stata risolta inserendo degli elementi lapidei (rocce di fiume) di sostanziali dimensioni inseriti in una ghiaia più fine, per lasciare scorrere l'acqua nella porzione piana di copertura fino nel canale di gronda, sulla facciata Ovest.



SEZIONE VERTICALE

**D03**

La sezione è nuovamente effettuata nella porzione Nord del Modulo, ma in corrispondenza dell'apertura a Nord (porzione centrale). Il disegno mette in evidenza l'attacco di un cassettone con avvolgibile e griglia metallica di sicurezza integrata. In questa porzione del modulo la struttura del solaio si modifica per lasciare spazio al quarto lato del cassonetto.

Si pone evidenza nel collegamento tra diversi pannelli di solaio tramite avvitatura a 45° con viti da 200mm.

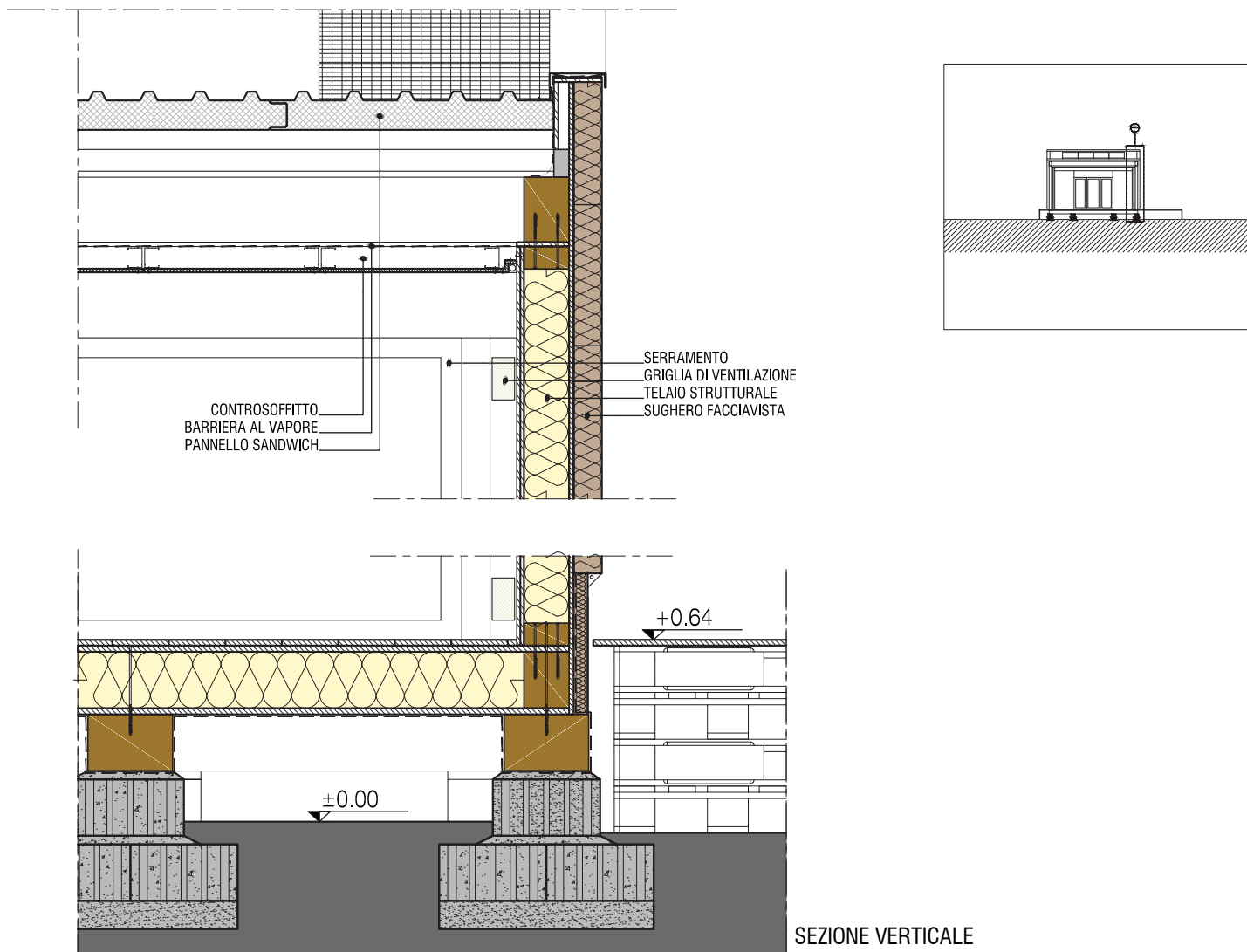
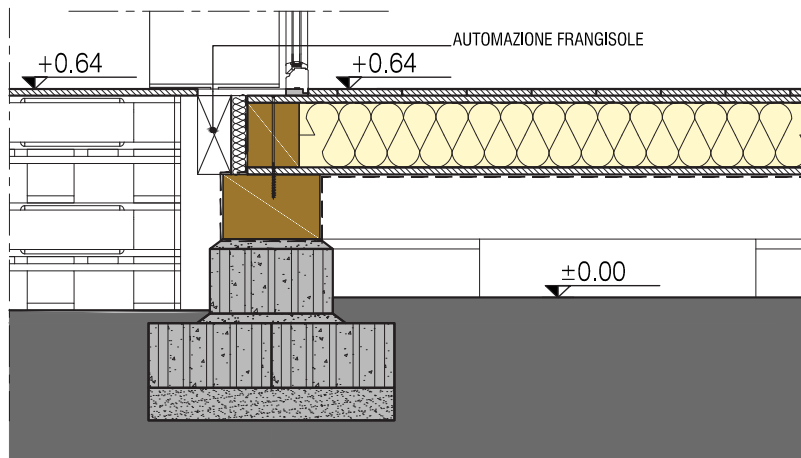
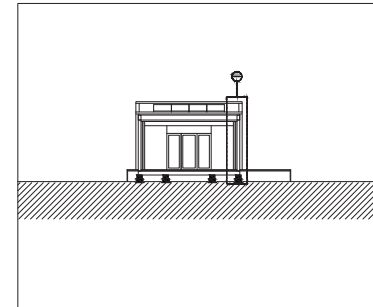
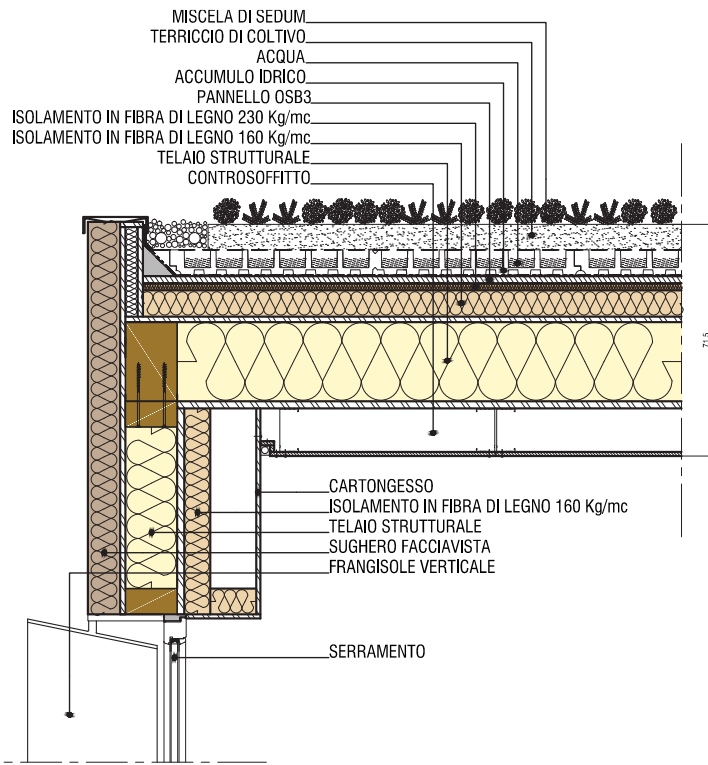


Fig. 3.46. Dettaglio costruttivo D04

**D04**

La sezione è effettuata nella serra bioclimatica. In copertura non si trova isolamento, in quanto la sezione è effettuata nel vano di ispezione del cassonetto nella parete Sud. La superficie di scorrimento delle acque è data dal pannello sandwich.

Si possono notare le griglie di ventilazione della parete sperimentale P01 in corrispondenza del confine tra serra e sala principale.



SEZIONE VERTICALE

Fig. 3.47. Dettaglio costruttivo D05



**D05**

La sezione è effettuata nella parete longitudinale Est, in corrispondenza dell'apertura finestrata. Il serramento è posto a filo interno della struttura, per così da lasciare spazio sufficiente all'esterno per posizionare un frangisole di 40cm di larghezza ruotabile sul suo asse verticale centrale. Il sistema di frangisole verticali è automatizzato e il sistema elettronico di movimentazione delle lastre è ubicato sotto alla soglia metallica dell'apertura, sulla quale sono inseriti i perni di rotazione. Sopra al serramento, in corrispondenza dell'architrave reticolare inclinata, il filo interno del muro indietreggia di 23,5cm per raggiungere il filo della parete P01, con una controparete in cartongesso.

SEZIONE VERTICALE

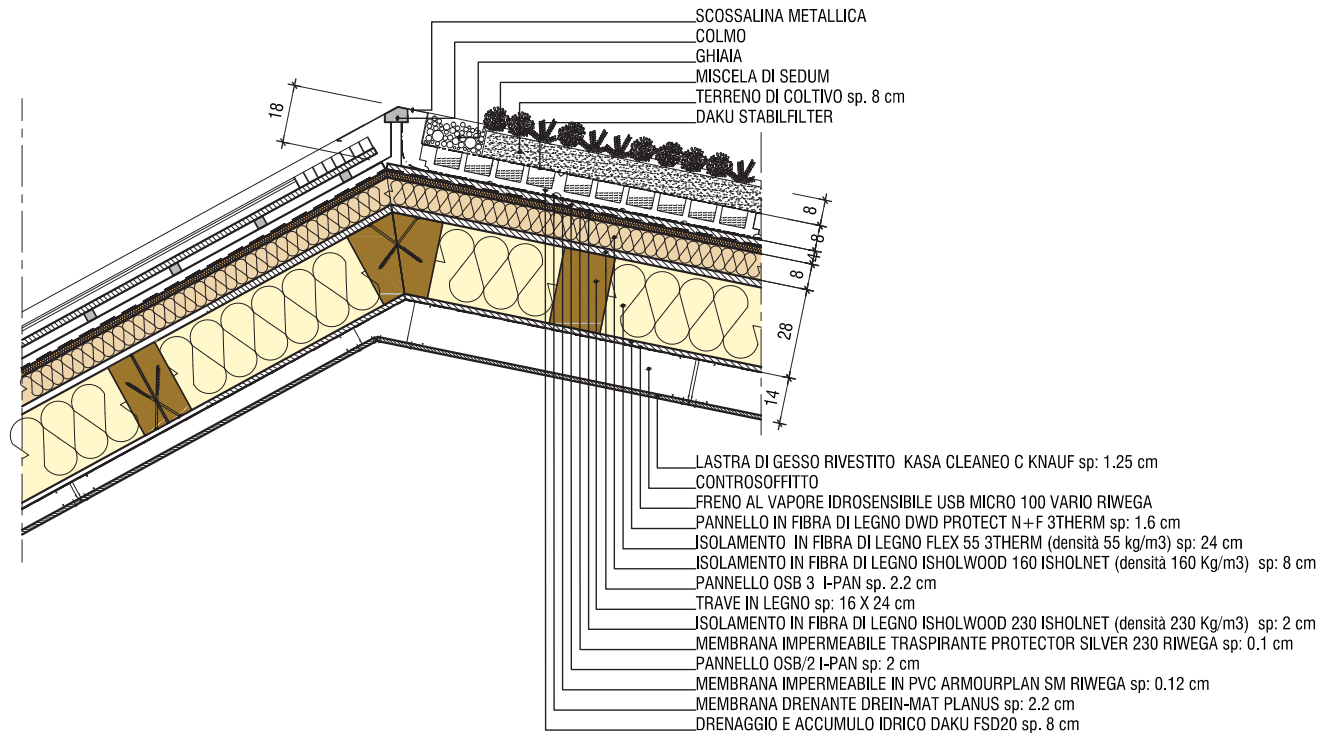
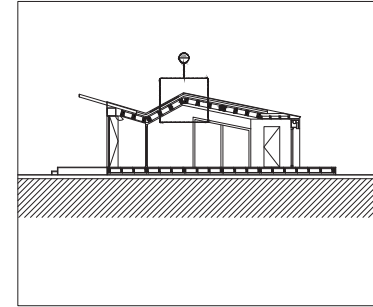


Fig. 3.48. Dettaglio costruttivo D06

**D06**

La sezione è effettuata nel colmo tra la copertura C01 e C02. Si evidenziano i due controsoffitti di larghezze differenti per ospitare impianti diversi: entrambe le coperture ospitano impianti elettrici ma solo la copertura C01 ospita impianti di ventilazione meccanica. Il como è formato da un listello sagomato retto da una struttura metallica. La lamiera sporge sia sul tetto verde che sul tetto a pannelli fotovoltaici. In questo modo l'aria che ventila la copertura C02 è libera di uscire dalla sommità senza che acqua piovana entri nel canale di ventilazione. Nella copertura C01 la maggior parte delle acqua piovane è assorbita dal terreno e depositata nelle vasche di accumulo. L'eccesso è drenato verso il pluviale.

SEZIONE VERTICALE

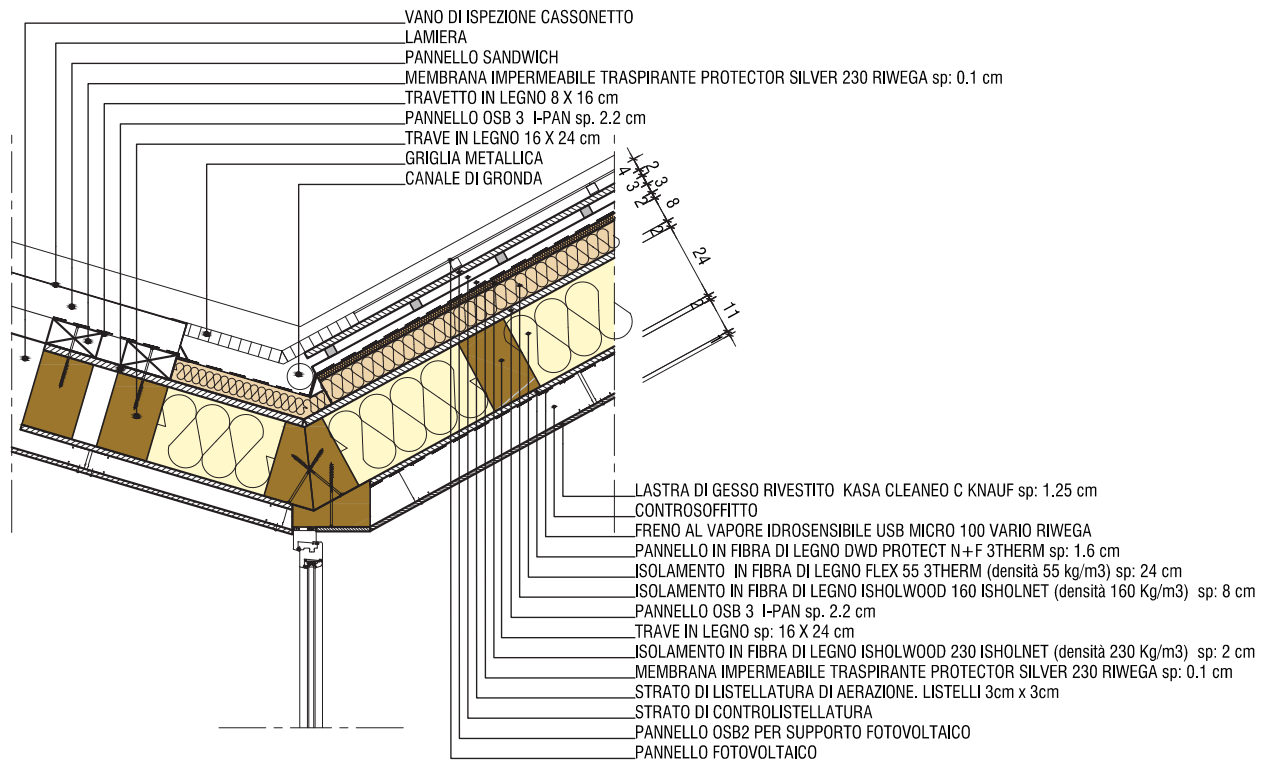
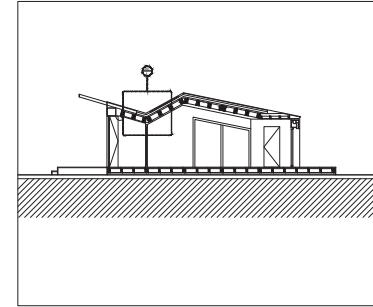
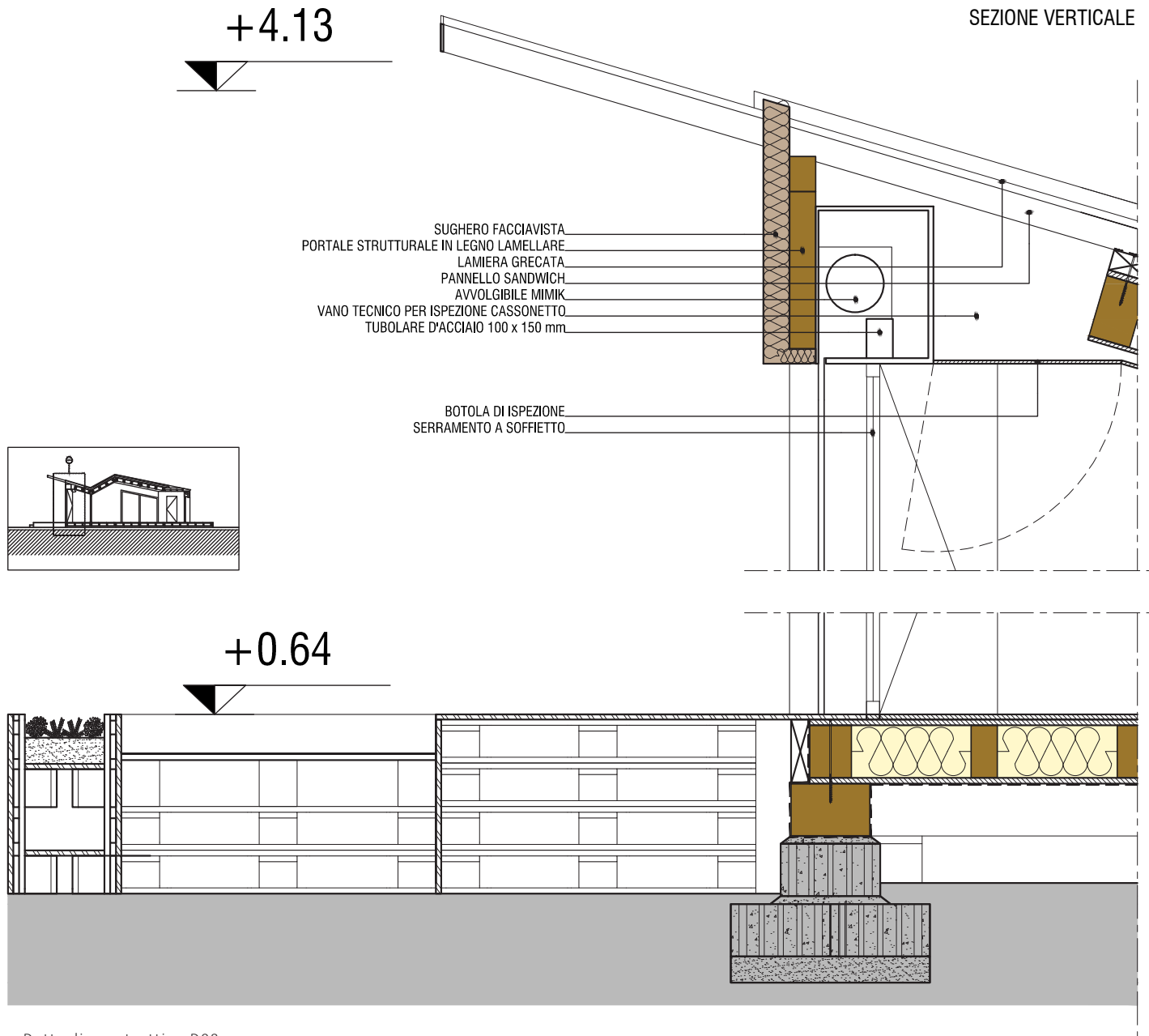


Fig. 3.49. Dettaglio costruttivo D07

**D07**

Il compluvio tra la copertura C02 e C03 presenta una guaina coperta da lamiera che convoglia l'acqua piovana nel canale di gronda, che a sua volta fuoriesce sulla facciata Ovest. Tutto il compluvio è nascosto da una griglia metallica fissata al pannello sandwich e allo strato che fa da supporto ai pannelli fotovoltaici. Questi ultimi risultano a filo con la griglia metallica.



**D08**

La sezione è effettuata sulla parete perimetrale a Sud, in corrispondenza dell'ingresso del padiglione nella serra. Si evidenzia il cassonetto autoportante a soli 3 lati che ospita un unico ambizioso avvolgibile lungo 5 metri. Annegato nel cassonetto si trova un profilo tubolare rettangolare di dimensioni 150mm x 100mm con spessore 5mm, al quale è completamente appesa la vetrata a soffietto. Le dimensioni del vano di ispezione del cassonetto sono circa 45cm x 60cm. Per aumentare la rigidità il cassonetto è fissato al portale strutturale in legno lamellare in facciata, sul quale è fissato il pannello sandwich. Il rivestimento rimane in sughero facciavista.

## 3.7. I materiali

Trovare i materiali per costruire quest'edificio è stata la cosa più ardua da portare a termine nel corso delle varie fasi del progetto. Questo perché non tutte le aziende hanno la possibilità di fornire del materiale a titolo gratuito solo per farsi pubblicità o perché credono nei buoni intenti di un progetto. A mano a mano che gli sponsor e i patrocinatori crescevano in numero, però, è stato più semplice trovare aziende che rispondessero positivamente alle nostre richieste.

La politica di scelta dei materiali è basata principalmente sui principi della bioedilizia. Per questo si è data precedenza ai materiali naturali e con il minor impatto ambientale possibile. Anche le aziende coinvolte sono aziende che si impegnano nella diffusione di pratiche rispettose dell'ambiente e che indirizzano la loro filiera secondo principi di sostenibilità e rispetto per la natura.

I materiali utilizzati, divisi in categorie, sono descritti nei seguenti paragrafi.

### 3.7.1. Legno e derivati

A questa categoria appartengono tutti quegli elementi utilizzati per la struttura, perciò travi e montanti di legno lamellare, l'osb utilizzato per tamponare e irrigidire la struttura e il pavimento costituito in microlamellare di faggio.

Il **legno lamellare** utilizzato per la struttura portante è del tipo



incollato. Questo tipo di legno è costituito da almeno tre tavole o lamelle essiccate e incollate tra loro con le fibre parallele. Prima di essere incollate, le lamelle vengono classificate secondo la resistenza in modo visivo o meccanico e piallate. La colla utilizzata deve soddisfare i requisiti della Norma UNI-EN-301 o della EN-15425 per i componenti di legno con funzioni portanti. Per la produzione di legno lamellare incollato si utilizzano prevalentemente abete rosso, abete bianco e larice. Possono essere fabbricate travi sia rettilinee sia curve. Si distingue fra legno lamellare incollato omogeneo (tutte le lamelle della sezione devono appartenere alla stessa classe di resistenza) e legno lamellare incollato combinato (le lamelle interne ed esterne della sezione possono appartenere a diverse classi di resistenza)<sup>17</sup>.

Le aziende che ci forniranno gratuitamente la cubatura necessaria per la costruzione sono Quartaroli, Golden Haus e Uni-Edil.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
Legno lamellare GL24	vario	0,11	2,50	400	70

L'**OSB** (Oriented Strand Board, pannello a scaglie orientate) è un materiale a base di legno costituito da diversi strati, a loro volta composti da trucioli di legno prevalentemente lunghi e stretti



Fig. 3.51. Esempio di trave in legno lamellare

<sup>17</sup> <http://www.dataholz.com/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=Brettschichtholz&language=it>



Fig. 3.53. Pannelli in OSB.

(strand) assemblati con un legante (colla). Gli strand degli strati esterni sono paralleli al lato longitudinale o trasversale del pannello. Un rapporto lunghezza/larghezza degli strand di 10:1 contribuisce a migliorare le proprietà di resistenza a flessione nella direzione dell'orientamento degli strati esterni. Gli strand dello strato interno possono essere orientati in maniera casuale oppure, di norma, in direzione perpendicolare agli strand degli strati esterni. Viene normalmente utilizzato nei cantieri perché ha un'elevata resistenza meccanica ed è particolarmente adatto per funzioni di sostegno, pavimentazioni, rivestimenti, copertura di tetti, recinzione di cantieri, pallets e imballaggi industriali. Le considerevoli proprietà dell'osb derivano dallo stesso procedimento di fabbricazione. Possiede un'alta resistenza meccanica comparabile a quella del compensato e di altri pannelli strutturali di classe equivalenti; una forte rigidità; nessuna deformazione, presenza di nodi e assenza di delaminazione; un eccellente rapporto peso/resistenza; ha una durata notevole; non è soggetto a diminuzione di prestazione per tutta la durata della vita del materiale se ovviamente utilizzato nelle condizioni d'uso raccomandate<sup>18</sup>.

Nel caso del Modulo Eco i tipi di osb utilizzati sono due: uno è l'OSB/3<sup>19</sup> da 2,2 cm di spessore, usato sia per tamponare la struttura di pareti, copertura e pavimento in modo da formare un sandwich al cui interno sarà alloggiato l'isolante, sia per irrigidire la struttura

<sup>18</sup> <http://www.dataholz.com/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=OSB&language=it>

<sup>19</sup> <http://www.i-panspa.com/i-prodotti/osb-2/tipologie-prestazioni/>

collegando tra di loro i vari elementi strutturali facendoli collaborare per contrastare le sollecitazioni. L'altro tipo è l'OSB/2<sup>20</sup> da 1,8 cm di spessore che presenta uno dei due lati rivestito da una vernice lavabile che svolge la funzione di rifinitura e può essere lasciato a vista senza la necessità di applicargli dell'intonaco o altri materiali di rifinitura. Per tale motivo è stato utilizzato come rifinitura delle pareti nei servizi igienici e nel locale tecnico. Il trattamento avviene per ogni lato decorato con applicazione di almeno quattro strati di resine acriliche UV, intervallati da tre cicli di levigatura.

La produzione è a basso impatto ambientale, le resine infatti sono applicate per contatto, quindi il processo si realizza con una dispersione in ambiente trascurabile e con dosaggi di materia controllati.

Il pannello si adatta bene ad ogni tipo di utilizzo, dalla parete, al pavimento, al sottotetto a vista.

I due tipi di osb sono stati forniti dall'azienda I-PAN.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
OSB/2	1,8	0,13	1,7	650	30
OSB/3	2,2	0,10	1,7	530	100

Il **multistrato di faggio** è un pannello in legno con gli strati di impiallacciatura spessi 3,7 mm e incollati a pressione con resina fenolica resistente all'acqua. In base al tipo di applicazione richiesta



**Fig. 3.54.** Differenti soluzioni per il multistrato di faggio



Fig. 3.55. Pavimento Baubuche della Pollmeier.

i vari strati sono incollati a croce o parallelamente alla fibra. Poiché il faggio è un legno molto più robusto e resistente dell'abete, a parità di carico, si possono utilizzare nella realizzazione di strutture spessori inferiori di travi e montanti e un quantitativo minore di materiale di giunzione. Inoltre è uno dei legnami di latifoglie più reperibile al mondo, perciò una sua attenta cura e gestione ecosostenibile ne garantiscono un'elevata possibilità di utilizzo e lavorazione.

Poiché si riesce ad ottenere un'ottima qualità delle superfici dopo la lavorazione, permette di impiegare il materiale per realizzare qualsiasi tipo di elemento reso faccia a vista, come strutture anche molto ardite e snelle con sezioni ridotte, pareti divisorie e portanti, complementi di arredo, rivestimenti, il tutto ad un prezzo non superiore a quello dei tradizionali prodotti derivati dalla lavorazione del legno di conifere.

Questo materiale viene utilizzato nel padiglione come pavimentazione in tutti gli ambienti interni ed è fornito dall'azienda tedesca Pollmeier, il nome del prodotto è Baubuche<sup>21</sup>.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
Baubuche	2	0,042	1,90	150	20

21 <https://www.pollmeier.com/it/Il-mondo-dei-prodotti/Pavimento-BauBuche/sul-Pavimento-BauBuche.html>

### 3.7.2. Isolanti

A questa categoria appartengono quei materiali utilizzati per isolare termicamente e acusticamente l'edificio.

Il **sughero** per l'edilizia deriva dalla scorza della quercia da sughero che cresce sensibilmente fino a raggiungere dimensioni di parecchi centimetri. La corteccia di questa pianta mediterranea si presenta come un tessuto spugnoso, morbido e resinoso costituito da alveoli disposti perpendicolarmente al fusto; la corteccia, una volta asportata, si riproduce nell'arco di una decina d'anni e questa pratica non impartisce danni alla pianta che potrà continuare a vivere senza problemi. La corteccia asportata viene poi mondata creando un granulato idoneo ad essere usato come coibente in intercapedini, pavimenti e coperture oppure nei massetti sottopavimento, legato con calce e vetrificanti minerali.

Questo materiale possiede importanti proprietà quali leggerezza, impermeabilità ai liquidi, ottima coibenza ed elasticità. Non teme l'acqua e può resistere per anni all'immersione senza perdere le sue caratteristiche di isolamento e galleggiamento. Inoltre è permeabile al passaggio del vapore, pur opponendosi alla trasmissione del calore perché ha un buon potere termoisolante, quasi confrontabile con i prodotti sintetici garantendo una riduzione della trasmissione termica fino al 60%. Inoltre è anche uno degli isolanti acustici migliori in natura con abbattimento acustico che va dal 20 al 50%<sup>22</sup>.



Fig. 3.56. Pannelli Corkpan in sughero facciavista.

22 Sasso U., *Isolanti si isolanti no*, Alinea editrice, Firenze, 2003, pp. 192-203.

Nel Modulo Eco il sughero sarà posizionato come pelle esterna svolgendo la duplice funzione di cappotto e di rifinitura facciavista. L'azienda che fornirà il materiale è Tecnosugheri e il nome del prodotto è Corkpan<sup>23</sup>.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
Corkpan	10	0,042	1,9	150	20

La **fibra di legno** è un materiale che viene prodotto partendo da scarti di lavorazione del legno che vengono sminuzzati e pressati, il collante è la lignina, naturalmente presente nel legno. Dopo la frantumazione in dimensioni più o meno costanti, tramite processi termomeccanici, si raffinano le fibre immergendole in bagni ricchi d'additivi tra i quali l'allume (che fa sprigionare le resine naturali contenute nel legno). Successivamente il composto viene pressato e tramite intreccio e infeltrimento assume la consistenza finale del pannello. Dopo l'essiccazione, che porterà l'umidità al 2%, i pannelli vengono tagliati su misura e stoccati. In cantiere, il fissaggio di tali pannelli avviene tramite viti o chiodi.

La fibra di legno è permeabile al vapore acqueo, con un effetto termoisolante buono e un'ottima capacità di accumulo del calore. Anche le prestazioni fonoisolanti sono apprezzabili<sup>24</sup>.

Nel padiglione questo materiale oltre a svolgere la funzione di strato



Fig. 3.57. Pannelli in fibra di legno isolanti a bassa densità.

<sup>23</sup> <http://www.tecnosugheri.it/corkpan/>

<sup>24</sup> Sasso U., *Isolanti sì isolanti no*, Alinea editrice, Firenze, 2003, pp. 292-297.

isolante come intercapedine nei pacchetti murari, di copertura e nel pavimento, andrà a formare con l'osb il sandwich delle porzioni della struttura. Questo sandwich sarà formato perciò da tre strati: uno strato di OSB, la struttura a telaio in legno lamellare tamponata in fibra di legno a bassa densità ( $55 \text{ kg/m}^3$ ) e un pannello di fibra di leg.no ad alto peso specifico. Nelle pareti lo strato di OSB sarà interno mentre in copertura sarà esterno, per facilità di montaggio e trasporto. Il pacchetto di solaio invece è "tappato" da due strati di OSB.

La fibra verrà fornita da due aziende differenti, la 3Therm e la Isholnet, in quattro soluzioni differenti in base alla densità del materiale. La 3Therm fornirà il DWD protect N+F<sup>25</sup> (pannelli maschiati ad alta densità utilizzati, insieme all'OSB, per chiudere i telai strutturali. Mentre nella parte interna della parete è necessaria la controventatura con pannello OSB, il quale costituisce a tutti gli effetti una sorta di "freno al vapore", DWD N+F posato nella parte esterna permette la totale traspirabilità della parete, grazie al valore di permeabilità al vapore  $\mu=11$ ) e il Flex 55<sup>26</sup> (utilizzato come riempimento all'interno del sandwich); la Isholnet invece darà due prodotti: l'Isholwood 160<sup>27</sup> e l'Isholwood 230<sup>28</sup> che si differenziano per la loro densità e saranno utilizzati in parete e nelle coperture.



**Fig. 3.58.** Pannelli in fibra di legno ad alta densità.

25 <http://www.3therm.it/Prodotti/3therm-INSULATION/Isolanti-termici-in-fibra-di-legno/DWD-Protect-N-F.aspx>

26 <http://www.3therm.it/Prodotti/3therm-INSULATION/Isolanti-termici-in-fibra-di-legno/FLEX-55.aspx>

27 <http://www.isholnet.it/prodotti/isholwood-160/>

28 <http://www.isholnet.it/prodotti/isholwood-230/>

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
DWD protect	1,6	0,09	2,1	565	11
Flex 55	16	0,038	2,1	55	5
Isholwood 160	8	0,039	2,1	160	5
Isholwood 230	2	0,050	2,1	230	5

### 3.7.3. Cartongessi

È un materiale edilizio costituito da gesso di cava racchiuso tra due fogli di cartone che svolgono la funzione di armatura. Al gesso si possono aggiungere degli additivi per attribuire al pannello proprietà tecniche particolari (maggiore resistenza al fuoco, all'umidità, ai rumori ecc.). È largamente utilizzato in edilizia soprattutto per le costruzioni a secco o leggere perché è facile da lavorare, tagliare, montare e rifinire.

Una volta estratto il gesso minerale dai depositi naturali, presenti un po' ovunque anche in Italia, viene depositato in opportune aree di stoccaggio in prossimità degli impianti di trattamento, dove viene frantumato, macinato e poi vagliato. In seguito viene disidratato in forni, dove il materiale viene portato a cottura per temperature intorno ai 160 °C. Vengono poi eseguiti ulteriori trattamenti che servono a selezionare le caratteristiche del prodotto in funzione dei suoi impieghi.



Tra le caratteristiche principali c'è un'elevata resistenza alla flessione e buone capacità di resistenza alle sollecitazioni. Poi in base agli additivi aggiunti al gesso si possono migliorare alcune caratteristiche come la capacità di assorbimento dell'acqua, l'isolamento acustico e la resistenza al fuoco.

All'interno del progetto i cartongessi saranno utilizzati come rivestimento delle pareti interne e come controsoffitto al fine di nascondere l'impianto elettrico che si diramerà in tutti gli ambienti. Su questi strati poi andrà applicata la rifinitura interna. L'azienda che fornirà i vari tipi di cartongesso è Knauff, che ha messo a disposizione quattro differenti tipi di pannelli: il Kasa<sup>29</sup> che è una lastra in gesso rivestito con un cartone extra-bianco e tecnologia Cleano® che permette l'assorbimento di odori e delle particelle inquinanti presenti nell'ambiente. Questa lastra è stata utilizzata come rifinitura interna di tutte le coperture. Il GKB(A)<sup>30</sup> che è una lastra in gesso rivestito costituita da un nucleo in gesso con superfici e bordi longitudinali rivestiti con uno speciale cartone altamente aderente che rende la lastra utilizzabile per le finiture d'interni. Nel progetto è stata utilizzata, al di fuori delle coperture e delle pareti sperimentali, come rivestimento ultimo da rifinire ad intonaco di tutte le pareti. Il Diamant<sup>31</sup> che è una lastra "antincendio" in gesso rivestito ad alta densità ed ulteriormente armato con fibre minerali



Fig. 3.59. Pannelli in cartongesso.

29 [http://www.knauf.it/prodotto\\_lastraKasa.aspx](http://www.knauf.it/prodotto_lastraKasa.aspx)

30 <http://www.knauf.it/prodotti.aspx?idgrp=11010&c=58212>

31 <http://www.knauf.it/prodotti.aspx?idgrp=11040&c=515940>

all'interno per migliorare la tenuta strutturale sotto l'azione del fuoco. È sottoposta poi ulteriormente ad uno speciale procedimento che va a limitare l'assorbimento di umidità. Questa lastra è stata utilizzata per proteggere la struttura nelle pareti della serra e quelle del vano tecnico da eventuali incendi. Il Vidiwall<sup>32</sup> che è un pannello in gessofibra formato perciò da gesso e fibra di cellulosa. Questo mix permette alla lastra di avere ottime proprietà di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e in particolare ai carichi elevati.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
Kasa	1,25	0,21	0,837	870	10
GKB (A)	1,25	0,20	0,837	760	10
Diamant	1,25	0,25	0,837	1000	10
Vidiwall	1,125	0,29	0,837	1050	18

### 3.7.4. Guaine e membrane

Hanno lo scopo di impermeabilizzare nel contesto nel quale sono inserite. Possono contrastare la penetrazione di umidità, acqua e aria al fine di evitare danni alle strutture e creare problemi alla salubrità degli ambienti.

Le guaine impermeabili maggiormente impiegate da un punto di vista della bioedilizia sono le carte; i teli sintetici in polietilene (PE) o in

<sup>32</sup> [http://www.knauf.it/backoffice/userfiles/files/documentiAllegati/235/\[9253\]imp%20scheda%20K811%20NC.pdf](http://www.knauf.it/backoffice/userfiles/files/documentiAllegati/235/[9253]imp%20scheda%20K811%20NC.pdf)

polipropilene (PP); le membrane impermeabili in polietilene ad alta densità (HDPE) o a base di bentonite di sodio naturale.

Nel Modulo le membrane utilizzate sono fornite tutte dall'azienda Riwega e sono di vari tipi: la "USB wall 100/120"<sup>33</sup> che è una membrana da parete ad alta traspirazione per l'impermeabilizzazione al vento; la "Protector Silver 230"<sup>34</sup> che è una membrana traspirante universale per impermeabilizzare al vento le coperture; la "USB micro 100 vario"<sup>35</sup> che è una barriera al vapore igrosensibile, impermeabilizza all'aria e all'acqua e regola il passaggio del vapore; la "Drein-MAT planus" che è una membrana drenante posta alla base del tetto verde e serve a far drenare l'acqua in eccesso nel terreno del tetto; la "Pvc Armourplan sm" che è una membrana impermeabile per bloccare il passaggio dell'acqua agli strati inferiori e proteggere la struttura.

Materiale	spessore mm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
USBwall 100/120	0,33/0,38	0,22	1,7	303	61/53
Protector silver	0,50	0,22	1,7	460	200
USB micro 100	0,20	0,22	1,7	500	1000
DreinMAT planus	0,80	1,62	1,7	213	27
Pvc Armourplan	1,20	0,22	1,70	300	20000

33 <http://www.riwega.com/Prodotti/Membrane-traspiranti-USB/Membrane-da-parete-altamente-traspiranti/USB-Wall-120-100.aspx>

34 <http://www.riwega.com/Prodotti/Novita/USB-Protector-Silver-230.aspx>

35 <http://www.riwega.com/Prodotti/Novita/USB-Micro-100-Vario.aspx>



**Fig. 3.60.** Intonaco in terra cruda (Terravista di Matteo Brioni).



**Fig. 3.61.** Mattoni in terra cruda.

### 3.7.5. Terra cruda

È il materiale edilizio più antico, formato da un composto di argilla e inerti naturali, lasciata semplicemente essiccare all'aria, senza bisogno di cottura. È un materiale contemporaneo: economico, anallergico e versatile. L'impasto base è formato da argilla e acqua con i quali si possono realizzare mattoni, massetti e riempimenti, intonaci e finiture. Nell'impasto si può inoltre additivare leganti minerali o sintetici al fine di ottenere rivestimenti continui orizzontali e verticali dal diverso grado di resistenza meccanica, all'abrasione e all'acqua<sup>36</sup>.

Utilizzare questo materiale negli interni contribuisce in maniera sostanziale a migliorare il microclima interno degli edifici, grazie a caratteristiche intrinseche del materiale quale la capacità di regolare l'umidità mantenendo il suo livello costante e ottimale per tutto l'arco dell'anno; le capacità antistatiche, poiché è staticamente neutra, non subisce nel tempo un degrado tale da comportare la disgregazione materica riducendo così la formazione della polvere e contribuendo alla prevenzione di malattie alle vie respiratorie, come l'asma, e le allergie; le capacità termoregolatrici che mantengono la temperatura fresca d'estate e accumulano il calore d'inverno, aiutando a massimizzare l'efficienza energetica di un edificio; l'alta resistenza al fuoco che rende ignifughi anche gli aggregati fibrosi

<sup>36</sup> Achenza M., Atzeni C., Mocci S., Sanna U., Il manuale tematico della terra cruda, DEI, Cagliari, 2008.

di origine naturale (come ad esempio la paglia) con cui spesso è accoppiata e mescolata; l'assorbimento di suoni e odori<sup>37</sup>.

All'interno del progetto del Modulo Eco la terra cruda sarà utilizzata sotto forma di intonaco per gli interni e sotto forma di mattone per la creazione delle due pareti massive. Gli intonaci saranno forniti dall'azienda Matteo Brioni col prodotto "Terravista"<sup>38</sup> che è un premiscelato secco, pronto per essere impastato con acqua che poi viene direttamente posato.

Materiale	spessore cm	conducibilità $\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	calore specifico c kJ/kgK	densità $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	resistenza al vapore $\mu$ -
Multiterra	0,4	0,91	1,0	1250	7
Mattoni terra cruda	5,5	0,18	1,0	1200	5

### 3.7.6. Serramenti

Elementi architettonici realizzati per la chiusura delle aperture ricavate nelle chiusure, sia verticali che orizzontali. Mettono in comunicazione l'interno e l'esterno di un edificio (serramenti esterni), o due locali interni dell'edificio stesso (serramenti interni). Modulo Eco ha delle grandi superfici vetrate: vi sono tre serramenti trasparenti che dalla sala principale comunicano con l'esterno, uno

<sup>37</sup> Atzeni C., Sanna A., Architettura in terra cruda dei Campidani, dei Cizerri e del Sarrabus, DEI, Cagliari, 2008.

<sup>38</sup> <http://www.matteobrioni.com/superfici-terra-cruda/terravista.html>

verso la serra solare e due porte opache verso i rispettivi bagno e ripostiglio. I serramenti vetrati vengono sponsorizzati dalla ditta Alpi Fenster, con sede a Rifiano (Alto Adige), con una lunga storia alle spalle che la distingue per l'abilità artigiana e per l'esperienza nei lavori di falegnameria di tradizione sudtirolese.

La ditta, sponsorizzando diversi serramenti, ha fatto la scelta di differenziarli per mostrare la diversità di soluzioni che è possibile produrre e scegliere, anche nell'ottica di comprendere quale meglio si adatta al contesto.

I serramenti forniti sono:

- ALPIfinestra A40<sup>39</sup> in legno-alluminio. All'interno il legno di pino dà vita a un'atmosfera calda e accogliente; all'esterno, i profili in alluminio proteggono la verniciatura, sono particolarmente resistenti agli agenti atmosferici e non necessitano di manutenzione. I doppi o tripli vetri garantiscono protezione termo-acustica, mentre il sistema antieffrazione con chiusure perimetrali di sicurezza conferisce tranquillità.
- ALPIfinestra I30<sup>40</sup> in legno. Finestra in legno lamellare a tre strati con profili termoisolanti, offre protezione da caldo, freddo e rumore. L'impiego di legni duri, a triplice strato incollato, garantisce la massima resistenza. La sicurezza è affidata ad una risorsa naturale e resistente, che però non ha solo ottime caratteristiche tecniche, è anche individuale e trasmette calore

---

39 <http://www.alpifenster.it/index.php?id=26&L=2>

40 <http://www.alpifenster.it/index.php?id=25&L=2>

e genuinità. Ha qualità di abbattimento termico e acustico particolarmente buone e proprio per questo è adatto per la produzione di serramenti di alta qualità che risparmiano energia. ALPI Fenster è stata la prima azienda in Italia, che ha ottenuto il marchio di qualità RAL per finestre in legno.

- ALPIfinestra L40<sup>41</sup> in legno. La costruzione del modello L40, una finestra in legno, prevede la possibilità di scelta tra vari legni pregiati per la parte interna e per la parte esterna dei serramenti, nonché la scelta tra varie colorazioni. Gli infissi in legno L40 offrono design all'avanguardia ed ottime prestazioni, il sistema di guarnizioni a tre livelli garantisce un'elevata protezione contro la pioggia battente, un'ottima tenuta al vento ed un eccellente isolamento acustico.
- ALPIfinestra S40<sup>42</sup> in PVC. Prodotta riciclando vecchi serramenti e scarti di produzione e integrandoli con un rinforzo in acciaio innovativo (con brevetto di utilità) S40 viene ampliata a una struttura a 6 camere con proprietà di isolamento termico elevati. Facile da pulire grazie alle superfici robuste e resistenti agli agenti atmosferici.

Viene inserita quindi una tabella riassuntiva con i valori caratteristici di ogni tipologia di serramento fornita, dove si confrontano stratigrafie e trasmittanze di vetro e telaio.

41 <http://www.alpifenster.it/index.php?id=95&L=2>

42 <http://www.alpifenster.it/index.php?id=96&L=2>



Fig. 3.63. ALPIfinestra L40.



Fig. 3.62. ALPIfinestra S40.

Finestra	Tipo di vetro	Tipo di telaio	Trasmittanza del vetro $U_g$ [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza del telaio $U_f$ [W/m <sup>2</sup> K]	Fattore solare $g$	Trasmittanza del serramento $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]
A40 finestra	(Float 4)-(18)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	Legno (pino) - Alluminio	1,1	1,3	59%	1,3
I30 finestra	(Float 4)-(18)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	Legno meranti	1,1	1,2	59%	1,2
L40 finestra	(Float 4)-(18)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	Legno di pino	1,1	1,0	59%	1,2
L40 porta-finestra	(VSG 3/3.1)-(16)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	Legno di pino	1,1	1,0	60%	1,2
S40 finestra	(Float 4)-(18)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	PVC	1,1	1,3	59%	1,3
S40 porta-finestra	(VSG 3/3.1)-(16)-(VSG 3/3.1) con gas Argon nell'intercapedine	PVC	1,1	1,3	60%	1,3

### 3.7.7. Tetto verde

È una tecnologia di copertura che fornisce diversi apporti benefici all'edificio come la protezione dell'impermeabilizzazione, la regolazione del microclima grazie all'abbassamento della temperatura dell'aria in ambiente urbano e la lotta contro l'effetto isola di calore, l'isolamento termico e quindi risparmio energetico, la riduzione della presenza di polveri sottili, la creazione di nuovi habitat per la fauna selvatica, la regimazione delle acque piovane, oltre al minore impatto ambientale ed estetico. Le caratteristiche più importanti sono la qualità del substrato, la quantità di accumulo d'acqua, la superficie di appoggio dell'elemento di accumulo e l'apertura a

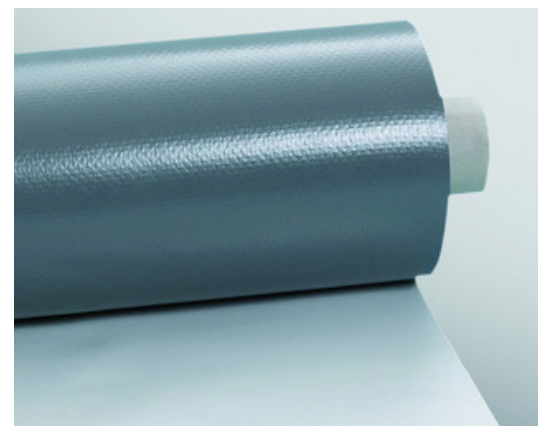


pori del tessuto di filtro. È solitamente un sistema che presenta spessore e peso ridotti per permettere di essere utilizzato sulle coperture e richiede scarsa manutenzione, poiché viene utilizzata una vegetazione composta di essenze di sedum che devono essere in grado di sopravvivere in situazioni di estrema siccità, con alte capacità di rigenerazione e auto propagazione. Esistono vari sistemi di tetti verdi: dall'estensivo, utilizzato nel padiglione, caratterizzato da spessori ridotti (8 cm), pesi contenuti (115 kg/mq a massima saturazione) e ridotta manutenzione, all'intensivo, comunemente identificato come "Giardino Pensile" (fino al metro di spessore), che rappresenta il tentativo di riprodurre in copertura una soluzione il più simile possibile ad un giardino tradizionale su terra. Avendo funzioni prevalentemente tecnologiche la scelta viene valutata in funzione del rapporto costi-benefici che produce, spesso mettendo in secondo piano l'aspetto estetico dato dalla vegetazione, composta essenzialmente da una miscela di varietà di "sedum".

Tecnica molto utilizzata in Italia in bioedilizia già affermata al nord, da alcuni anni viene sempre più spesso utilizzata anche nell'architettura del Centro-Sud. La fornitura del pacchetto di verde estensivo viene offerta dall'azienda DAKU Italia S.r.l.

È generalmente composto da un "pacchetto" di più strati che comprende:

- Membrana (o manto) impermeabile antiradice: impermeabilizzante con funzione di protezione dell'elemento di tenuta sottostante,



**Fig. 3.64.** Membrana impermeabilizzante Armourplan SM Riwega.



**Fig. 3.65.** Strato di accumulo e protezione meccanica.



**Fig. 3.66.** Strato di drenaggio e accumulo idrico DAKU FSD 20.



**Fig. 3.67.** Strato di separazione DAKU Stabilfilter SFE

**Riwega Armourplan SM<sup>43</sup>;**

- Strato di accumulo e protezione meccanica: accumulo acqua di riserva da fornire agli apparati radicale per i momenti di maggior stress e contemporanea protezione dell'impermeabilizzazione sottostante da sollecitazioni meccaniche: **Planus DREIN-MAT<sup>44</sup>**;
- Strato di drenaggio e accumulo idrico: drenaggio delle acque piovane e di irrigazione eccessiva, accumulo e riserva di acqua per la vegetazione, aerazione apparati radicali, libero passaggio della pressione di vapore, protezione, supporto alle pavimentazioni. Elemento con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore, rete multidirezionale di canali per il drenaggio. **DAKU FSD 20<sup>45</sup>**;
- Tessuto di filtro: geotessile non tessuto con fibre di polipropilene agugliato e termostabilizzato senza collanti o leganti chimici, di grande resistenza, che impedisce la discesa di particelle fini del substrato nello strato drenante. **DAKU Stabilfilter SFE<sup>46</sup>**;
- Substrato colturale: miscuglio di materiale minerale opportunamente miscelato con sostanze organiche per essere efficacemente utilizzati nella realizzazione di coperture a verde, consentendo uno sviluppo costante nel tempo della vegetazione in condizioni climatiche anche avverse. Esenti da infestanti,

43 <http://www.iko.ie/wp-content/uploads/2014/10/Armourplan-SM-TDS-0514.pdf>

44 <http://www.riwega.com/getattachment/Planus/Downloads/Catalogo/Planus-2015.pdf.aspx>

45 [http://www.daku.it/prod\\_content.asp?IDmacro=2&IDcat=52&IDprod=70&country=IT](http://www.daku.it/prod_content.asp?IDmacro=2&IDcat=52&IDprod=70&country=IT)

46 [http://www.daku.it/prod\\_content.asp?IDmacro=2&IDcat=56&IDprod=74&country=IT](http://www.daku.it/prod_content.asp?IDmacro=2&IDcat=56&IDprod=74&country=IT)

sono composti principalmente da lapillo di lava, pietra pomice e compost di natura organica. **DAKU Roof Soil 2**. Densità apparente di 878 kg/mq, (1.230 kg/mc a completa saturazione) utilizzato sui sistemi di tipo estensivo, ha una granulometria che consente una rapida radicazione e lo sviluppo di talee di sedum.

- Vegetazione: I **sedum**<sup>47</sup> sono un genere di piante “succulente” e “xerofile” comprendenti circa 600 varietà di specie. Appartengono alla famiglia delle Crassulaceae e sono vegetali adattati a vivere in ambienti caratterizzati da lunghi periodi di siccità o da clima arido o desertico. Sopportano anche le basse temperature. Il Sedum è una pianta carnosa che può essere sia di fusto eretto che pendente, quasi sempre a cespi e con foglie che possono essere rotonde, alternate, ovali o verticali. I fiori possono essere sia solitari che riuniti in infiorescenze a corimbo, a grappolo o a pannocchia per lo più piccoli e a forma di stella e con i petali liberi. Nelle coperture estensive DAKU viene solitamente utilizzata una miscela di alcune specie tra una varietà di 8-10 (tipo Acre Majus, Kamtschauticum Diffusum, Album Coral Carpet, Spurium Fuldaglut, Album Athoum, Spurium Tricolor, Anopetalum Montanum, Weihenstephaner Gold, ecc.) scelte a secondo del luogo d’intervento, dimostrando delle eccezionali capacità di sopravvivenza dei sedum in condizione di siccità prolungate senza necessità di frequenti manutenzioni ed irrigazioni.



Fig. 3.68. Substrato colturale DAKU Roof Soil 2



Fig. 3.69. Sedum

47 [http://www.daku.it/prod\\_content.asp?IDmacro=2&IDcat=108&IDprod=203&country=IT](http://www.daku.it/prod_content.asp?IDmacro=2&IDcat=108&IDprod=203&country=IT)

## 3.8. Tecnologie

Trovare i materiali per costruire quest'edificio è stata la cosa più ardua. Le tecnologie principali utilizzate nel padiglione sono tre: la serra, la parete massiva con intercapedine d'aria e il tetto verde.

I primi due sistemi si basano sul sistema dell'accumulo, diretto o indiretto, di calore. Nel caso della serra la radiazione solare che investe le superfici esterne viene in parte riflessa e in parte assorbita. La parte assorbita si trasforma in calore e viene accumulata dall'ambiente interno. Questo processo si definisce accumulo diretto. Nel caso della parete invece, lo strato di materiale massivo accumula calore per scambio convettivo con l'aria che scorre all'interno dell'intercapedine e il processo si definisce accumulo indiretto.

Il terzo invece influisce sia sullo sfasamento del pacchetto di copertura incrementando la massa e aiutando a preservare le temperature interne degli ambienti sia sul defluire dell'acqua piovana negli scarichi sia nel "depurare" l'aria circostante dalle impurità dell'inquinamento.

### 3.8.1. Serra bioclimatica

È una tecnologia passiva per il controllo dei flussi termigrometrici attraverso l'edificio e serve principalmente per migliorare le condizioni di comfort abitativo e la diminuzione dei consumi energetici.

Per essere considerata tale, una serra solare deve soddisfare una serie di requisiti che variano da Comune a Comune. In genere la

realizzazione delle serre solari è incentivata e stimolata attraverso benefici di carattere urbanistico e vengono escluse dai computi urbanistici e non costituiscono un volume in aggiunta a quello esistente perché vengono assimilate a locali tecnici.

Esistono varie tipologie di serre bioclimatiche: quelle a guadagno diretto che sono a diretto contatto con l'abitazione e la superficie di separazione fra gli ambienti è mobile. Il guadagno termico avviene così direttamente; quelle a scambio convettivo dove lo scambio avviene per convezione tra la serra e l'abitazione attraverso bocchette regolabili poste nella parete collocata tra serra e abitazione; quelle a scambio radiante dove la parete divisoria fra gli ambienti funziona come accumulatore di calore e lo scambio avviene per irraggiamento grazie alle differenze di temperatura fra i due ambienti.

Quella utilizzata nel progetto è del primo tipo e prevede una parete vetrata apribile come elemento di separazione tra l'ambiente serra e l'ambiente della sala.

Il funzionamento è garantito da ampie superfici vetrate, che consentono ai raggi solari di penetrare all'interno del volume e di ottenere, tramite l'effetto serra, un aumento della temperatura e dell'illuminazione naturale. In edilizia viene utilizzata per ridurre i consumi energetici destinati al riscaldamento e all'illuminazione. È una soluzione perciò che viene utilizzata principalmente nei mesi invernali per accumulare calore.

A seconda della stagione di riferimento ha un doppio funzionamento:

in inverno ad esempio durante il giorno deve accumulare il più possibile energia solare. Questo avviene principalmente in condizioni di radiazione diretta sulla superficie vetrata anche se la quantità dipenderà dalla latitudine e dalle condizioni climatiche del posto. Di notte invece dovrà minimizzare le dispersioni di calore all'esterno, richiedendo quindi di sigillare tutte le aperture.

In estate durante il giorno si dovranno predisporre dei sistemi oscuranti che impediscano ai raggi solari di colpire la superficie vetrata. In più si dovrà predisporre anche un buon sistema di aerazione per evitare il verificarsi dell'effetto serra. Di notte si dovranno massimizzare le dispersioni energetiche verso l'esterno creando moti d'aria tramite le aperture dell'edificio (free cooling notturno)<sup>48</sup>.

Al fine di favorire la captazione dell'energia solare e rispettare quelli che sono i requisiti imposti dai Comuni, le caratteristiche principali che devono possedere le serre bioclimatiche sono varie: innanzitutto, per essere considerate tali, non devono essere riscaldate dall'impianto di climatizzazione dell'edificio cui si appoggia; per avere dei benefici apprezzabili, l'orientamento deve variare nell'arco compreso tra sud-est e sud-ovest; non devono avere importanti ombreggiamenti dovuti ad altri edifici o piante; la superficie vetrata deve essere prevalente con rapporto tra superficie vetrata e superficie totale di almeno il 70% (in alcuni casi le amministrazioni esigono il 100%); il volume lordo della serra in genere non può superare il 10% del volume riscaldato dell'edificio, ma questa percentuale varia a seconda del

---

48 Zappone C., La serra solare, Esselibri editore, Napoli, 2009.

Comune ed in alcuni casi può arrivare anche al 20%; occorre prevedere dei sistemi di schermatura estiva dei raggi solari e superfici vetrate apribili per consentire una ventilazione naturale senza pregiudicare la climatizzazione invernale; la destinazione funzionale non deve determinare la nascita di un nuovo locale per la presenza continuativa delle persone; occorre rispettare il Regolamento Urbanistico per quanto riguarda le altezze, le distanze dai confini e dai fabbricati, etc.

### **3.8.2. Parete d'accumulo con intercapedine d'aria**

Il buon funzionamento di questa tecnologia è strettamente collegata alla serra bioclimatica ed è abbastanza simile a quello del riscaldamento a pannelli radianti utilizzato nelle abitazioni. Prende però spunto dal sistema a ipocausto utilizzato nei bagni pubblici e nelle terme romane. Infatti il concetto base è quello di un fluido termovettore che va a riscaldare uno strato massivo che a sua volta andrà a rilasciare calore all'ambiente circostante. Nel caso del Modulo Eco però il fluido non è costituito da acqua (come nel caso dei riscaldamenti domestici) ma da aria e lo strato massivo non è in cemento additivato ma in terra cruda.

Nel dettaglio in regime invernale, durante il giorno, l'aria calda che si accumulerà nella serra verrà incanalata all'interno dell'intercapedine del muro dove andrà a scambiare calore per conduzione con lo strato

massivo. All'interno dell'intercapedine sarà creato un sistema di "tornanti" che grazie alla convezione naturale permetterà al flusso d'aria di tornare nella serra a mano a mano che andrà a cedere calore. Lo strato massivo dopo aver accumulato calore per tutto il tempo, lo andrà a rilasciare negli ambienti interni dopo un certo periodo di tempo in base allo sfasamento del materiale che dovrà attraversare. Proprio come nel sistema di riscaldamento a pannelli radianti, la parte opposta allo strato massivo viene fortemente isolata per evitare dispersioni di calore verso gli strati esterni del pacchetto murario. La massa d'accumulo deve essere adeguata a fornire calore all'edificio nelle ore di insolazione insufficiente o nulla.

La scelta del materiale di questa parete è dettata dalla capacità di accumulo del materiale stesso. Le proprietà fisiche dei materiali che esplicano tale capacità sono il calore specifico e la densità, più alti sono questi valori, maggiore sarà la capacità di trattenere calore. Di conseguenza i materiali più adatti ad essere utilizzati e più facilmente reperibili sono l'acqua, la sabbia e la terra cruda. L'acqua è stata scartata per un problema di gestione e perché avrebbe bisogno di maggiore manutenzione rispetto ad altri materiali. La prima scelta invece prevedeva l'utilizzo di tubi a base quadrata in alluminio con all'interno della sabbia. Anche questo sistema è stato scartato perché poco pratico da realizzare e da mettere in opera da mani non esperte. Per ultimo, l'idea che poi è stata approvata e introdotta ufficialmente nel progetto è quella che prevede l'utilizzo di mattoni in terra cruda.



Questi hanno una densità media che si aggira sui 1200 kg/m<sup>3</sup> e un calore specifico si circa 1 kJ/kgK e rendono questo materiale adatto allo scopo.

### 3.8.3. Copertura verde

Questa strategia è utile per recuperare spazi verdi nelle zone fortemente urbanizzate e inquinate e apporta innumerevoli benefici sia all'ambiente circostante che al confort indoor dell'edificio che la ospita. In bioarchitettura si utilizza da tempo la strategia sostenibile del tetto giardino per ovviare a tutta una serie di inconvenienti e sprechi. I principali vantaggi del tetto giardino, infatti, sono strettamente collegati alla necessità di riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni di anidride carbonica: la presenza del verde contribuisce all'assorbimento graduale e di filtraggio dell'acqua piovana inquinata, evitando tracimazioni dell'impianto fognario, riduce la velocità del vento e la trasmissione dei rumori, filtra l'aria inquinata e la raffredda per evapotraspirazione del vapore acqueo, incrementa le capacità termiche della copertura riducendo gli effetti delle isole di calore urbane, cioè quel fenomeno di aumento della temperatura e dell'inquinamento nelle aree urbanizzate durante il periodo estivo<sup>49</sup>.

Il Giardino Botanico di Chicago ha condotto una ricerca sui tetti verdi

---

49 Benedetti C., Coperture a verde, Le guide pratiche del master Casaclima, Bolzano University Press, Bolzano, 2014.

con cui sono state valutate quali sono le piante più adatte ad essere utilizzate. Tutte le analisi e le sperimentazioni sono state condotte presso il Conservation Science Center Plant (che è un laboratorio certificato LEED Gold), su due tetti verdi da 750 mq, esposti uno a nord ed uno a sud. Analizzando poi i dati registrati in 5 anni, i ricercatori hanno potuto determinare i benefici dei diversi tipi di giardini pensili. Si sono potuti confrontare anche i risultati di vari spessori del suolo, le diverse quantità di acqua, e, soprattutto, le diverse reazioni dei vari tipi di piante. Con così tanti dati resi disponibili, i progettisti dei garden roof sono stati in grado di effettuare dei confronti sperimentali su altri giardini della stessa tipologia. Questa ricerca ha confermato i diversi benefici che il tetto verde apporta all'edificio come la protezione dell'impermeabilizzazione, la regolazione del microclima grazie all'abbassamento della temperatura dell'aria in ambiente urbano e la lotta contro l'effetto isola di calore, l'isolamento termico e quindi risparmio energetico, la riduzione della presenza di polveri sottili, la creazione di nuovi habitat per la fauna selvatica, la regimazione delle acque piovane, oltre al minore impatto ambientale ed estetico<sup>50</sup>.

Il funzionamento bioclimatico del tetto verde si divide in due fasi in base alla stagione a cui si fa riferimento: in inverno permette una minore dispersione del calore per trasmissione poiché il terreno presente ha la funzione di coibentare gli strati inferiori evitando di disperdere il calore dall'ambiente interno all'esterno; in estate il terreno e le

---

50 [http://www.chicagobotanic.org/research/building/green\\_roof](http://www.chicagobotanic.org/research/building/green_roof)

piante presenti in copertura permettono di riflettere o assorbire (senza trasmettere) l'irraggiamento solare "proteggendo" l'ambiente interno dal surriscaldamento che altrimenti ne conseguirebbe.

L'aggiunta di un tetto verde, inoltre, fa aumentare lo sfasamento del pacchetto di copertura facendo impiegare più tempo al flusso termico per attraversare la stratigrafia preservando la temperatura interna degli ambienti. Inoltre può svolgere anche l'importante funzione di regolare il deflusso delle acque piovane per non far intasare i canali di scolo e le tubature. Inoltre secondo Andrew Speak, ricercatore associato presso l'università di Manchester che ha svolto diverse ricerche sui tetti verdi, agiscono come delle spugne sugli agenti inquinanti trattenendoli<sup>51</sup> aiutando a ripulire l'aria da eventuali sostanze nocive.

---

51 Speak A., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L., Metal and nutrient dynamics on an aged intensive green roof, Environmental Pollution, Manchester, 2014.

### 3.9. Costi





Per quantificare il costo di costruzione del padiglione è stato redatto un computo metrico estimativo<sup>52</sup>. I prezzi unitari sono stati forniti dalle aziende che hanno quantificato le loro sponsorizzazioni. Si allegano alla tesi di laurea le fatture delle suddette sponsorizzazioni e il computo metrico esteso. Nel progetto esistono inoltre alcuni materiali secondari (listelli, alcuna ferramenta, attrezzi generici) e alcune lavorazioni non forniti da alcuna azienda ma autofinanziati dalla stessa associazione Manifattura Urbana. Questi sono stati computati con prezzi ricavati dal prezziario aggiornato delle opere pubbliche dell'Emilia Romagna.

Le aziende che hanno sponsorizzato il progetto, in ordine di entità della sponsorizzazione, sono:

Fornitore	Oggetto	Importo	Logo
Alpifenster	Serramenti	14000	
Spada - Isholnet	Isolamenti, cartongessi, bagno, impianto di ventilazione, pompa di calore	12450	

52 Allegato B

Fornitore	Oggetto	Importo	Logo
Mimik	Cassonetti e avvolgibili	11000	 <b>mimik</b> SYSTEM Il Cassonetto invisibile e perfetto
Tecnosugheri	Cappotto in sughero facciavista	5345	 <b>TECNO</b> Sugheri <b>AMORIM</b>
I-PAN	Pannelli OSB	5930	 <b>IPAN</b> ITALIAN PANEL 100% POPLAR OSB
Pollmeier	Pavimento in legno	4870	 <b>Pollmeier</b> BauBuche
Rothoblaas	Ferramenta	3500	 <b>rothoblaas</b>
Sistema Energia	Fotovoltaico	2270	 <b>Sistema Energia</b>
Daku	Tetto verde	1800	 <b>DAKU</b> ...la natura sul tetto
LECA - Laterlite	Blocchi di calcestruzzo e argilla espansa	1200	 <b>Leca</b> soluzioni leggere e isolanti <b>Laterlite</b>
Gewiss	Impianto elettrico	1100	 <b>GEWISS</b>
ISOMECC	Lattonomie	1070	 <b>ISOMECC</b>
Riwega	Impermeabilizzazioni	1000	 <b>Riwega</b>

Fornitore	Oggetto	Importo	Logo
Uniedil	Legno lamellare	1000	
MATTEOBRIONI	Terra Cruda	950	
Quartaroli	Legno lamellare	750	
Airlite	Pitture	300	

Come si può notare, sommando gli importi delle sponsorizzazioni non si raggiunge il costo dell'intero padiglione, visibile nel computo metrico estimativo. Questo perché la maggior parte delle sponsorizzazioni non comprende manodopera e alcuni materiali con relative lavorazioni non sono ancora coperte da sponsor. Si tratta di:

- Vetrata a soffietto della serra bioclimatica;
- Sistemazioni esterne;
- Parte del legno lamellare.

A questo si aggiungono le spese a carico dell'associazione.

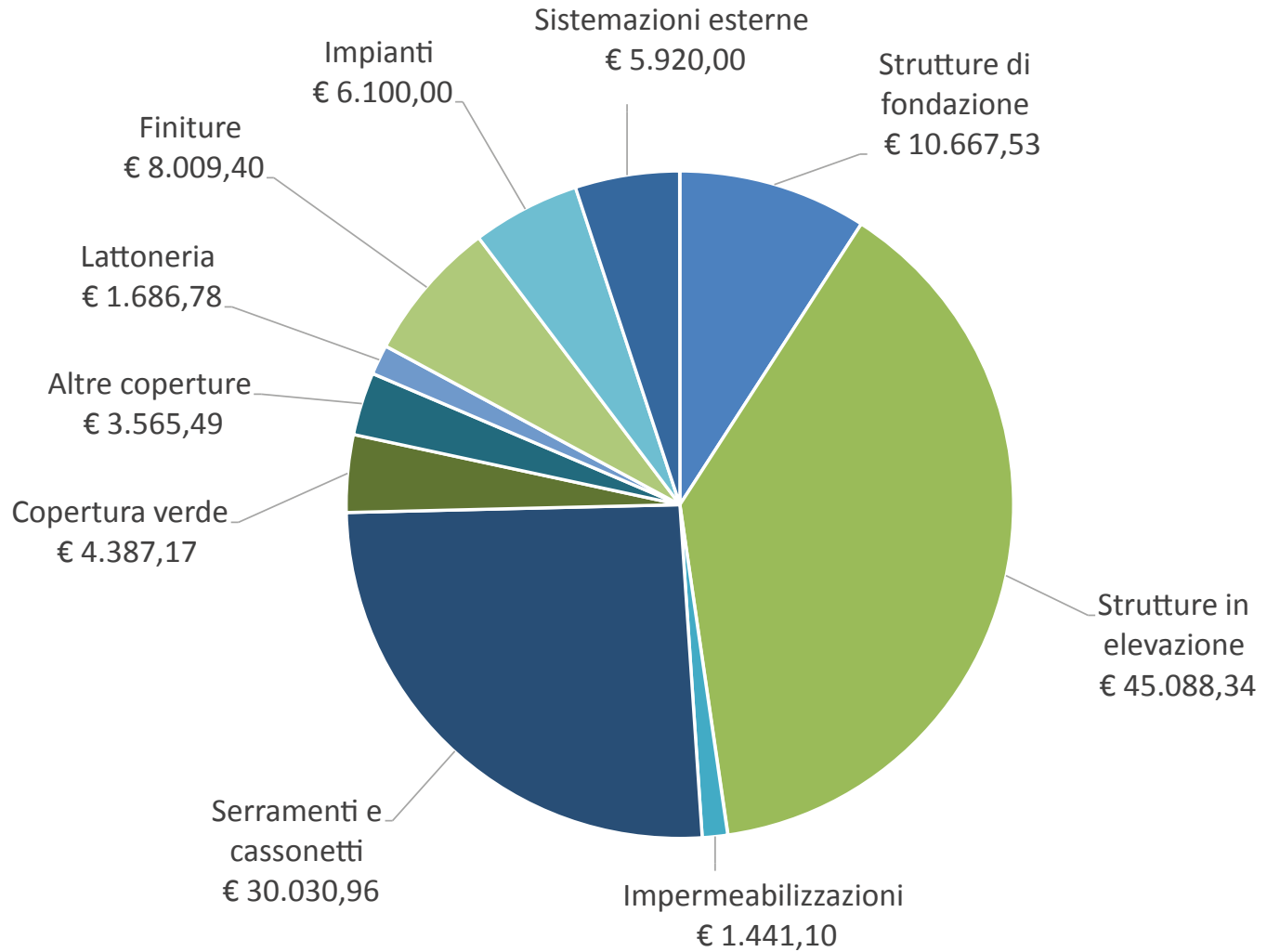
Il costo di costruzione complessivo stimato dell'opera risulta:

$$Cc = 119.064,83€$$

comprensivo di manodopera. La maggior parte dei costi risiede nella struttura muraria del padiglione, mentre il secondo costo in ordine di importanza è rappresentato dai serramenti di altissima qualità. Questo

## Ripartizione economica delle lavorazioni per macroaree

Importo totale: 119.064,83



dato è coerente con la rilevante proporzione di superficie verticale vetrata. Il costo dei meri materiali, di 78.004,50€, corrispondente al 65.5% dell'importo totale, ricopre la maggior parte dei costi, mentre la manodopera ricopre il 36.9%. Noli e trasporti ricoprono il 2.4% delle spese totali.

Data una superficie lorda di 60m<sup>2</sup>, il costo dell'opera è anche esprimibile con 1984,41€/m<sup>2</sup>.

Se ne evince che al fine di ottimizzare i costi di costruzione, gli autocostruttori mettono in campo la loro forza di volontà e il loro lavoro per ridurre la fetta di manodopera.

Il risparmio sui materiali solitamente si cerca di ottenere prediligendo la scelta di materiali locali e naturali, che non necessitano di grandi costi di lavorazione e trasporto.

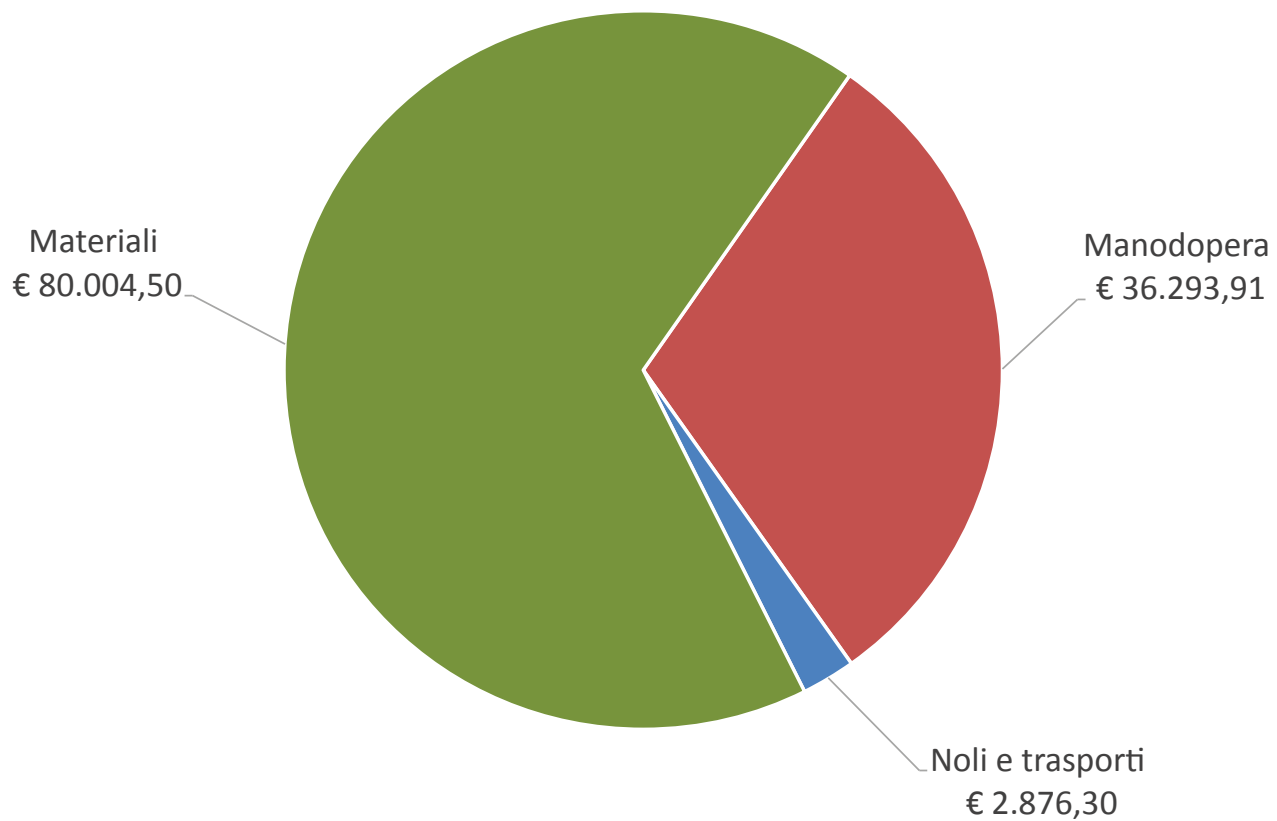
Dopo la stesura del computo metrico è stata fatta un'analisi delle lavorazioni per capire quanta manodopera risparmiare seguendo le linee guida offerte dalla regione Toscana. In particolare:

“...i soci autocostruttori non possono, tranne nei casi in cui abbiano acquisito la formazione obbligatoria prevista dal D.lgs. 81/08 e dagli specifici Accordi Stato-Regioni:

1. Installare/utilizzare attrezzature complesse per le quali abbiano effettuato una specifica abilitazione (piattaforme elevabili, gru a torre, macchina movimento terra, pompe per il calcestruzzo ecc.) di cui all'Accordo Stato-Regioni sulla formazione, siglato il



## Indicizzazione economica dei costi di materiali, manodopera, noli e trasporti



22 febbraio 2012 e pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 12 marzo 2012 n. 60.

2. Montare/smontare ponteggi.

Indipendentemente da quanto sopra i soci autocostruttori non possono installare e certificare impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, gli impianti di protezione antincendio ed elettronici in generale ai sensi del D.M. 37/2008.“

e dalla regione Puglia:

“L'autocostruttore svolge attività di manodopera durante tutte le fasi del processo edilizio, in accordo con le proprie capacità e con quelle acquisite in seguito alla sua formazione; l'autocostruttore, sotto la supervisione del personale tecnico responsabile per ciascuna lavorazione:

- Segue il tracciamento delle costruzioni e delle aree di pertinenza;
- Esegue opere provvisoriale, quali impianto idrico sanitario ed elettrico di cantiere;
- Dopo l'esecuzione dello scavo, delle fondazioni e delle strutture di elevazione e dei solai, a carico di personale specializzato, l'autocostruzione costruisce la muratura portante perimetrale.

- Posa gli isolamenti, le tegole e la lattoneria;
- Costruisce divisori interni;
- Opportunamente coadiuvato procede alla posa degli impianti;
- Esegue gli intonaci interni ed esterni e posa le pavimentazioni;
- Posa i serramenti e gli apparecchi igienicosanitari e di riscaldamento nonché provvede all'infilaggio dei cavi dell'impianto elettrico;
- Esegue le opere di sistemazione esterna;
- Offre manovalanza per gli allacci alle reti tecnologiche;
- Esegue pitturazioni e imbiancature.

Non sono affidate agli autocostruttori ma a società terze o artigiani qualificati le attività per le quali sia richiesta alta specializzazione, come ad esempio la conduzione di macchine di sollevamento o movimento terra o che ne possano mettere a rischio la sicurezza.

I soci autocostruttori hanno l'obbligo di rispettare i tempi stabiliti dal cronoprogramma definito in sede di pianificazione del lavoro di cantiere, che prevede l'apporto di ognuno di loro alla costruzione di tutti gli alloggi secondo un programma di avanzamento dei lavori logico e consequenziale.

Il direttore di cantiere ed il personale che lo coadiuva ha, specie nella prima fase di apertura del cantiere, il compito e l'obiettivo di far emergere le attitudini peculiari dei singoli e di orientare di conseguenza gli incarichi ed i mansionari. Ha inoltre il compito di individuare tra loro le figure di spicco ed i leaders, così come i gregari,

in modo da formare squadre di due o tre persone affiatate e solidali. I soci autocostruttori sono tenuti ad avere massima cura di tutti i materiali e di tutte le attrezzature necessarie al lavoro. È di loro competenza la raccolta, la pulizia ed il controllo degli attrezzi utilizzati durante la giornata di lavoro, così come il riordino nella baracca attrezzi. Gli attrezzi ed i materiali sono patrimonio della cooperativa.“

Fatta eccezione dunque per gli impianti elettrici e fotovoltaici, per i quali è necessaria una certificazione e per i quali si prevede il lavoro di un elettricista specializzato, per gli spostamenti delle travi di legno di fondazione e dei pannelli prefabbricati, per i quali è necessario l'utilizzo di un'autogru e tecnici specializzati<sup>53</sup>, si rinuncia alla posa in autocostruzione dei serramenti, la cui sigillatura è di particolare complessità.

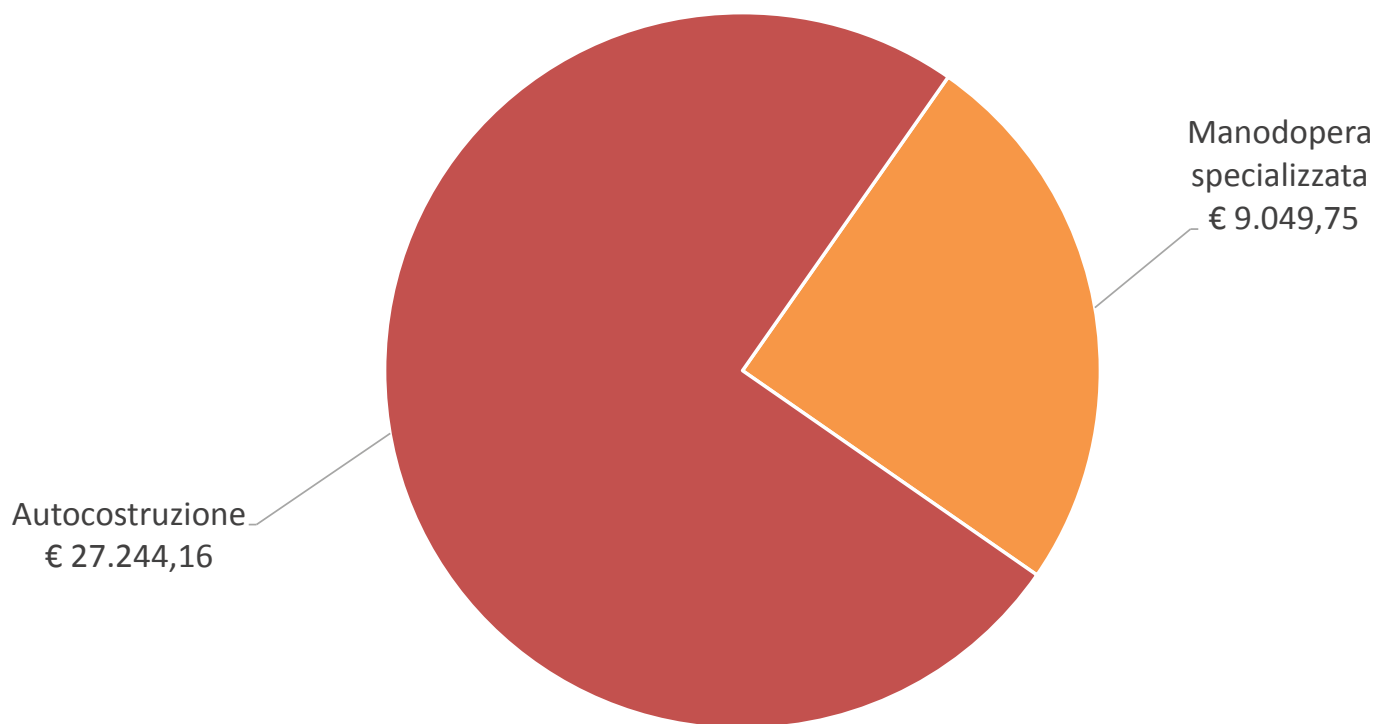
Si ritiene tuttavia possibile procedere con lo scavo di fondazione facendo a meno di mezzi meccanici in assoluta sicurezza.

Il cantiere in oggetto, a norma di legge, sarà inoltre un cantiere didattico: gli autocostruttori non parteciperanno infatti per realizzare la propria abitazione ma per imparare sul campo i mestieri relativi all'edilizia. Chi costruirà infatti sarà una classe quinta dell'istituto geometri Rondani della città di Parma, aiutata da laureandi e neolaureati nelle facoltà di Architettura dell'Università di Parma e

---

<sup>53</sup> NOTA BENE: durante il lavoro dell'impresa edile gli autocostruttori non devono assolutamente essere copresenti in cantiere e viceversa, per non ostacolarsi reciprocamente nello svolgimento del proprio lavoro.

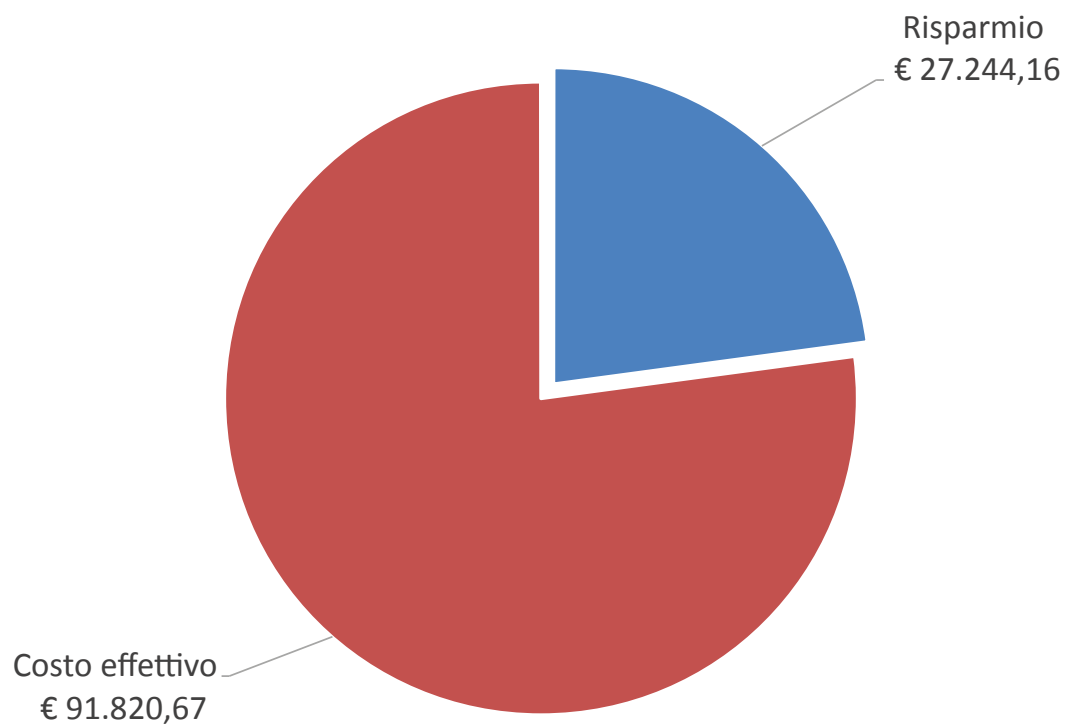
## Percentuali delle lavorazioni eseguite in autocostruzione

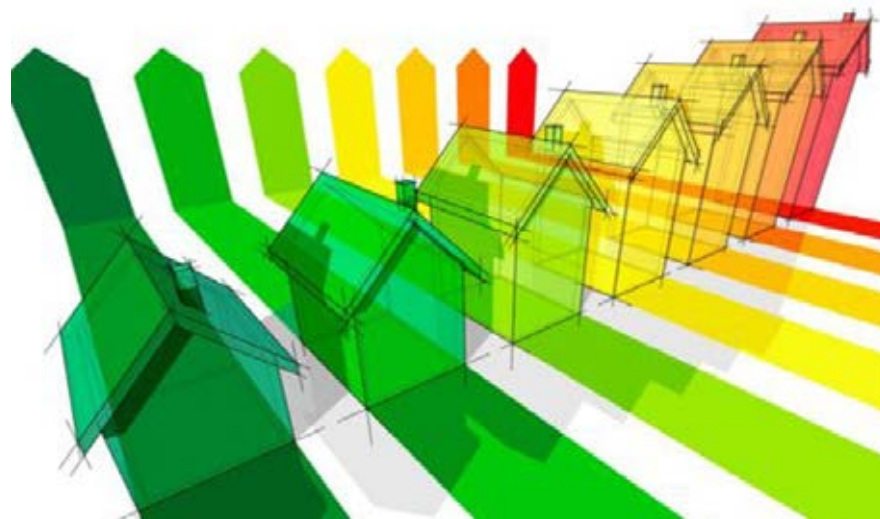


di Ingegneria dell'Università di Bologna, nonché da professionisti appartenenti all'associazione Manifattura Urbana.

Da un punto di vista economico, circa il 75% delle lavorazioni risulta fattibile in autocostruzione. Il dato più interessante risulta tuttavia il risparmio che questo provoca sull'importo totale dei lavori. Il 75% delle lavorazioni equivale a una somma pari a 27.244,16€, che sul totale di 119.064,83€ equivale al 22,88%.

### Risparmio sull'importo totale dei lavori







# 4. CERTIFICAZIONI ENERGETICHE

<b>4. Introduzione</b> .....	<b>158</b>
<b>4.1. Certificazione energetica (ex Legge 10)</b> .....	<b>159</b>
4.1.1. Normative comunitarie.....	159
4.1.2. Quadro normativo italiano.....	161
4.1.3. Attestato di Prestazione Energetica .....	167
4.1.4. Attestato di Prestazione Energetica e Modulo Eco.....	169
<b>4.2. CasaClima</b> .....	<b>170</b>
4.2.1. Il processo di certificazione.....	173
4.2.2. Certificazione CasaClima e Modulo Eco.....	175
<b>4.3. Arca</b> .....	<b>180</b>
4.3.1. Il processo di certificazione.....	182
4.3.2. Punteggi.....	184
4.3.3. Certificazione Arca e Modulo Eco.....	188
<b>4.3. Simulazioni dinamiche</b> .....	<b>189</b>

## 4. Introduzione

In questo capitolo si affronterà il tema delle certificazioni energetiche obbligatorie e volontarie andando ad analizzare uno per uno i principali enti coinvolti nel progetto Modulo Eco. La motivazione per la quale sono state richieste delle certificazioni energetiche volontarie è la volontà di avere un attestato esterno, proveniente da enti terzi, sulla corretta progettazione e realizzazione di tutto l'edificio.

Tra gli enti certificatori che hanno creduto realmente a questo progetto fornendo la propria certificazione gratuita ci sono CasaClima e Arca. Inoltre lo studio tecnico di ingegneria COBE provvederà a redigere l'attestato di prestazione energetica insieme alla Relazione tecnica Legge 10.

## 4.1. Certificazione energetica (ex Legge 10)

È una procedura di valutazione volta a promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici e degli impianti, grazie alla informazione fornita ai proprietari e utilizzatori, dei suoi consumi energetici richiesti per mantenere un determinato clima interno. Essa fa parte delle misure volte alla tutela dell'ambiente, sia per un conseguente freno all'utilizzo delle risorse naturali, sia per un desiderabile contenimento delle emissioni clima alteranti. Si tratta di un documento redatto da un tecnico abilitato, il certificatore energetico, che tiene conto delle caratteristiche architettoniche dell'edificio, dei prospetti, della zona climatica, dell'affaccio delle singole facciate, del tipo di riscaldamento e di tutto ciò che può influire sui consumi energetici. Diverse nazioni in tutto il mondo hanno creato dispositivi capaci di calcolare l'efficienza energetica degli edifici: l'Unione europea ha emanato una serie di direttive per dare ai singoli stati membri dispositivi simili per la valutazione energetica.

Di seguito le normative europee e italiane riguardanti la gestione delle certificazioni energetiche.

### 4.1.1. Normative comunitarie

In materia di efficienza energetica la Comunità Europea ha indicato ai Paesi membri la strada da percorrere prima attraverso la Direttiva

2002/91/CE “Rendimento energetico in edilizia” anche EPBD (Energy Performance Buildings Directive) e poi con la Direttiva 2010/31/UE (detta anche EPBD2) in vigore dal 9 luglio 2010 e infine con la Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012 che stabilisce un quadro di misure che gli stati membri devono adottare al fine di raggiungere entro il 2020 una riduzione del 20% dei consumi energetici grazie all’efficienza energetica.

La **Direttiva 2002/91/CE** adotta le misure necessarie per rispettare il protocollo di Kyoto in considerazione che il settore residenziale e terziario rappresenta il 40% dei consumi totali di Energia in Europa; è in linea con l’obiettivo di limitazione di gas serra in particolare CO<sub>2</sub> nel settore civile per esigenze di tutela del clima globale; fissa le linee guida per gli stati membri (in parte già contenuti nella L. 10/91 e recepita dal D.Lgs 192/05) che riguardano sia i requisiti di rendimento energetico per i nuovi edifici e quelli esistenti sia la Certificazione Energetica degli edifici.

Secondo il legislatore Europeo la certificazione è uno strumento di trasformazione del mercato immobiliare che ne migliora la trasparenza fornendo agli acquirenti e locatari informazioni oggettive sulle prestazioni energetiche dell’immobile da acquistare o da locare. L’effetto sperato sul valore di mercato degli immobili era quello di incentivare nel medio termine la riqualificazione degli edifici a bassa prestazione energetica.

La **Direttiva 2010/31/UE** nasce per conferire un ruolo di primo piano

al settore pubblico per ampliare il campo di applicazione. Introduce il concetto di edificio a consumo quasi zero. Tale direttiva impone a partire dal 31 dicembre 2018 che gli edifici di nuova costruzione occupati da Pubbliche Amministrazioni e di proprietà di queste ultime, compresi gli edifici scolastici, devono essere progettati e realizzati come edifici a energia quasi zero. Mentre dal 1 gennaio 2021 tale disposizione è estesa a tutti gli edifici di nuova costruzione.

La **Direttiva 2012/27/UE** conferma che l'efficienza energetica rientra fra gli obiettivi prioritari della nuova «Strategia Europa 2020» strategia dell'Unione per una crescita intelligente (più investimenti nell'istruzione, ricerca e innovazione), sostenibile (economia a bassa emissione di CO<sub>2</sub>) e solidale (creazione di posti di lavoro e riduzione della povertà); vengono istituiti degli investimenti nell'efficienza energetica perché si ritiene possano contribuire alla crescita economica, all'occupazione, nei settori qualificati del commercio e dell'edilizia, nonché nella produzione di prodotti edili e nelle attività professionali; Si punta ad aumentare il tasso di ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e commerciali sia pubblici che privati; pone nuovi obblighi soprattutto a carico del parco immobiliare pubblico.

## 4.1.2. Quadro normativo italiano

La **Legge 10/91** "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di

sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” è stata la prima legge che mette una pietra miliare su quella che sarà in futuro tutta la politica del risparmio energetico. È nata con l’intento di razionalizzare l’uso dell’energia per il riscaldamento. Il legislatore comincia a dividere l’Italia per aree geografiche, in zone climatiche classificandole con periodi precisi di esercizio (A, B, C, D, E, F) che prevedono determinate temperature. Le zone climatiche sono classificate anche in base alle velocità dei venti, con coefficienti di esposizione. La legge propone un percorso per la valutazione del bilancio energetico invernale di un edificio in cui vi sono apporti di calore e dispersioni di calore: la loro somma algebrica rappresenta il bilancio energetico. Per far sì che questo bilancio sia attivo (cioè l’interno dell’edificio sia più caldo dell’esterno) è necessario spendere dell’energia (primaria) per ottenere una determinata temperatura prefissata (21 °C). La legge impone anche la verifica della “tenuta” dell’isolamento di pareti e tetto al fine di non disperdere calore inutilmente: l’obiettivo è proprio quello di mantenere il più possibile il calore senza disperderlo, per risparmiare energia.

A seguito della Legge 10 fu emanato il decreto **D.P.R. 412/1993** “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia” contenente il Regolamento con le norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai

fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 della legge 10/91. Questo decreto si basa sulla determinazione del FEN (fabbisogno energetico normalizzato) e del rendimento globale stagionale dell'impianto termico. Il territorio nazionale viene classificato in funzione del numero di gradi giorno (GG), intesi come la somma annuale delle differenze positive giornaliere tra la temperatura ambiente e la temperatura media esterna giornaliera ricavata dalla UNI 10349. Sono state individuate sei zone climatiche contraddistinte da una lettera che va dalla A alla F e ad ognuna viene associato un periodo convenzionale di riscaldamento.

Nel 2005 in Italia si recepisce la direttiva europea 2002/91/CE tramite il **D.Lgs. 192/2005** "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia". Gli obiettivi del decreto sono la definizione del metodo di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici; l'applicazione dei requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici; definizione dei criteri generali per la certificazione energetica e per garantire la qualificazione e l'indipendenza degli esperti; garantire le ispezioni periodiche degli impianti di climatizzazione e l'uso razionale dell'energia attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali.

Nel dicembre del 2006 viene emanato un decreto che va ad aggiornare quello descritto prima del 2005. Questo è il **D.Lgs. 311/2006** "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE,

relativa al rendimento energetico nell'edilizia" e ha reso più severi i limiti da verificare. Il parametro principale è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI), espresso (per il settore residenziale) in kWh/m<sup>2</sup> annuo, differenziato per zone climatiche ed in funzione del fattore di forma dell'edificio, con tre soglie temporali: gennaio 2006, gennaio 2008 e gennaio 2010. Manca tuttavia la modalità con cui la certificazione energetica debba essere applicata e introduce in via transitoria, e sino alla data di entrata in vigore delle linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, l'attestato di qualificazione energetica (AQE).

In seguito è stato emanato il **DPR 59/2009** "Attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, concernente attuazione della direttiva 2002/91/ce sul rendimento energetico in edilizia" con la finalità di promuovere un'applicazione omogenea, coordinata e immediatamente operativa delle norme per l'efficienza energetica sul territorio nazionale. Sono state definite le metodologie, i criteri e i requisiti minimi di edifici e impianti relativamente alla climatizzazione invernale ed estiva, alla fornitura di acqua calda sanitaria e all'illuminazione artificiale di edifici non residenziali. L'art. 3 individua le norme tecniche di riferimento riconosciute a livello nazionale per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici tra cui la UNI-TS-11300 parte 1 (determinazione fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale)



e parte 2 (determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria). Mentre l'art. 4 indica il limite oltre il quale non può andare l'indice di prestazione energetica in regime invernale (EPI) in riferimento all'Allegato C del D.Lgs. 311/2006.

Nel 2009, tramite il **DM del 26 giugno 2009** "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", vengono emanate le linee guida nazionali per la certificazione energetica. L'allegato A contiene le regole nazionali sulla certificazione energetica degli edifici e il modulo di certificato. Tale decreto indica i contenuti dell'attestato di certificazione energetica con i valori di riferimento a norma di legge e le classi prestazionali, oltre ad indicazioni economicamente sostenibili per interventi di riqualificazione energetica.

Col **D.Lgs. 28/2011** "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", si recepisce in Italia la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Tra le novità introdotte vi è la definizione degli obblighi di utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e sottoposti a ristrutturazioni; l'obbligo in sede di compravendita e locazione di introduzione di una clausola in cui l'acquirente o il locatore dichiara di aver ricevuto le informazioni riguardanti la certificazione energetica degli edifici; l'obbligo per tutti gli annunci di vendita di riportare l'indice di prestazione energetica. Il **DL 63/2013** "Disposizioni urgenti per l'attuazione di obblighi

comunitari e per il recepimento della direttiva 2010/31/UE in materia di prestazione energetica nell'edilizia" (c.d. decreto eco-bonus in seguito convertito in Legge: L 90/2013), introduce una serie di novità, prima delle quali il cambio di nominativo dell'attestato di certificazione energetica in attestato di prestazione energetica (da ACE ad APE). Viene poi introdotto l'obbligo di rilascio dell'attestato anche per le locazioni di edifici/unità immobiliari. Inoltre il rilascio dell'attestato da parte del professionista costituisce una dichiarazione sostitutiva di atto notorio.

L'ultimo tassello normativo attualmente in vigore è il **DM del 26 giugno 2015** "Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" prevede nuove regole definite sulla base dei criteri e degli indirizzi stabiliti dalla Direttiva 2010/31/UE che vanno a sostituire quelle fissate dal D.P.R. n. 59/2009. Una delle principali novità introdotte è il cambiamento della metodologia di verifica del rispetto dei requisiti minimi richiesti dal decreto, infatti per determinare il valore limite di prestazione energetica di un edificio, al posto della precedente tabella da cui estrapolare tale valore in funzione dei gradi giorno e del rapporto di forma S/V dell'edificio, occorrerà effettuare il calcolo del fabbisogno di energia per il cosiddetto "edificio di riferimento", ovvero un edificio identico a quello oggetto della progettazione per geometria, orientamento, ubicazione geografica, destinazione d'uso e tipologia di impianto, avente però le caratteristiche termiche ed energetiche (relative alla

trasmittanza dell'involucro e al rendimento degli impianti) fissate dal decreto. Altra novità riguarda i servizi energetici da considerare ai fini del calcolo della prestazione energetica che è definita come la quantità di energia necessaria annualmente a soddisfare tutte le esigenze connesse a un uso standard dell'edificio e corrisponde al fabbisogno energetico annuale globale in energia primaria per il riscaldamento, il raffrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda sanitaria, e, nel settore non residenziale, per l'illuminazione, gli impianti ascensore e le scale mobili.

Inoltre il Ministero dello Sviluppo economico ha emanato altri due provvedimenti, che definiscono le nuove Linee guida nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici e i modelli di relazione tecnica di progetto attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

### **4.1.3. Attestato di Prestazione Energetica**

È un documento ufficiale, valido 10 anni, prodotto da un soggetto accreditato (certificatore energetico) e dai diversi organismi riconosciuti a livello locale e regionale. È il documento che stabilisce in valore assoluto il livello di consumo dell'immobile inserendolo in un'apposita classe di appartenenza. Più è bassa la lettera associata all'immobile, maggiore è il suo consumo energetico.

La sua utilità al momento ha cinque scopi principali che prevedono

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**  
 CODICE IDENTIFICATIVO: VALUTAZIONE APE

**DATI GENERALI**

Destinazione d'uso:  
 Residenziale  
 Non residenziale

Condizione D.F.B. 412/93: \_\_\_\_\_

Oggetto dell'istruttoria:  
 intero edificio  
 Unità immobiliare  
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: \_\_\_\_\_

Altre costruzioni:  
 Nuova costruzione  
 Patrimonio di proprietà  
 Cassazione  
 Ristrutturazione ingombrante  
 Riprodottrice energetica  
 Altro

**Dati identificativi**

Regione: \_\_\_\_\_  
 Comune: \_\_\_\_\_  
 Indirizzo: \_\_\_\_\_  
 Piano: \_\_\_\_\_  
 Intero: \_\_\_\_\_  
 Coordinate GIS: \_\_\_\_\_

Zona climatica:  
 Area di costruzione: \_\_\_\_\_  
 Superficie utile riscaldata (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_  
 Superficie utile raffrescata (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_  
 Volume lordo riscaldato (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_  
 Volume lordo raffrescato (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_

Caratteristiche costruttive: \_\_\_\_\_

Servizi energetici presenti:  
 Ottimizzazione invernale  
 Ottimizzazione estiva  
 Ventilazione meccanica  
 Prod. acqua calda sanitaria  
 Illuminazione  
 Trappole di calore a base

**PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALI E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rilevabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**Prestazione energetica del fabbricato**

INVERNO: \_\_\_\_\_  
 ESTATE: \_\_\_\_\_

**Prestazione energetica globale**

Indice di prestazione energetica globale non rilevabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti.

**CLASSE ENERGETICA**

EP<sub>glnren</sub> 100 kWh/m<sup>2</sup> anno

Se nuovi: \_\_\_\_\_  
 Se esistenti: \_\_\_\_\_

Fig. 4.1. Prima pagina dell'attestato di prestazione energetica degli edifici non compilato.

l'obbligo della sua compilazione: per redigere rogito in quanto è richiesto per gli atti notarili di compravendita di immobili e l'assenza di tale attestato comporta sanzioni comprese tra 3.000 e 18.000 €, a carico di entrambe le parti; per i contratti d'affitto ma con sanzioni più economiche in caso di assenza; per l'accesso alle detrazioni del 65% sul reddito IRPEF; per pubblicizzare annunci immobiliari; per ottenere dal GSE (Gestore Servizi Energetici) gli incentivi statali sull'energia prodotta da impianti fotovoltaici.

Con l'introduzione dei decreti attuativi da parte di diverse regioni, si sono costituiti organismi che supervisionano i professionisti abilitati alla redazione dell'attestato energetico.

In alcuni casi non è obbligatorio redigere l'attestato di prestazione energetica. Questi sono ad esempio gli immobili destinati a luoghi di culto; gli edifici "secondari" come legnaie, portici, piscine, gazebo ecc. e quelli rustici, ovvero senza infissi, rifiniture e impiantistica; i fabbricati non abitativi (garage, cantine, depositi, ecc.); i fabbricati agricoli non residenziali e privi di riscaldamento; i fabbricati isolati con una superficie utile minore di 50 m<sup>2</sup>; fabbricati industriali e artigianali particolari riscaldati per esigenze particolari – come le serre - oppure climatizzati tramite la combustione di residui del processo produttivo non utilizzabili in altro modo.

Per redigere l'Attestato di Certificazione di un edificio o di una unità immobiliare è necessario effettuare dei calcoli per quantificare i consumi energetici dell'edificio in condizioni di utilizzo e climatiche

standard a seconda della zona climatica. Avviare la Diagnosi Energetica invece significa svolgere una procedura sistematica volta ad acquisire adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico effettivo di un edificio o di una unità immobiliare.

La diagnosi energetica consente di individuare le inefficienze e le criticità e di intervenire con le soluzioni a minor costo e maggior efficacia per la riduzione dei consumi energetici, individuando e quantificando le opportunità di risparmio energetico anche sotto il profilo dei costi/benefici.

La diagnosi energetica integra i dati raccolti sul campo, a seguito di sopralluoghi, con strumenti di calcolo (elaborazione di un modello matematico dell'edificio) attraverso i quali individuare e analizzare gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio o della unità immobiliare.

#### **4.1.4. Attestato di Prestazione Energetica e Modulo Eco**

Poiché il Modulo Eco non è stato ancora completato, non è possibile avere la certezza dell'attribuzione della certificazione. Attualmente si sta seguendo tutto l'iter per conseguirla e tutti i file di progetto sono stati inviati allo studio che eseguirà la diagnosi energetica. Solo dopo la costruzione e la visita obbligatoria nell'edificio si potranno calcolare i valori di riferimento dell'edificio che consentiranno di individuare la relativa classe di certificazione.



Fig. 4.2. Logo CasaClima.

## 4.2. CasaClima<sup>1</sup>

CasaClima (in tedesco KlimaHaus, in inglese ClimateHouse) è un metodo di certificazione energetica degli edifici presentato nel 2002 in ottemperanza a quanto già prescritto dalla Comunità europea con la direttiva 2002/91/CE, che, a seguito del protocollo di Kyoto, tratta la questione della certificazione energetica degli edifici. È stato ideato da Norbert Lantschner, ex direttore dell'Ufficio "Aria e Rumore", del APPA della Provincia autonoma di Bolzano. L'attenzione per l'ambiente dell'Alto Adige si evidenzia già negli anni '80, con le prime iniziative di promozione del risparmio energetico. Nel 1992 la provincia di Bolzano e i comuni altoatesini aderiscono all'Alleanza per il clima, una collaborazione internazionale tra comuni europei e indigeni della foresta amazzonica.

Nel maggio 2002 la prima casa certificata CasaClima riceve la cosiddetta "Targhetta", che attesta il livello di efficienza energetica raggiunto (in quel caso il livello "A")<sup>2</sup>. In seguito viene introdotto un livello superiore, il livello "Oro", mentre nell'ottobre dello stesso anno il Comune di Bolzano adotta i principi di CasaClima nel proprio regolamento comunale.

L'Agenzia CasaClima attualmente è un organo certificatore pubblico indipendente, accreditato nel 2005 come ente certificatore dalla

<sup>1</sup> <http://www.agenziacasaclima.it/it/casaclima/1-0.html>

<sup>2</sup> <http://www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/chi-siamo/casaclima-history/438-0.html>

Provincia di Bolzano, la quale con il DPGP 29/09/2004, nr. 34 ha stabilito che tutte le nuove costruzioni realizzate in provincia, dal 12 gennaio 2005 devono rispettare come minimo la classe energetica C (ad oggi molti sono i comuni che si sono autoregolamentati e che richiedono la classe B). Nel 2008 viene raggiunto il numero di 1000 edifici certificati, di cui 172 quelli realizzati fuori dalla provincia di Bolzano. Ad oggi sono stati certificati 5000 edifici CasaClima e più di 900 progetti sono in fase di certificazione, distribuiti su tutto il territorio nazionale<sup>3</sup>.

Il termine CasaClima non identifica uno stile architettonico o un sistema costruttivo ma uno standard energetico. Una CasaClima è un edificio in grado di assicurare un'alta efficienza energetica con conseguente risparmio di energia e riduzione dei costi per la climatizzazione. Per diffondere i principi base dello standard CasaClima vengono offerti corsi a pagamento per progettisti, artigiani e committenti. Il modello di certificazione energetica CasaClima è in continua espansione, non solo sul territorio nazionale ma anche in Austria e in Germania dove sono state rilasciate le prime certificazioni energetiche.

L'obiettivo di CasaClima è quello di coniugare l'efficienza energetica con il benessere dell'abitante attraverso la realizzazione di edifici con un elevato grado di isolamento termico e una struttura compatta.

La filosofia di CasaClima si basa su un semplice decalogo:

- Utilizzo dell'energia solare;
- Efficienza, risparmio energetico ed energie rinnovabili;

---

<sup>3</sup> <http://www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/25-0.html>

- Creazione di ambienti sani e confortevoli che favoriscono la consapevolezza;
- Collocazione centrale per le persone;
- Ricerca della bellezza e del benessere;
- Interventi che durino nel tempo;
- Risanamento energetico degli edifici esistenti;
- Nuove costruzioni che non necessitino di energia;
- Scelta di tecniche e tecnologie efficienti;

- Considerare le esigenze del singolo senza limitare quelle degli altri;

Il protocollo CasaClima prevede una classificazione degli edifici in classi di prestazione energetica in base al fabbisogno calcolato di energia termica annuale per riscaldamento riferito alla superficie netta riscaldata o indice termico. Questa classificazione privilegia la scelta di interventi che, al fine di contenere i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento, vanno ad agire in primis sull'efficienza energetica dell'involucro edilizio, ossia sull'isolamento termico. Oltre all'indice termico, il protocollo di certificazione prevede anche il calcolo del rendimento energetico complessivo del sistema edificio-impianti espresso in fabbisogno annuo di energia primaria per riscaldamento, acqua calda, illuminazione, raffrescamento (in kWh/m<sup>2</sup> annuo) e in indice di emissione di CO<sub>2</sub> equivalente (in kg/m<sup>2</sup> annuo).

A questo si accompagna sempre un alto standard qualitativo ed elevate condizioni di comfort per gli abitanti. La prima scelta da compiere insieme al progettista riguarda quindi lo standard energetico che si



vuole raggiungere con la propria casa.

Il certificato energetico evidenzia l'entità del fabbisogno di energia di un edificio, e presenta due classificazioni energetiche di cui una riguarda la classe di isolamento termico dell'edificio e la seconda la qualità dell'impiantistica. La rappresentazione grafica è molto simile a quella del certificato nazionale: ci sono delle bande colorate suddivise per classi energetiche dal verde (più prestazionale) al rosso (meno prestazionale) così anche i principianti possono capire se un edificio consuma molta o poca energia.

Le classi energetiche raggiungibili sono tre: la più performante è la CasaClima Gold, poi vengono la CasaClima A e la CasaClima B.

CasaClima Gold (o Oro) è quella che richiede il consumo di energia più basso: 10 kWh/m<sup>2</sup> annuo, valore che può essere garantito anche in assenza di un sistema di riscaldamento attivo. Viene detta anche "casa da un litro" perché per ogni metro quadro necessita di un litro di gasolio o di un metro cubo di gas l'anno.

CasaClima A invece prevede un consumo inferiore ai 30 kWh/m<sup>2</sup> e viene definita "casa da tre litri".

CasaClima B invece prevede un consumo inferiore ai 50 kWh/m<sup>2</sup> e viene definita "casa da cinque litri".

### 4.2.1. Il processo di certificazione

La certificazione con sigillo di qualità CasaClima attesta l'efficienza energetica, ma anche l'elevato standard qualitativo della costruzione.



**Fig. 4.3.** Targhetta di una Casaclima Gold, detta anche "casa da un litro".

Non sempre un buon progetto si risolve necessariamente in una buona costruzione. Per questo è necessario controllare attentamente che tutto ciò che viene dichiarato sia anche poi correttamente realizzato in cantiere. Tutta la certificazione avviene a costi trasparenti. L'Agenzia CasaClima, dopo aver analizzato attentamente la documentazione di progetto (compresi i dettagli costruttivi) e di calcolo presentata dai richiedenti, procede alla nomina di un proprio Auditore autorizzato. Questi effettuerà i controlli in cantiere (almeno 2) durante le fasi più significative della costruzione e procederà a stilare un resoconto completo sulla corrispondenza o mancata corrispondenza con i dati di progetto e su eventuali criticità riscontrate. Solo a edificio concluso, e con verifica finale positiva, l'Agenzia CasaClima rilascerà il certificato e la targhetta CasaClima, da appendere vicino all'ingresso per comunicare il basso consumo energetico e l'elevata qualità dell'edificio.

Per permettere il controllo del fabbricato e garantire la qualità e lo standard costruttivo CasaClima, è opportuno presentare tutta la documentazione prima dell'inizio dei lavori.

Nel dettaglio bisogna inviare:

- il modulo di richiesta;
- la lettera d'impegno;
- il calcolo CasaClima tramite l'utilizzo del programma ProCasaClima;
- il progetto, che include la planimetria con indicazione del nord geografico, la planimetria di tutti i piani con evidenziate le

superfici riscaldate, i prospetti delle facciate con indicazione elementi strutturali, le sezioni quotate con evidenziate zone riscaldate e i dettagli delle stratigrafie;

- i dettagli costruttivi dei principali ponti termici con indicazione materiali utilizzati;
- i dati impianto di ventilazione meccanica controllata (se esistente);
- i certificati di prova di materiali, porte, finestre; i cronoprogramma fase di cantiere;
- accurata foto-documentazione della fase di cantiere;
- la Check-list contenente i presupposti per ottenere la targhetta CasaClima.

La certificazione energetica CasaClima non è però solo un processo di verifica la qualità degli edifici. Il progettista può rivolgersi all'agenzia per avere consigli e delucidazioni in fase progettuale per migliorare il suo progetto dal punto di vista energetico.

## 4.2.2. Certificazione CasaClima e Modulo Eco

In fase progettuale ci si interfaccia con il software ProCasaClima 2015 (Versione 2.0). ProCasaClima 2015 è un tool di calcolo su base Excel®, scaricabile gratuitamente dal sito dell'Agenzia CasaClima, per la valutazione del fabbisogno energetico per il riscaldamento e la produzione dell'acqua calda sanitaria, ma anche per il raffrescamento, la deumidificazione, l'illuminazione e l'energia ausiliaria. È integrata nel calcolo anche la valutazione ambientale per le certificazioni

di sostenibilità (calcolo Nature). Il calcolo impiantistico, rivisto e ampliato, consente la valutazione del fabbisogno di energia primaria, delle emissioni di CO<sub>2</sub> e della quota di energia rinnovabile. Tra le funzioni introdotte anche la possibilità di eseguire la simulazione dinamica, fondamentale per un'efficace valutazione del comfort indoor.

Il ProCasaClima 2015 è uno strumento particolarmente flessibile utilizzabile sia per la certificazione sia per la progettazione, oltre

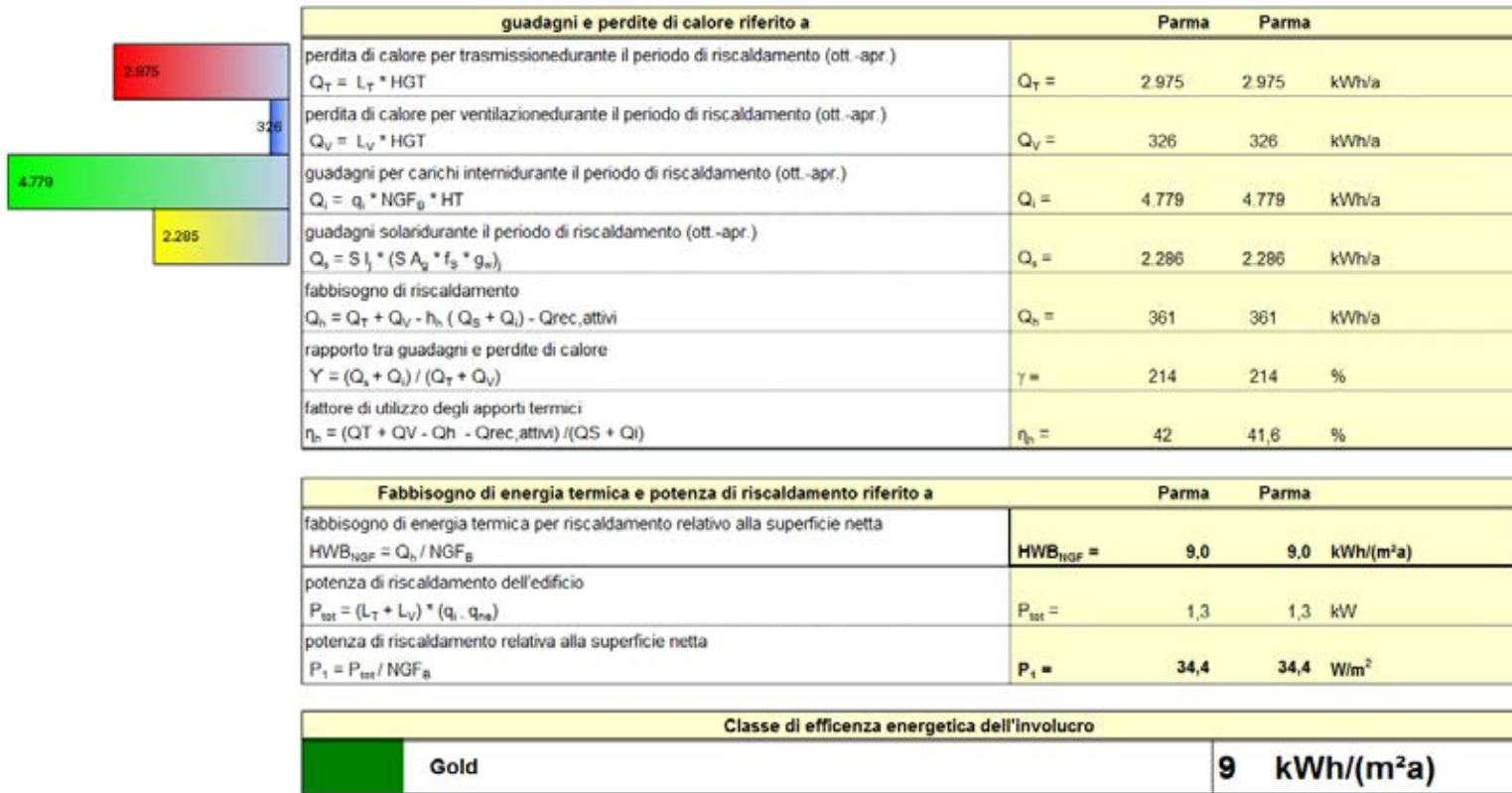


Fig. 4.4. ProCasaClima 2015. Fabbisogno di riscaldamento in fase invernale.

che per la valutazione delle diverse scelte impiantistiche anche dal punto di vista dei costi benefici. Permette, inoltre, di eseguire il solo calcolo semplificato per una veloce valutazione di massima.

Il Modulo Eco ha un basso fabbisogno energetico in regime invernale e un non così basso fabbisogno di raffrescamento in regime estivo. Questo è dato essenzialmente dagli apporti interni, come si può notare dalla barra in verde, e dagli apporti solari, che si cerca di limitare con schermature. È immediato capire che il comfort interno

coefficiente medio di trasmissione globale			
coefficiente medio di trasmissione globale dell'involucro dell'edificio $U_m = L_T / A_B$		$U_m =$	0,23 W/(m²K)

guadagni e perdite di calore riferito a		Parma	Parma
perdita di calore per trasmissione durante il periodo di raffrescamento (mag.-sett.) $Q_T$	$Q_T =$	727	727 kWh/a
perdita di calore per ventilazione durante il periodo di raffrescamento (mag.-sett.) $Q_V$	$Q_V =$	264	264 kWh/a
guadagni per carichi interni durante il periodo di raffrescamento (mag.-sett.) $Q_i = q_i \cdot NGF_B \cdot HT$	$Q_i =$	3.449	3.449 kWh/a
guadagni solari durante il periodo di raffrescamento (mag.-sett.) $Q_s = S_j \cdot (S A_g \cdot f_s \cdot g_n)$	$Q_s =$	376	376 kWh/a
fabbisogno raffrescamento sensibile $Q_s = Q_s + Q_i - h_o (Q_T + Q_V)$	$Q_c =$	3.008	3.008 kWh/a
rapporto tra guadagni e perdite di calore $Y = (Q_s + Q_i) / (Q_T + Q_V)$	$\gamma =$	386	386 %
fattore di utilizzo delle dispersioni termiche $\eta_{ts} = (Q_s + Q_i - Q_h) / (Q_T + Q_V)$	$\eta_{ts} =$	97	97 %

fabbisogno di raffrescamento		Parma	Parma
fabbisogno raffrescamento sensibile	$Q_{c,SENS} =$	80,0	80,0 kWh/(m²a)
fabbisogno deumidificazione	$Q_{DEUM} =$	15,0	15,0 kWh/(m²a)
fabbisogno raffrescamento e deumidificazione $Q_c = Q_{c,SENS} + Q_{DEUM}$	$Q_c =$	95,0	95,0 kWh/(m²a)

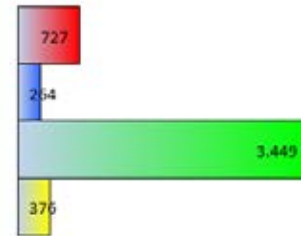


Fig. 4.5. ProCasaClima 2015. Fabbisogno di raffrescamento in fase estiva.

sarà estremamente dipendente dal numero di persone all'interno del padiglione. Per mitigare gli sbalzi termici e garantire un adeguato livello di comfort è necessaria la presenza di un impianto di raffrescamento combinato con una ventilazione che costantemente cambi l'aria viziata. Gli stessi apporti interni in inverno generano invece comfort e necessitano solo di ricambio d'aria (con recupero del calore in uscita). Si cerca di limitare al massimo le perdite di calore in regime invernale per ventilazione inserendo la serra bioclimatica che, oltre a generare calore, funge da filtro tra l'interno e l'esterno. Il padiglione infatti è una tipologia edilizia continuamente soggetta a ingressi e uscite di persone e quindi soggetta a grandi dispersioni per ventilazione.

Quantificare gli apporti positivi generati dalla serra bioclimatica non è tuttavia possibile con il software ProCasaClima; tantomeno quelli dati dal muro a massa ventilata presente nella sala principale. La vera efficienza di queste tecnologie e sperimentazioni verrà verificata in loco empiricamente, inserendo sensori e monitorando i flussi termici. Date le ottime prestazioni in regime invernale non si prevede l'installazione di un vero e proprio impianto di puro riscaldamento, bensì l'inserimento di una pompa di calore che può funzionare sia in regime invernale, scaldando, che in regime estivo, raffrescando. Il fabbisogno energetico di questa pompa di calore è coperto dal fotovoltaico in copertura.

Poiché il Modulo Eco non è stato ancora completato, non è possibile

avere la certezza dell'attribuzione della certificazione. Attualmente si sta seguendo tutto l'iter per conseguirla e tutti i files di progetto sono stati inviati all'organismo di certificazione per una prima verifica. Solo dopo le visite in cantiere e le prove in cantiere si potranno calcolare i valori di riferimento dell'edificio al quale sarà attribuita una classe di certificazione.

Tuttavia sussiste un rapporto collaborativo tra i progettisti e CasaClima, che dispensa consigli e osservazioni utili alla progettazione, come il dimensionamento dello sporto sul prospetto Sud, eseguito dopo un attento studio delle ombre con il software Ecotect.

**Fig. 4.6.** Studio delle ombre per dimensionamento dello sporto. Le immagini sopra sono degli shadow range nel giorno del 21 Giugno rispettivamente dalle 11.00 alle 14.00 e dalle 14.00 alle 18.00. Le immagini in basso coprono gli stessi orari, ma inserendo uno sporto di 1m di lunghezza.

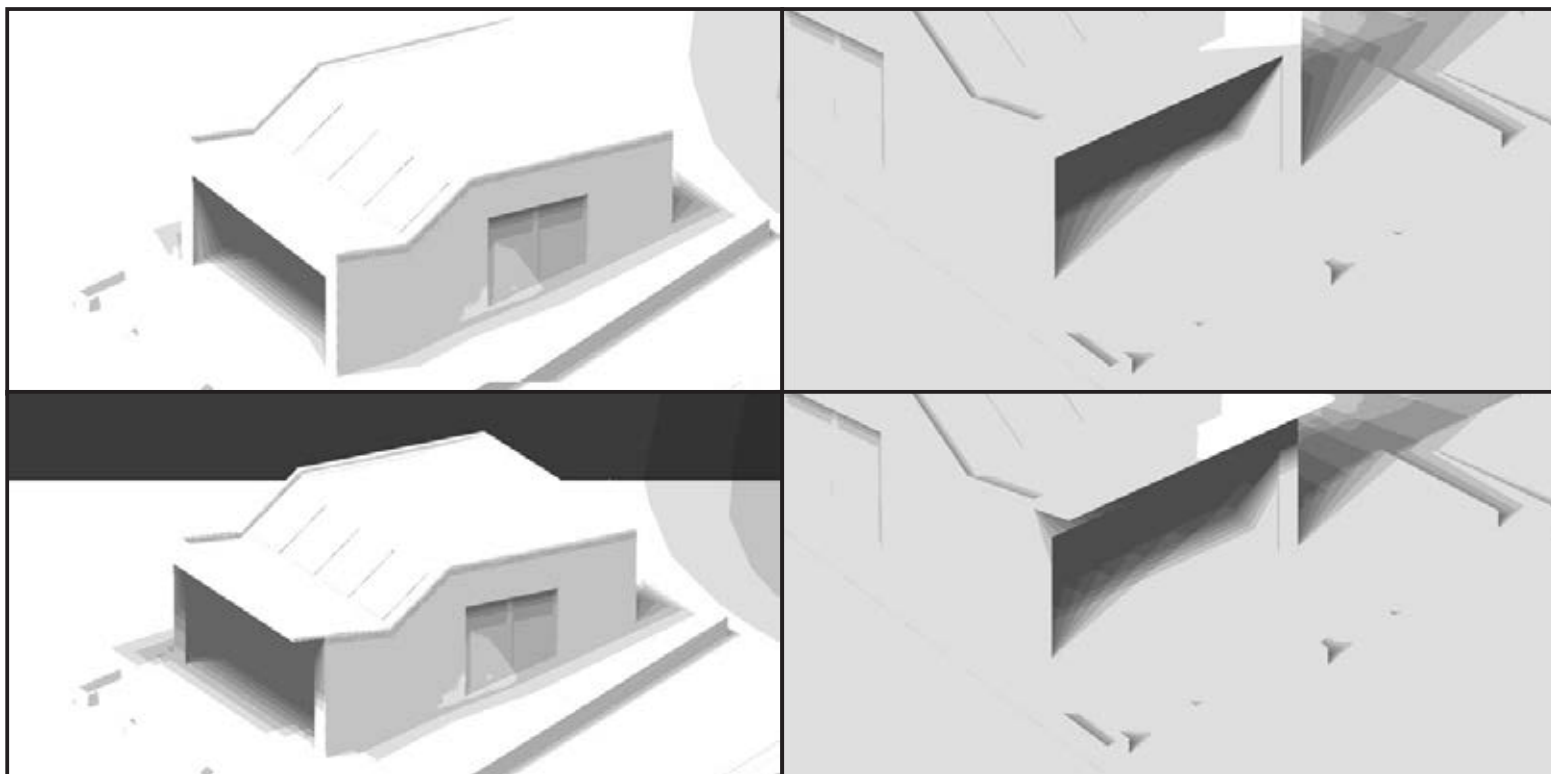




Fig. 4.7. Logo Arca.

### 4.3. Arca<sup>4</sup>

ARCA (ARchitettura-ComFORT-Ambiente) è il primo sistema di certificazione ideato e realizzato esclusivamente per edifici con struttura portante in legno ed è nato per garantire la sicurezza, l'efficienza energetica, il comfort e la sostenibilità degli edifici lignei. Il progetto nasce nel 2009 in Trentino su iniziativa della Provincia Autonoma di Trento con l'intento di valorizzare un prodotto innovativo e tecnologicamente evoluto, l'edificio in legno, in grado di competere in un mercato in forte crescita ed espansione come l'edilizia sostenibile. Inoltre mira a creare un sistema di promozione e catalizzazione al fine di favorire lo sviluppo di reti e sinergie attorno ad un modo di costruire che caratterizza il territorio trentino sotto i profili del know how e della qualità progettuale e costruttiva, nonché della valorizzazione della risorsa legno, per rafforzare la competitività dei vari operatori. ARCA intende valorizzare le eccellenze locali che si occupano di ricerca (Università degli Studi di Trento, CNR-Ivalsa), le imprese e le organizzazioni (il Distretto Tecnologico Trentino e GBC Italia) che rendono il Trentino un laboratorio di alta qualità per l'edilizia in legno, riconosciuto a livello nazionale ed internazionale. Questa certificazione ha alla base l'esperienza maturata dal progetto Sofie<sup>5</sup> resistendo a scosse sismiche di intensità pari a 7,2 gradi della



Fig. 4.8. Prova sismica del progetto SOFIE. Un edificio di 24 metri di altezza, realizzato in X-Lam, è stato sottoposto alla simulazione del terremoto di Kobe, presso il NIED di Tsukuba in Giappone, su di una tavola vibrante tra le più grandi al mondo, con una misura di 15x20 m.

<sup>4</sup> [www.arcacert.com](http://www.arcacert.com)

<sup>5</sup> SOFIE è l'edificio a sette piani divenuto famoso nel mondo per aver superato la simulazione del terremoto di Kobe (gennaio 1995, 6.500 vittime).



scala Richter. La prova è stata realizzata sulla piattaforma sismica di Miki, in Giappone, il 23 ottobre 2007. Alcuni mesi prima un prototipo di casa Sofie era riuscito a resistere per oltre un'ora ad un importante test di incendio realizzato dal Building Research Institute di Tsukuba (Giappone). Gli ottimi risultati ottenuti in questo progetto, sono stati resi possibili dall'utilizzo di materiali di qualità e dalla particolare tecnica costruttiva chiamata X-LAM (pannelli lamellari massicci a strati incrociati), sviluppata e sperimentata da CNR-Ivalsa in collaborazione con la Provincia autonoma di Trento. ARCA rappresenta un'evoluzione di Sofie ed è un sistema di certificazione applicabile a tutte le tipologie di edifici in legno. Il regolamento tecnico non definisce a priori specifiche modalità costruttive (pannello o telaio, ad esempio), non segnala soluzioni prescrittive, ma fissa gli elementi qualitativi, in modo preciso, codificato e misurabile. Si è così creato un sistema aperto dove a fare la differenza è la qualità, dimostrata oggettivamente tramite un'analisi degli elaborati progettuali, le verifiche in cantiere ed i test condotti in corso d'opera.

L'obiettivo è quindi creare un sistema certificativo che qualifichi le costruzioni in legno secondo i requisiti indicati nei Regolamenti Tecnici di certificazione ARCA attraverso un processo efficace, efficiente e trasparente, a garanzia del risultato finale.

La certificazione viene rilasciata in maniera uniforme e imparziale per tutte le costruzioni in legno che richiedano la verifica secondo i requisiti del Regolamento Tecnico e le modalità indicate nel

Regolamento di Certificazione.

I tipi di intervento certificabili da ARCA riguardano il campo delle nuove costruzioni, delle sopraelevazioni e degli ampliamenti rigorosamente con struttura portante in legno.

La certificazione ARCA si compone di prerequisiti obbligatori e di un sistema di punteggi che il Richiedente intende perseguire e che permette di posizionare l'edificio, intervento di sopraelevazione o ampliamento di legno su quattro livelli crescenti di certificazione: Green, Silver, Gold e Platinum.

### 4.3.1. Il processo di certificazione

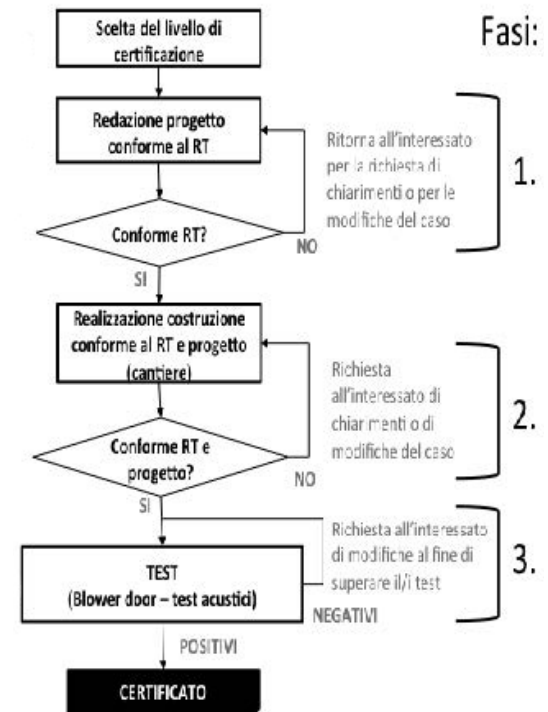
Le figure che ruotano attorno al processo sono il Richiedente della certificazione e cioè il committente delle opere da realizzare; l'Organismo di Controllo (in seguito denominato OdC) che è il referente del processo certificativo e si coordina con l'Organismo di Prova per le attività necessarie e richieste al fine del corretto svolgimento dell'iter di certificazione; l'Organismo di Prova (in seguito denominato OdP) che è incaricato ad eseguire le prove in cantiere di permeabilità all'aria e acustica; il Soggetto gestore del processo di certificazione che coordina il processo di certificazione rapportandosi con il Richiedente e gli Organismi di Controllo e di Prova.

Gli Organismi di Controllo e di Prova rilasceranno i rispettivi certificati e report in maniera autonoma in riferimento all'incarico ricevuto.

Il processo ha inizio con la compilazione, da parte del Richiedente, della domanda di certificazione per ogni singolo edificio che vuole certificare. Il Soggetto gestore del processo di certificazione provvede a verificare la possibilità di effettuare l'attività di certificazione in oggetto mediante apposito esame della domanda. In caso di esame negativo può richiedere integrazioni o chiarimenti su alcuni aspetti non chiari del progetto e di conseguenza riesaminare la richiesta approvandola o negandola; in caso di parere positivo il Soggetto gestore provvede ad inoltrare l'offerta di certificazione corredato da un numero di registrazione dell'edificio che servirà ad identificarlo per tutto il processo.

L'iter che verrà avviato subito dopo l'accettazione dell'offerta, da parte del Richiedente, porterà, attraverso diverse fasi, al rilascio del certificato ARCA. Nello specifico quest'iter prevede 4 fasi: la prima riguarda l'assistenza durante la fase progettuale. Il Richiedente deve compilare ed inoltrare il file di Check-list fornito da Arca nel quale sono indicati i requisiti obbligatori e il sistema di punteggi da perseguire per ottenere un punteggio più alto (per approfondire vedi paragrafo successivo) e i disegni tecnici dell'edificio. L' Odc provvederà ad analizzare in maniera incrociata la documentazione pervenuta (disegni e Check-list) inoltrando l'approvazione o la richiesta di modifiche per essere sicuri di conseguire il punteggio previsto. Nel momento in cui il progetto sarà conforme sia al Regolamento Tecnico di Arca che alla Check-list la fase progettuale si

**Fig. 4.10.** Esempio di una delle specifiche con i requisiti da rispettare e relativo punteggio.



**Fig. 4.9.** Schema dell'iter di certificazione da seguire per conseguire il certificato.

conclude con l'approvazione dall'OdC. La seconda fase coincide con la costruzione dell'edificio. In questo caso l'OdC vigila affinché la realizzazione avvenga in maniera conforme al progetto tramite due sopralluoghi in cantiere e richiesta di documentazione fotografica di tutte le fasi di posa dei singoli componenti dell'edificio. Qualora ci siano delle incongruenze col progetto o delle pratiche di messa in opera non corrette l'OdC può richiedere chiarimenti o modifiche del progetto. Con l'esito positivo espresso dall'OdC sulla revisione finale di congruenza tra progetto e realizzazione si conclude la seconda fase. La terza riguarda le prove in cantiere di permeabilità all'aria (tramite blower door test) e di acustica dell'involucro. In questa fase a vigilare è l'OdP che a seguito della qualità del risultato delle prove può richiedere delle modifiche sul progetto per superare entrambi i tipi di prove. In seguito l'OdC revisiona la Check-list di progetto e provvede a calcolare il punteggio finale ottenuto. Qui si conclude la terza fase e se si è riusciti a conseguire un punteggio utile da rientrare in uno dei quattro livelli di certificazione previsti, si accede all'ultima fase che è il rilascio del certificato.

### 4.3.2. Punteggi

Si possono ottenere punteggi in quattro categorie differenti che riguardano le prestazioni tecniche, la gestione dell'edificio, l'edilizia sostenibile e l'innovazione e la filiera. In ogni categoria sono presenti delle specifiche suddivise a loro volta in requisiti, ognuno

dei quali ha un determinato valore. Il soddisfacimento di un requisito piuttosto che un altro attribuisce un punteggio differente a seconda delle restrizioni previste. In alcuni casi, nelle singole specifiche è possibile soddisfare più di un requisito, in questo caso i punteggi andranno sommati. In quasi tutte le categorie però sono previsti dei prerequisiti che occorre obbligatoriamente soddisfare per poter ottenere la certificazione.

Nello specifico la categoria delle Prestazioni tecniche prevede sei specifiche:

La resistenza e sicurezza sismica dove l'intento è quello di garantire che l'edificio in legno sia progettato e realizzato in modo tale da garantire la sicurezza statica e sismica dell'intero edificio ed assicurare il rispetto degli stati limite di esercizio per le vibrazioni dei solai in legno soggetti a calpestio;

La resistenza e sicurezza al fuoco dove l'intento è quello di garantire che l'edificio in legno mantenga un idoneo livello di sicurezza in caso di incendio, per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza;

L'efficienza energetica dell'edificio dove l'intento è quello di garantire che l'edificio in legno soddisfi determinate prestazioni energetiche riguardo gli indici di prestazione energetica e le classi di certificazione energetica riferita al sistema di certificazione applicabile al luogo di edificazione;

L'isolamento acustico dove l'intento è quello di garantire che l'edificio in legno soddisfi le caratteristiche acustiche in rapporto

alla sua destinazione d'uso;

La permeabilità all'aria dell'edificio dove l'intento è quello di garantire che l'edificio in legno rispetti i valori massimi di permeabilità all'aria; La ventilazione meccanica controllata dove l'intento è quello di ottenere un comfort abitativo di elevato livello nell'ambiente interno dell'edificio in legno, in particolare per quanto riguarda la qualità dell'aria, ed assicurare un maggior risparmio energetico, evitando eccessive concentrazioni di vapore d'acqua e di altri inquinanti nell'aria.

La categoria della Gestione dell'edificio prevede sei specifiche:

L'umidità di risalita e condensazione, la realizzazione di impianti, la corretta installazione del cappotto, le prassi virtuose, il piano di manutenzione e la polizza assicurativa postuma decennale. L'intento di queste specifiche è quello di garantire che l'edificio venga progettato e realizzato secondo regole comunemente riconosciute al fine di aumentarne la qualità intrinseca e la sua durabilità, grazie rispettivamente ad una corretta mitigazione del rischio di presenza di umidità di risalita e condensazione; alla corretta integrazione degli impianti; alla corretta gestione dell'elemento cappotto; alla corretta gestione di soluzioni costruttive quali la sostituibilità di elementi di minor durata o la protezione delle strutture; alla consegna al proprietario dell'immobile di un piano di manutenzione; alla stipula di una polizza assicurativa per l'intero valore di ricostruzione a nuovo dello stesso.

La categoria dell'Edilizia sostenibile prevede tre specifiche:

La prima è sui prodotti in legno e riguarda per lo più la sua origine: se deriva ad esempio da foreste la cui gestione responsabile e sostenibile è stata certificata secondo gli schemi FSC e/o PEFC e fabbricati presso stabilimenti entro limitate distanze dal cantiere e dal bosco di approvvigionamento del legname, al fine di sostenere l'economia regionale e ridurre gli impatti sull'ambiente derivanti dal trasporto.

La seconda riguarda il programma di progettazione integrata che ha la finalità di applicare strategie che ottimizzino i costi in base ai benefici. Le azioni che si possono attuare per usufruire di questi punti sono la redazione di un cronoprogramma di cantiere, la stesura dei verbali delle riunioni in fase di realizzazione e l'identificare in fase di progettazione e realizzazione tutti i responsabili necessari.

La terza riguarda invece i materiali basso emissivi in modo da porre l'attenzione sulla qualità dell'aria indoor riducendo all'interno dell'edificio i contaminanti che risultano irritanti e nocivi per la salute degli occupanti o che ne riducono il comfort ed il benessere abitativo.

L'ultima categoria, quella dell'Innovazione e la filiera, prevede cinque

<b>Tabella Punteggio</b> (massimo punteggio ottenibile = 5):				
Rif		Voce	Fase	Punteggio
<b>A1</b>	Prerequisito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigazione del rischio di umidità di risalita</li> <li>• Mitigazione del rischio di umidità di condensazione superficiale e interstiziale</li> </ul>	<b>P&amp;C</b>	<b>3</b>
<b>B1</b>	Credito	Mitigazione del rischio di umidità di condensazione interstiziale – gestione della permeabilità al vapore (Sd)	<b>C</b>	<b>2</b>

specifiche:

La prima riguarda le soluzioni innovative e premia quelle che apportano benefici ambientali e di sicurezza significativi e misurabili dimostrando un approccio completo ed esaustivo al progetto.

La seconda riguarda la salubrità e il LCA (Life Cycle Assessment) e premia i progetti che applicano le linee guida ARCA per la salubrità dell'aria indoor e/o utilizzano il software ARCA-LCA per apportare migliorie al progetto.

La terza è su ulteriori certificazioni aggiuntive per premiare l'edificio che abbia ottenuto almeno un'altra certificazione di sostenibilità e/o qualità da parte di un ente terzo.

La quarta fa riferimento alla presenza o meno di un progettista ARCA all'interno del team di progettazione in fase di progettazione e di almeno un Progettista o Carpentiere ARCA in fase di realizzazione per favorire l'applicazione ed integrazione dello schema ARCA.

La quinta e ultima specifica è quella sui prodotti ARCA e prevede dei punteggi nel caso si utilizzino prodotti quali infissi, pannelli X-LAM o altri prodotti in legno certificati ARCA.

### 4.3.3. Certificazione Arca e Modulo Eco

Poiché il Modulo Eco non è stato ancora completato, non è possibile avere la certezza dell'attribuzione della certificazione. Attualmente si sta seguendo tutto l'iter per conseguirla e tutti i file di progetto sono stati inviati all'organismo di certificazione per una prima



verifica. Solo dopo le due visite in cantiere e le prove acustiche e di blower door test si potrà calcolare il punteggio conseguito e la corrispondente classe di certificazione.

## 4.4. Simulazioni dinamiche

La maggior parte delle analisi energetiche prese in considerazione nel processo progettuale di un edificio sono solitamente di tipologia stazionaria o semi-stazionaria. Questo tipo di analisi è la più comunemente usata per diversi motivi tra i quali spicca la semplicità di esecuzione. Ovviamente questa semplicità deriva da un alto livello di semplificazione adottata che sicuramente non è passato inosservato dal lettore. Infatti le unità temporali usate per questo calcolo vanno dalla “stagione” di riscaldamento o raffrescamento al mese. Questa semplificazione comporta delle notevoli approssimazioni nella modellazione e nei parametri che vengono presi in esame. In regime stazionario o semi-stazionario il bilancio energetico viene fatto unicamente come un confronto tra le temperature interne ed esterne avendo come elemento di separazione una parete con una trasmittanza termica definita e costante nel tempo e senza massa o sfasamento. Questi ultimi due parametri che vengono trascurati da questo tipo di simulazioni, sono di cruciale importanza per quanto riguarda i consumi finali e il comfort totale e quindi, per forza di cose, queste simulazioni spesso risultano imprecise e lacunose (il software ProCasaClima offre in realtà un approccio dinamico molto semplificato). Il Modulo

Eco tuttavia è stato oggetto di studi energetici non solo statici ma anche di tipologia dinamica. Con le simulazioni in regime dinamico, si apre un nuovo mondo ai progettisti. Infatti in questi programmi l'unità di tempo considerata è l'ora ma molto spesso si può scendere anche alla scala sub-oraria. Ciò permette di avere una descrizione minuziosa del comportamento dell'edificio ora per ora e ne permette di analizzare e sfruttare quelle che sono le caratteristiche fisiche proprie dei materiali. Questi programmi spesso riescono ad inserire input variabili come ad esempio sistemi di schermatura intelligenti, controlli di illuminazione oltre che la funzione della massa di cui calcolano adeguatamente ogni sua caratteristica e questo permette di simulare in modo realistico gli effetti di ogni singola modifica si decida di apportare alla struttura analizzata. Infatti, questo tipo di software permettono altresì di simulare nel dettaglio i vari sistemi di condizionamento presenti nell'edificio e di vederne gli effetti nei consumi ma anche nel comfort interno.

Le simulazioni dinamiche permettono non solo di ottimizzare gli apporti energetici e i consumi ma anche di ottimizzare il comportamento dell'involucro con quello degli impianti in modo da poter optare per impianti generalmente meno potenti e quindi meno costosi, il tutto garantendo un alto comfort interno.

Ovviamente l'aspetto negativo di questo processo deriva proprio dalla sua notevole complessità. Infatti questo tipo di analisi richiedono una conoscenza approfondita di ogni singolo elemento del progetto, sia

costruttivo che impiantistico ed inoltre la modellazione deve essere estremamente scrupolosa e accorta poiché anche una semplice svista può portare a risultati differenti e non realistici.

Esistono diversi programmi a pagamento che effettuano simulazioni energetiche dinamiche. Nonostante ciò, uno dei programmi più usati al mondo è Energy +, un software gratuito sviluppato dal dipartimento dell'energia degli Stati Uniti d'America con l'aiuto di alcune tra le più prestigiose università al mondo e che sempre più si sta affermando a livello mondiale. Il software Design Builder offre un'interfaccia grafica per il motore di calcolo Energy + e lo rende molto più accessibile.

Riguardo alle simulazioni dinamiche del Modulo Eco è stata redatta un'altra tesi di laurea dello studente dell'Università di Parma Mauro Fiorentino, che si è occupato dell'argomento comparando i due sistemi di simulazioni energetiche usando per il regime semi-stazionario il software Namirial Termo e per il regime dinamico il software TRNSYS.



# 5. IL CANTIERE

<b>5.1. Autocostruzione: sicurezza e responsabilità .....</b>	<b>194</b>
5.1.1. Responsabilità delle parti.....	196
5.1.1. Sicurezza in fase progettuale e sul luogo di lavoro.....	200
<b>5.2. Cantieri.....</b>	<b>202</b>
5.2.1. Workout Pasubio .....	202
5.2.2. Piazzale della pace .....	204
<b>5.3. Schemi costruttivi .....</b>	<b>206</b>
5.3.1. Evoluzione della costruzione.....	206
5.3.2. Prefabbricazione/assemblaggio dei pannelli strutturali..	208

## 5.1. Autocostruzione: sicurezza e responsabilità

L'autocostruzione è una pratica edilizia innovativa e con precise modalità costruttive, che conferisce un ruolo primario al dinamismo individuale di chi subisce direttamente le conseguenze della carenza di un alloggio a basso costo. Tuttavia, a meno di abusivismi, è vitale seguire la "legge". Si pongono le virgolette perché, in realtà, ad oggi non esiste alcuna legge nazionale che tratti in modo dettagliato l'autocostruzione o proibisca i lavori in economia diretta (o "per conto proprio"). È quindi possibile eseguirli, rispettando, però, tutte le norme concernenti tale materia, e dichiarandolo in Comune al momento della presentazione di un progetto edilizio.

Si tiene a precisare la differenza tra autocostruzione e "Attività di Edilizia Libera", "Lavoro autonomo", "Lavori in economia", talvolta oggetto di confusione. L'edilizia libera, disciplinata dall'art. 6 del T.U.E. (Testo Unico dell'Edilizia – approvato con D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001), si applica alle seguenti categorie di opere:

- interventi di manutenzione ordinaria;
- interventi rivolti all'eliminazione di barriere architettoniche purché non comportino l'edificazione di strutture che alterino la sagoma dell'edificio quali rampe o ascensori esterni;
- opere temporanee per attività di esplorazione del sottosuolo.

L'esercizio di edilizia libera ricade sotto la responsabilità del

proprietario o di chi ha diritto all'esecuzione dei lavori, sia per quanto riguarda il rispetto delle tipologie previste di intervento che il rispetto delle disposizioni di legge e complementari in materia di interventi igienico-sanitari e sicurezza.

Il lavoro autonomo è una figura prevista dal diritto del lavoro italiano, definita dall'art. 2222 del codice civile italiano come colui che si obblighi a compiere, a prezzo di un corrispettivo, un'opera o un servizio con lavoro prevalentemente proprio e senza vincolo di subordinazione nei confronti di un committente. Esso identifica dunque l'attività di lavoro dei cosiddetti liberi professionisti e dei lavoratori autonomi manuali, con esclusione delle figure imprenditoriali, e necessita dell'apertura di partita IVA.

Per lavori in economia, invece, si intendono quelli in cui il committente privato ricorre a maestranze o lavoratori autonomi senza la presenza di aziende edili per ristrutturare o apportare piccole modifiche alla sua proprietà. In tal caso il proprietario è esonerato dal chiedere il DURC all'istituto o alla Cassa Edile (Documento Unico di Regolarità Contributiva, è l'attestazione dell'assolvimento, da parte dell'impresa, degli obblighi legislativi e contrattuali nei confronti di INPS, INAIL e Cassa Edile).

Nell'autocostruzione invece, tramite il processo che porta alla realizzazione dell'edificio, si è artefici e presenti, adattando il luogo alle proprie esigenze e diventando partecipi in progettazione, in esecuzione, ma soprattutto nella vita quotidiana e quindi nella

manutenzione, ottenendo risparmio sulla manodopera, e permettendo di sostituire la scarsità delle risorse monetarie con la disponibilità ad impiegare il proprio tempo. L'autocostruzione è un processo che nasce dal basso, che ha in sé oltre ad un risultato fisico scaturito da delle necessità, anche la creazione di rapporti, sia con i partecipanti esterni che con i familiari coinvolti. È un'esperienza relazionale, espressione di autorità personale e senso di appartenenza con il luogo, dove la casa diventa il frutto del proprio lavoro.

È tuttavia profondamente sbagliato pensare che, anche con tutto l'impegno, la volontà e gli ottimi propositi di un autocostruttore, questo possa cimentarsi nella realizzazione di un edificio senza essere affiancato da tecnici specializzati. Questo, ancora, non per mancanza di volontà, ma per mancanza di competenze. Non è possibile sostituire alcuni lavori specialistici con una semplice manodopera.

### 5.1.1. Responsabilità delle parti

Per garantire la catena delle responsabilità ai fini di legge è indispensabile, per chi autocostruisce, oltre ad avere un progetto firmato da un tecnico autorizzato, avere anche l'appoggio di un'impresa che si faccia carico della costruzione, poiché la pratica edilizia<sup>1</sup> è sempre corredata dall'indicazione dell'impresa stessa cui si intende affidare i lavori. Questa ha il compito di garantire la regolare

---

<sup>1</sup> PDC, SCIA, CIL. Il Modulo Eco, in quanto opera temporanea da rimuovere entro 90 giorni, si avvalerà di attività edilizia previa comunicazione, o Comunicazione Inizio Lavori



esecuzione delle opere edili e per molte lavorazioni è strettamente indispensabile. La singola persona incaricata della responsabilità del corretto montaggio delle opere è invece il direttore lavori, figura altrettanto indispensabile, che garantisce la lavorazione a regola d'arte tramite una certificazione di corretto montaggio, ai sensi del D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445 "Disposizioni legislative in materia di documentazione amministrativa".

Chi è, quindi, l'autocostruttore? Quali sono le sue mansioni?

Gli unici due testi che puntano in direzione di una vera e propria legge in materia di autocostruzione sono, come detto nei primi capitoli di questa tesi, le Linee di Indirizzo per la Sicurezza nei Cantieri di Autocostruzione e Autorecupero della Regione Toscana e le Linee Guida Autocostruzione e Autorecupero della Regione Puglia, dove si indica che i soggetti attuatori debbano essere singoli o nuclei familiari costituiti in imprese, anche in forma cooperativa, o in associazioni di promozione sociale le quali, diversamente rispetto alle associazioni di volontariato, svolgono le attività non solo a favore di terzi esterni ma anche nei confronti degli associati.

Manifattura Urbana (l'associazione culturale promotrice del progetto Modulo Eco, oggetto di questa tesi), è un'Associazione di Promozione Sociale (APS).

Si ricorda che le suddette linee guida hanno una natura di intervento "pilota con caratteristiche sperimentali ed innovative". Questo significa che verrà costituito un nucleo tecnico di valutazione per un

primo monitoraggio delle attività in oggetto e per testare la validità ed efficacia delle linee di indirizzo ai fini di un loro perfezionamento.

Ai fini dell'assolvimento degli obblighi di cui all'art. 90 del D.lgs. 81/08 gli autocostruttori devono essere considerati committenti dei lavori ed impresa esecutrice, come previsto dal comma 3 del citato articolo. Si precisa che i soci dell'associazione di autocostruzione non possono lavorare per le imprese esecutrici presenti in cantiere. Le mansioni dell'autocostruttore devono teoricamente essere quelle di un operaio non specializzato, ovvero di un manovale. Tuttavia gli autocostruttori tendono a cercare di applicarsi per la maggior parte della lavorazioni possibile, integrando con il proprio tempo il lavoro dell'impresa. La responsabilità dei lavori ricade comunque unicamente sul direttore dei lavori, che ha l'eventuale compito di guidare l'autocostruttore nelle fasi esecutive. I soci autocostruttori non possono (secondo le linee guida dettate dalla regione Toscana) tranne nei casi in cui abbiano acquisito la formazione obbligatoria prevista dal D.lgs. 81/08 e dagli specifici Accordi Stato-Regioni:

- installare/utilizzare attrezzature complesse per le quali non abbiano effettuato una specifica abilitazione (piattaforme elevabili, gru a torre, macchina movimento terra, pompe per il calcestruzzo ecc.) di cui all'Accordo Stato-Regioni sulla formazione, siglato il 22 febbraio 2012 e pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 12 marzo 2012 n. 60;

- montare/smontare ponteggi;
- installare e certificare impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, gli impianti di protezione antincendio ed elettronici in generale ai sensi del D.M. 37/2008.

Le linee guida della regione Puglia permettono invece agli autocostruttori di seguire ogni fase costruttiva fatta eccezione per quelle strutturali, considerate di particolare attenzione. Un'attenta nota va prestata alle linee guida della regione puglia che definiscono il ruolo del direttore di cantiere (ed il personale che lo coadiuva) che ha, specie nella prima fase di apertura del cantiere, il compito e l'obiettivo di far emergere le attitudini peculiari dei singoli e di orientare di conseguenza gli incarichi ed i mansionari. Ha inoltre il compito di individuare tra loro le figure di spicco ed i leaders, così come i gregari, in modo da formare squadre di duetre persone affiatate e solidali.

La regione puglia si spinge di più verso la meta finale che gli autocostruttori vorrebbero raggiungere, prevedendo nel processo costruttivo di cantiere una buona dose di buon senso e di atteggiamenti collaborativi: realizzare la totalità delle lavorazioni. La riflessione fondamentale, a prescindere da cosa dovrebbe e cosa non dovrebbe essere permesso di fare ai soci autocostruttori è che il ruolo dell'autocostruttore è comunque funzione del progetto. La

costruibilità, definita in fase progettuale, è fondamentale e deve essere adattata il più possibile alle condizioni degli autocostruttori. Il luogo comune più facile da rilevare in casi di autocostruzione è la paura di una non corretta applicazione della regola d'arte in fase di montaggio, essendo operata da operai non specialisti.

La più grande sorpresa rilevata, invece, intervistando degli associati di A.R.I.A. Familiare (federazione di associazioni che ha come fine promuovere progetti di auto costruzione e recupero per mezzo di una rete di solidarietà e condivisione) è proprio che la passione e il contributo degli autocostruttori alla nascita della propria casa ha generato fin'ora esempi di qualità e la regola d'arte spesso superiori a quelli di un edificio costruito convenzionalmente, in quanto gli stessi committenti che vi lavorano hanno tutto l'interesse a fare bene la propria parte, così come le persone che li aiutano.

## **5.1.2 Sicurezza in fase progettuale e sul luogo di lavoro**

Per garantire la totale sicurezza del fabbricato, dalla sua costruzione al suo utilizzo, è vitale considerarla una priorità sia in fase di progetto che in fase di cantiere.

Come precedentemente accennato, le tecniche costruttive definite in fase progettuale devono semplificare la costruzione il più possibile per poter massimizzare i risparmi, optando il più possibile. Nel caso

di un padiglione temporaneo si è scelto di optare per soluzioni a secco prevedendo anche la smontabilità del fabbricato, quando richiesta, e la sua possibile e successiva ricostruzione in un altro luogo. Bisogna quindi essere in possesso di un progetto firmato da un tecnico autorizzato che non preveda solo la sicurezza strutturale e sismica dell'edificio (le cui normative di riferimento sono le N.T.C. 2008 e l'Eurocodice), ma che sia impostato per un processo di autocostruzione.

Le due linee guida, sopra ampiamente citate, definiscono anche i ruoli e le competenze delle varie parti anche in fase di esecuzione per garantire la sicurezza sul luogo di lavoro.

La normativa italiana da seguire in questo caso è il suddetto Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (TUSL), emanato con decreto legislativo n.81 del 9 Aprile 2008.

Ai fini dell'assolvimento degli obblighi di cui all'art. 90 del D.lgs. 81/08 gli autocostruttori devono essere considerati committenti dei lavori ed impresa esecutrice, come previsto dal comma 3 del citato articolo.

Alle associazioni di promozione sociale si applicano le disposizioni di cui all'articolo 3 comma 12 bis del d.lgs. 81/08 come modificato dalla legge 98/2013, ovvero si considerano come lavoratori autonomi, e vi si applicano le disposizioni di cui all'art. 21, D.Lgs 81/2008 riguardo l'utilizzo di attrezzature di lavoro, di dispositivi di protezione individuali (obbligatorie) e di tesserini di riconoscimento.



**Fig. 5.1.** Esempio di cantiere con misure di sicurezza insufficienti

La designazione del coordinatore per la progettazione e l'esecuzione dei lavori, come da Testo Unico (Art. 90 commi 3 e 4) , è effettuata dal committente o dal responsabile dei lavori. I designati provvederanno a redigere un apposito piano di sicurezza e coordinamento (PSC), al fine di una corretta valutazione dei rischi da interferenza. Per non verificarsi mai nessuna interferenza, quando in cantiere interviene l'impresa esso è assolutamente precluso agli auto costruttori/ volontari e viceversa.

## 5.2. Cantieri

La struttura del padiglione verrà prefabbricata in uno stabile facente parte del complesso del Workout Pasubio, nel quale si stanno stivando tutti gli altri materiali. L'assemblaggio avverrà in seguito nel cantiere definitivo di Piazzale della Pace.

### 5.2.1. Workout Pasubio

Lo spazio, gestito dall'ordine degli architetti di Parma, è concesso dal Comune, proprietario dell'immobile. Si tratta di un capannone industriale dell'ex complesso Manzini, officina che produceva macchinari per l'industria alimentare: impianti per la lavorazione del pomodoro, trasformazione della frutta e per i caseifici. I bombardamenti del 1944 danneggiano gravemente il complesso produttivo della Manzini. La ricostruzione inizia l'anno successivo con la sistemazione dell'area e con la realizzazione del capannone principale, adibito alla realizzazione degli impianti. Nel 1984 si avvia così il recupero, che terminerà nel 1990, della storica fabbrica per ospitare al suo interno la sede temporanea del Centro Studi e Archivio della Comunicazione (CSAC) e della sua raccolta artistica. Il capannone a disposizione ha pianta rettangolare, con dimensioni nette di 18.0m x 19.2m. Le due pareti a Sud e a Est vengono adibite a stoccaggio dei materiali edili, man mano che questi giungono dai

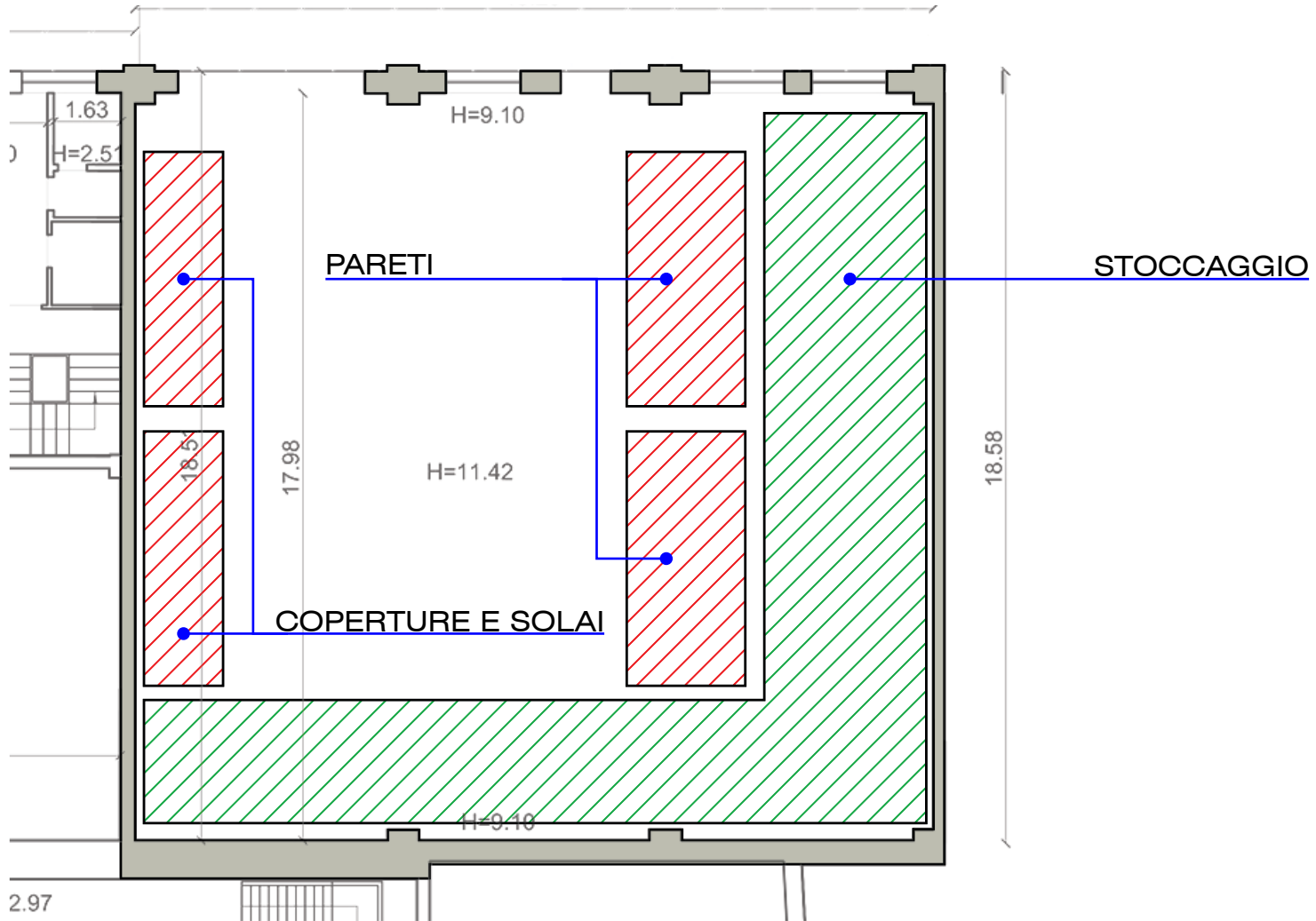


**Fig. 5.2.** Esempio di cantiere con misure di sicurezza insufficienti



**Fig. 5.3.** Esempio di cantiere con misure di sicurezza insufficienti

fornitori. Viene lasciato un ampio spazio centrale per non intralciarsi durante le lavorazioni e che fungerà da zona di carico quando necessario, avendo la possibilità di fare entrare il mezzo direttamente nel cantiere.





## 5.2.2. Piazzale della Pace

In Piazzale della Pace, piazza verde centrale del centro storico di Parma, è intenzione creare un cantiere sicuro, ma trasparente, nel quale sia possibile vedere le fasi costruttive anche da non partecipanti e non sia possibile entrare senza autorizzazione. Ci si avvalerà perciò di una recinzione metallica provvisoria trasparente. La zona di intervento, di circa 350m<sup>2</sup>, è sull'erba, a ridosso di via Garibaldi, arteria centrale che collega la stazione al centro. Tra la

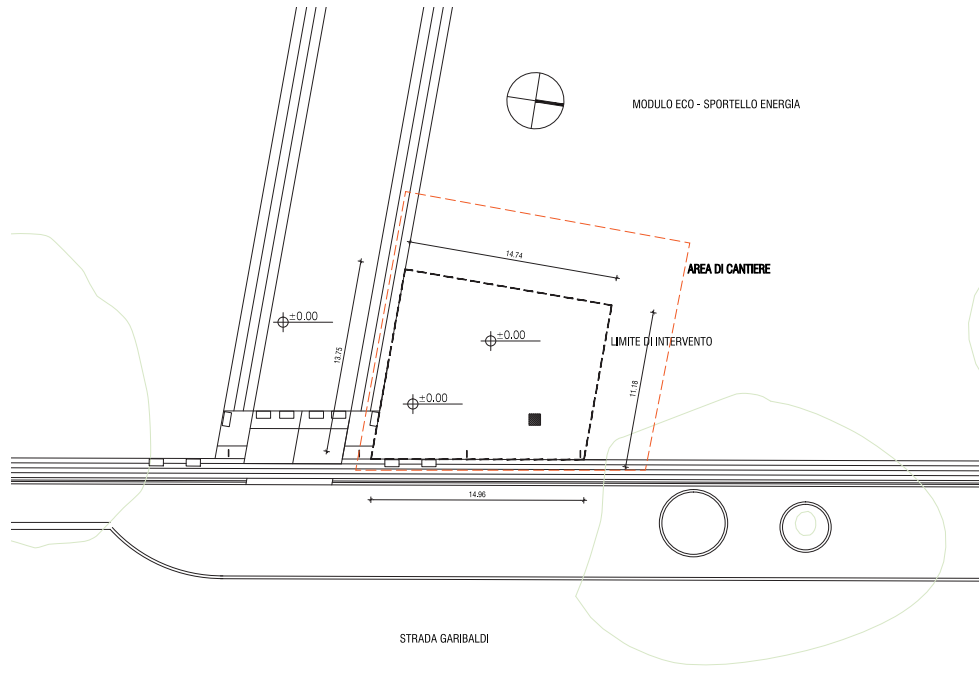


Fig. 5.4. Planimetria con indicazioni riguardo il limite di intervento e l'area di cantiere.

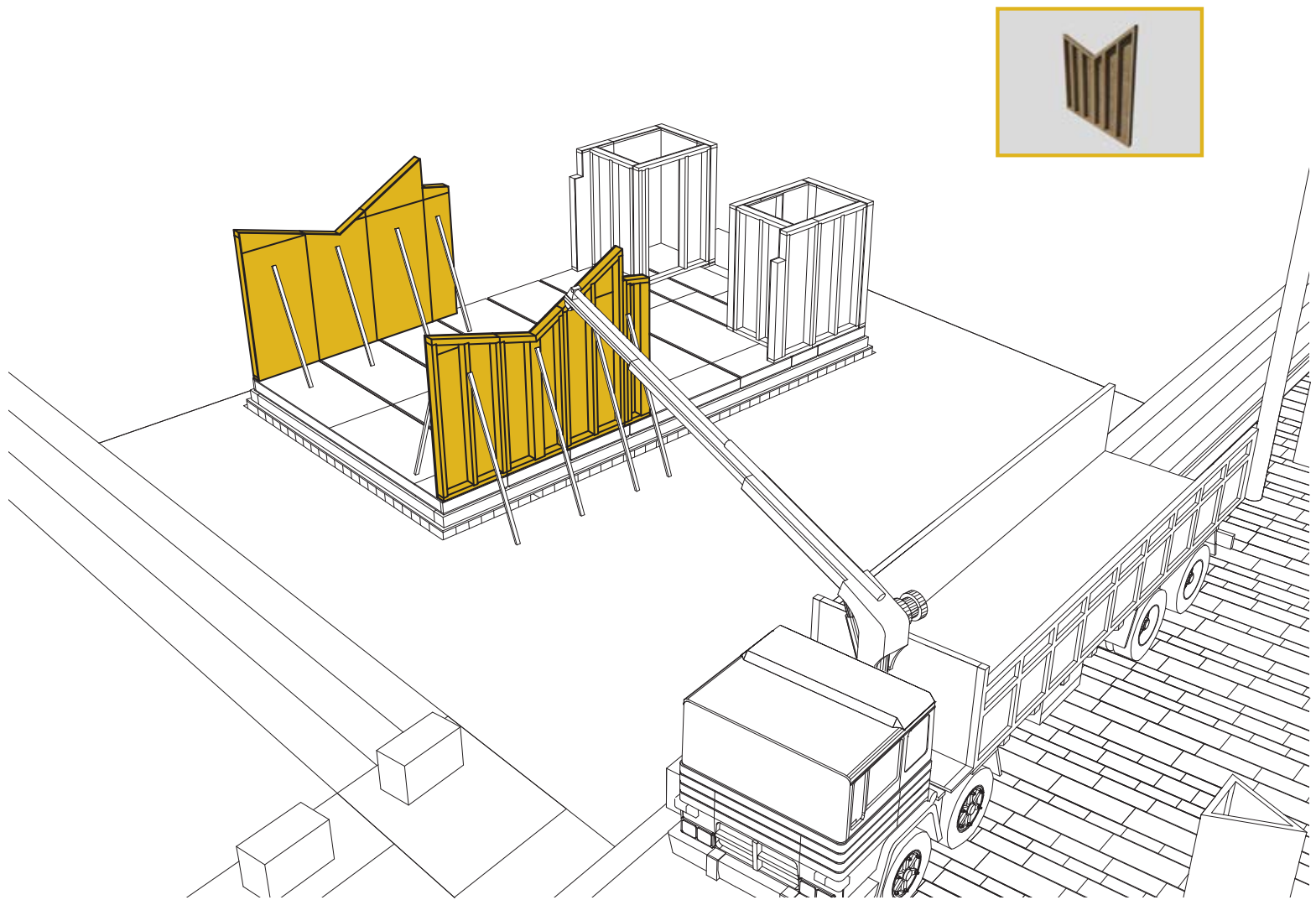


Fig. 5.5. Prospettiva del montaggio dei pannelli di parete in Piazzale della Pace.

strada e il cantiere si interpone un marciapiede di circa 6.5 metri di larghezza, sul quale è prevista la sosta dell'autogru per carico e scarico di materiali.

## 5.2.2. Schemi costruttivi

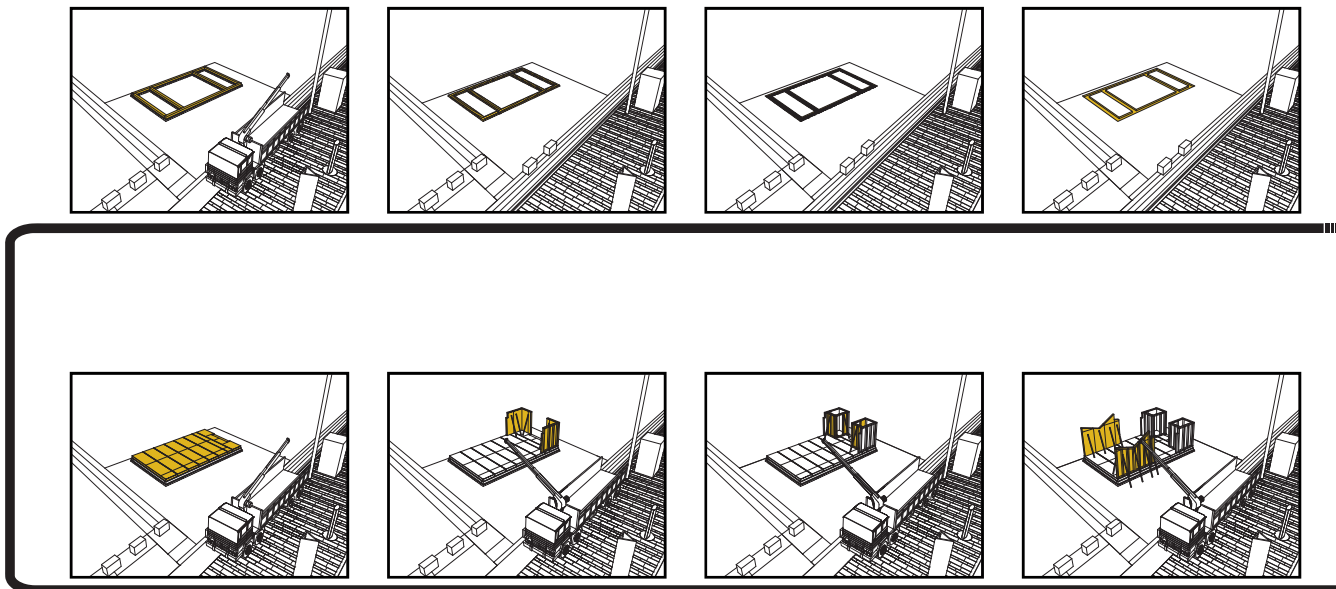
Al fine di semplificare il lavoro di montaggio sono stati redatti degli schemi costruttivi, sia generali, dell'intero processo, con le diverse fasi (fondazioni, struttura, cappotto, impianti, finiture, sistemazioni esterne, ecc.) che particolari, per la prefabbricazione della struttura.

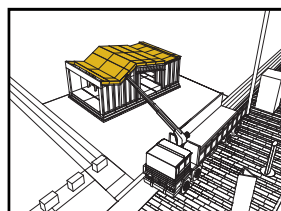
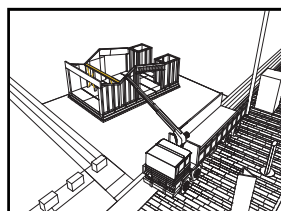
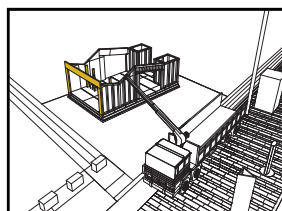
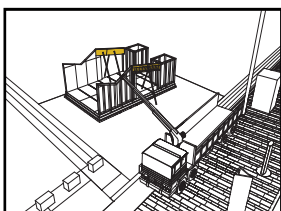
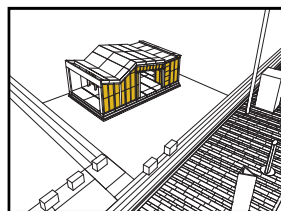
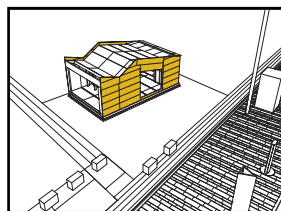
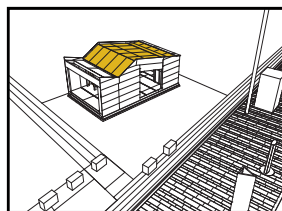
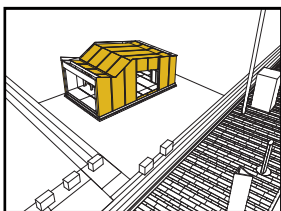
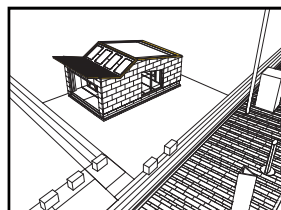
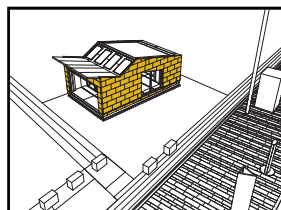
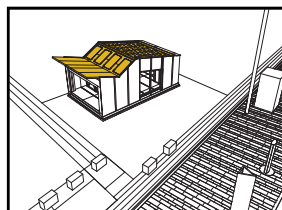
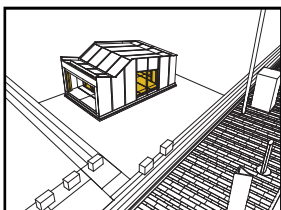
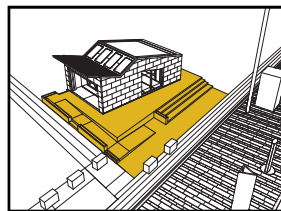
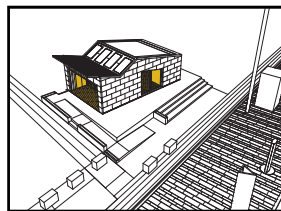
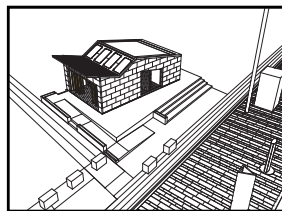
## 5.2.2. Evoluzione della costruzione

La costruzione è stata divisa in 23 fasi<sup>2</sup>. Viene evidenziata in giallo la lavorazione e per cosa è necessario l'utilizzo di mezzi (autogru, ecc.)

Fig. 5.6. Evoluzione della costruzione. Si rimanda alle tavole in allegato.

<sup>2</sup> Vedi allegato C.





## 5.2.2. Prefabbricazione/assemblaggio dei pannelli strutturali

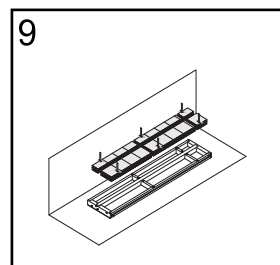
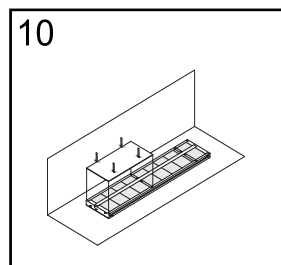
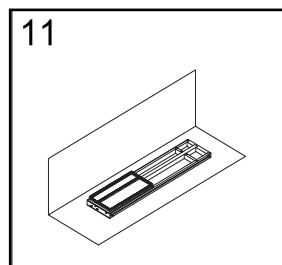
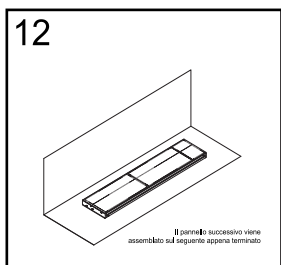
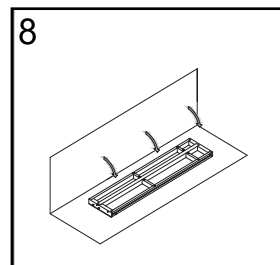
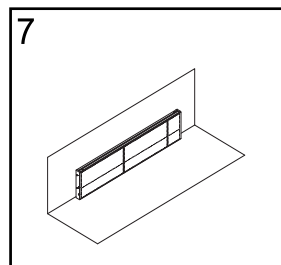
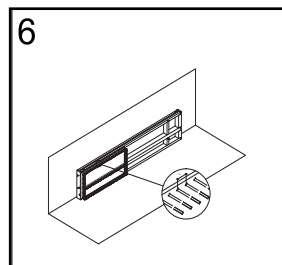
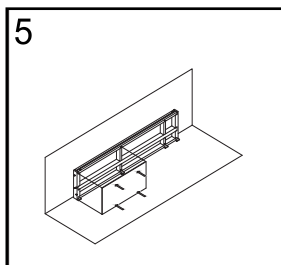
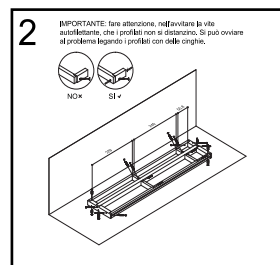
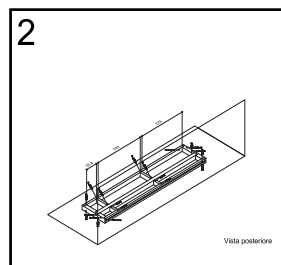
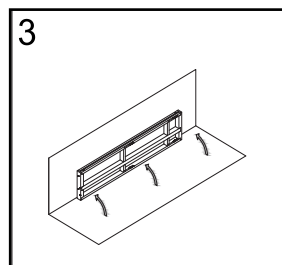
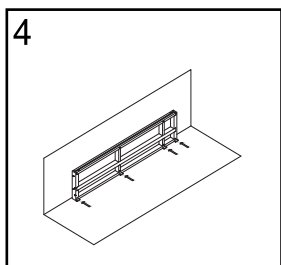
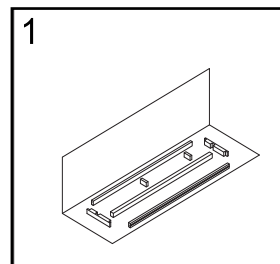
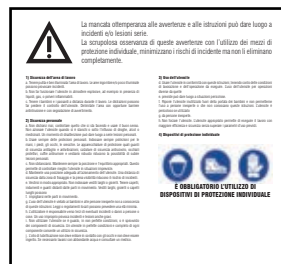
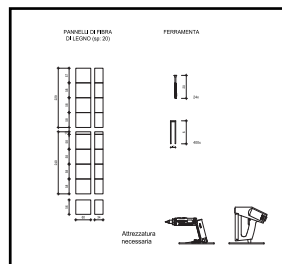
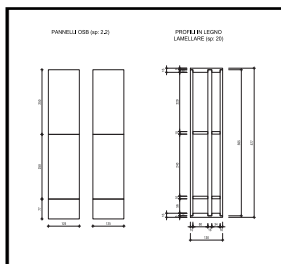
In un'ottica autocostruttiva sono stati creati dei libretti di istruzioni per prefabbricare i telai lignei strutturali<sup>3</sup>. I pannelli sono stati divisi in tre sezioni (solai, pareti, coperture) e per ogni pannello sono indicati i materiali necessari a costruirli, con relative quote, e gli utensili per assemblarli. Inoltre, per ogni sezione, vi è un esempio completo di costruzione, con accorgimenti specifici per evitare ingenui errori con possibili conseguenze a carattere strutturale. Essendo la sicurezza la prima delle priorità, sono indicate nei "libretti di istruzione" le avvertenze di sicurezza da tenere in conto nel montaggio, tenendo in considerazione la sicurezza del contesto di lavoro, la sicurezza individuale (dispositivi di protezione individuale da indossare) e quella degli utensili (modo d'uso, manutenzione, ecc.).

La maggior parte dei collegamenti tra elementi in lamellare avvengono tramite viti da legno. Per l'assemblaggio dei pannelli di solaio, copertura è previsto l'utilizzo di viti da legno  $\phi 8$  da 200mm di lunghezza, a testa svasata. Ogni pannello standard (3 montanti e 2 travi di banchina) richiede 12 viti (2 per ogni collegamento).

I pannelli OSB vengono fissati tramite graffe da 12.8mm di larghezza e 60mm di lunghezza con un passo di 50mm. Le viti vanno tutte inserite a 45°, così che siano il più efficace possibile nel loro piano. Le viti

---

<sup>3</sup> Vedi allegato D.



# Pannello isolato di solaio S02

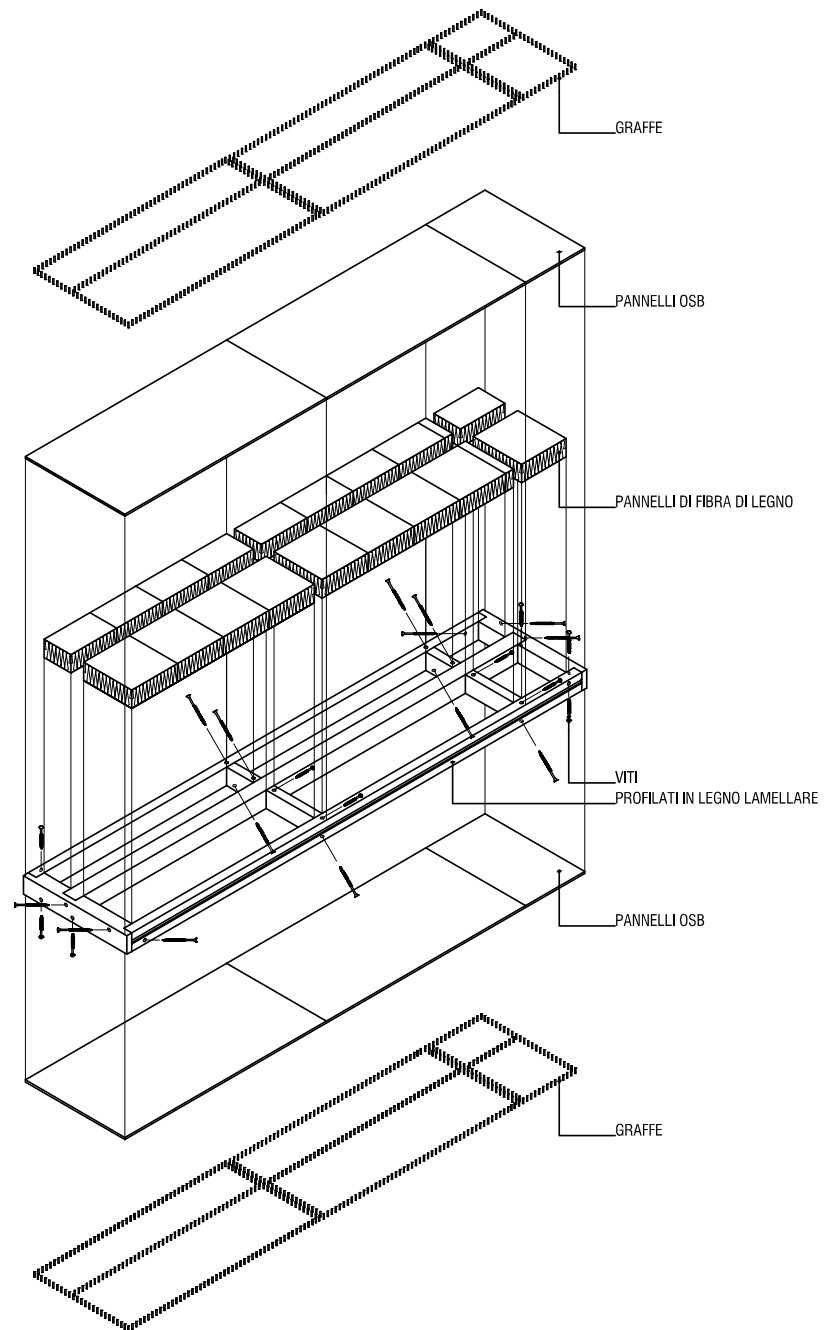
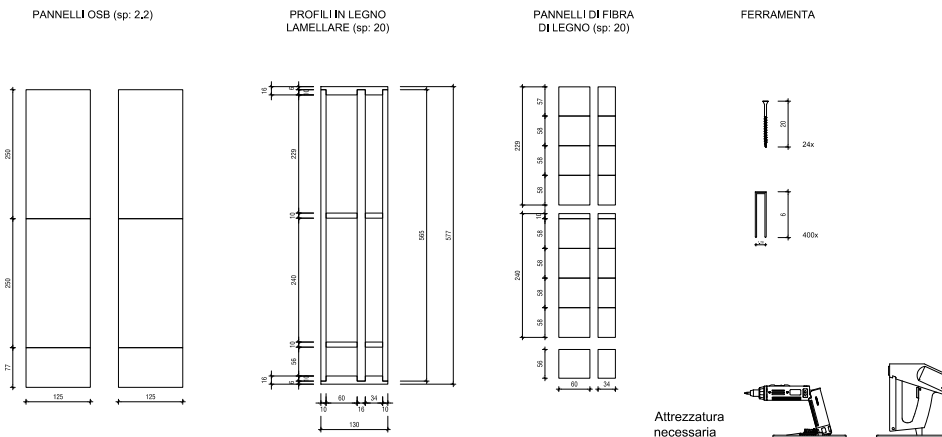


Fig. 5.7. Esploso assometrico del pannello S02.



hanno un passo di circa 15cm. Nelle soluzioni ad angolo una viene inserita dritta e quella conseguente a 45°.

Il collegamento tra la struttura di solaio e le travi di fondazione, negli edifici in legno solitamente affidato agli holdown, soprattutto in caso di fondazioni in calcestruzzo, è invece affidato a delle viti da legno  $\phi 8$  di 400mm di lunghezza. Verranno posizionate ulteriori viti  $\phi 9$  di 600mm di lunghezza che colleghino pareti, solaio e fondazioni allo stesso tempo. Per garantire una maggiore tenuta viene inserita una rondella sulla testa. Mentre i pannelli di copertura vengono avvitati dal basso, tutte le altre viti vanno inserite dall'alto. Il pannello piano di copertura a Nord prevede un fissaggio sulle pareti tramite viti più corte ( $\phi 8$  di 120mm di lunghezza, per profili più sottili) e un fissaggio agli altri pannelli di copertura con degli angolari a L.



**Fig. 5.8.** Materiale necessario per il pannello di solaio S02



La mancata ottemperanza alle avvertenze e alle istruzioni può dare luogo a incidenti e/o lesioni serie.

La scrupolosa osservanza di queste avvertenze con l'utilizzo dei mezzi di protezione individuale, minimizzano i rischi di incidente ma non li eliminano completamente.

### 1) Sicurezza dell'area di lavoro

- a. Tenere pulita e ben illuminata l'area di lavoro. Le aree ingombre e/o poco illuminate possono provocare incidenti.
- b. Non far funzionare l'utensile in atmosfere esplosive, ad esempio in presenza di liquidi, gas, o polveri infiammabili.
- c. Tenere i bambini e i passanti a distanza durante il lavoro. Le distrazioni possono far perdere il controllo dell'utensile. Delimitate l'area con opportune barriere antintrusione e con segnalazione di avvertimento.

### 2) Sicurezza personale

- a. Non distrarsi mai, controllare quello che si sta facendo e usare il buon senso. Non azionare l'utensile quando si è stanchi o sotto l'influsso di droghe, alcol o medicinali. Un momento di disattenzione può dare luogo a serie lesioni personali.
- b. Usare sempre delle protezioni personali. Indossare sempre protezioni per le mani, i piedi, gli occhi, le orecchie. Le apparecchiature di protezione quali guanti di sicurezza antitaglio e antivibrazioni, calzature di sicurezza antiscivolo, occhiali protettivi, cuffie antirumore e vestiario robusto riducono la possibilità di subire lesioni personali.
- c. Non sbilanciarsi. Mantenere sempre la posizione e l'equilibrio appropriati. Questo permette di controllare meglio l'utensile in situazioni impreviste.
- d. Mantenete una posizione adeguata all'azionamento dell'utensile. Una distanza di sicurezza dalla zona di fissaggio e la piena visibilità riducono il rischio di incidenti.
- e. Vestirsi in modo appropriato. Non indossare vestiti larghi o gioielli. Tenere capelli, indumenti e guanti distanti dalle parti in movimento. Vestiti larghi, gioielli o capelli lunghi possono
- f. impigliarsi nelle parti in movimento.
- g. L'uso dell'utensile è vietato ai bambini e alle persone inesperte non a conoscenza di queste istruzioni. Leggi o regolamenti locali possono prevedere una età minima.
- h. L'utilizzatore è responsabile verso terzi di eventuali incidenti o danni a persone o cose. Un uso improprio provoca incidenti e lesioni anche gravi.
- i. Non utilizzare l'utensile se è guasto, in non perfette condizioni, o è sprovvisto dei componenti di sicurezza. Un utensile in perfette condizioni e completo di ogni componente consente un utilizzo in sicurezza.
- j. L'olio di lubrificazione non deve entrare in contatto con gli occhi e non deve essere ingerito. Se necessario lavarsi con abbondante acqua e consultare un medico.

### 3) Uso dell'utensile

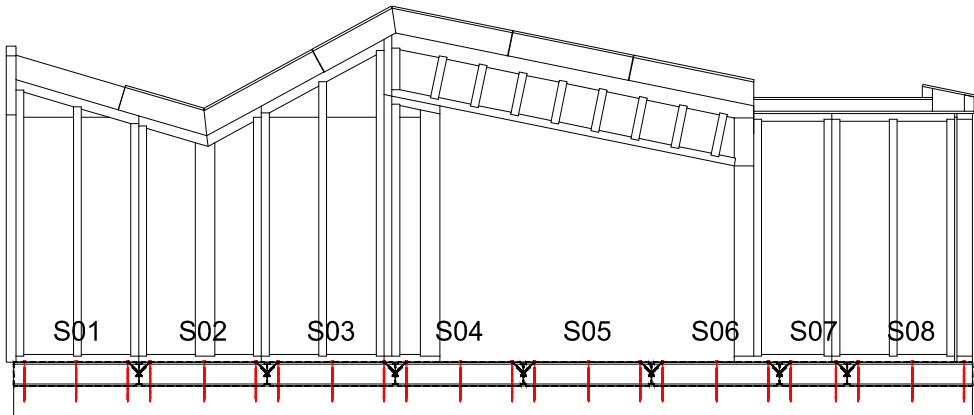
- d. Usare l'utensile in conformità con queste istruzioni, tenendo conto delle condizioni di lavorazione e dell'operazione da eseguire. L'uso dell'utensile per operazioni diverse da quelle
- e. previste può dare luogo a situazioni pericolose.
- f. Riporre l'utensile inutilizzato fuori della portata dei bambini e non permetterne l'uso a persone inesperte o che non conoscano queste istruzioni. L'utensile è pericoloso se utilizzato
- g. da persone inesperte.
- h. Non forzare l'utensile. L'utensile appropriato permette di eseguire il lavoro con maggiore efficienza e sicurezza senza superare i parametri d'uso previsti.

### 4) Dispositivi di protezione individuale



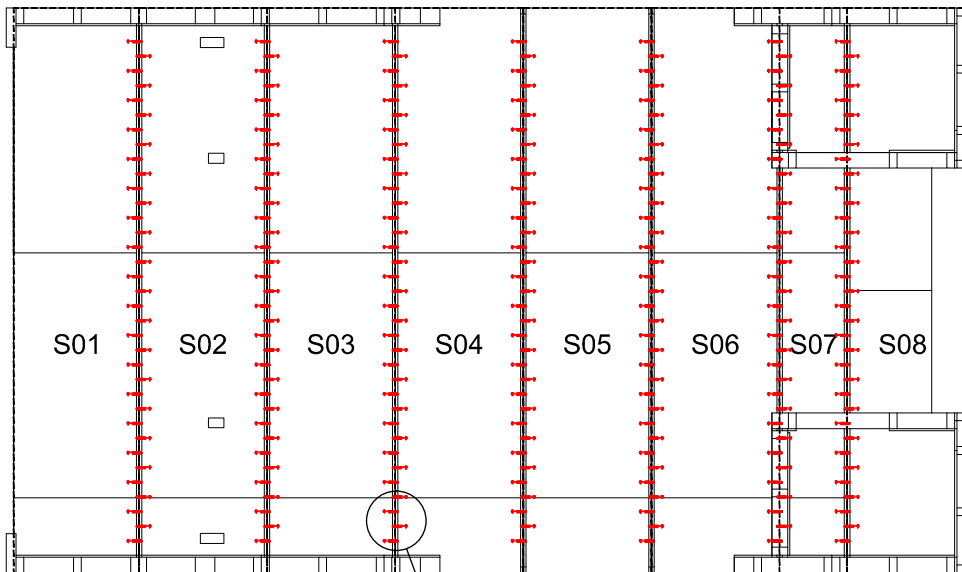
**È OBBLIGATORIO L'UTILIZZO DI  
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE**

Fig. 5.9. Avvertenze di sicure



VITI NODO SOLAIO - FONDAZIONI 4x

$\phi 8 - 400\text{mm}$       23x



VITI NODO SOLAIO - SOLAIO

$\phi 8 - 200\text{mm}$       245x

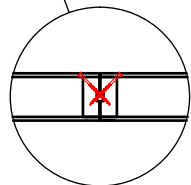


Fig. 5.10. Schemi di collegamento tra fondazioni e solaio

# VITI NODO PARETE - PARETE E NODO PARETE - SOLAIO

φ8 - 200mm 528x

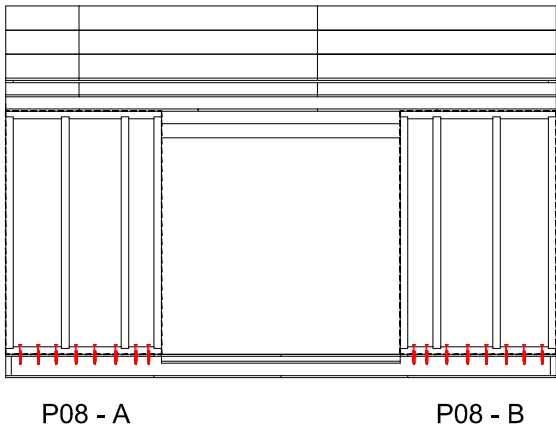
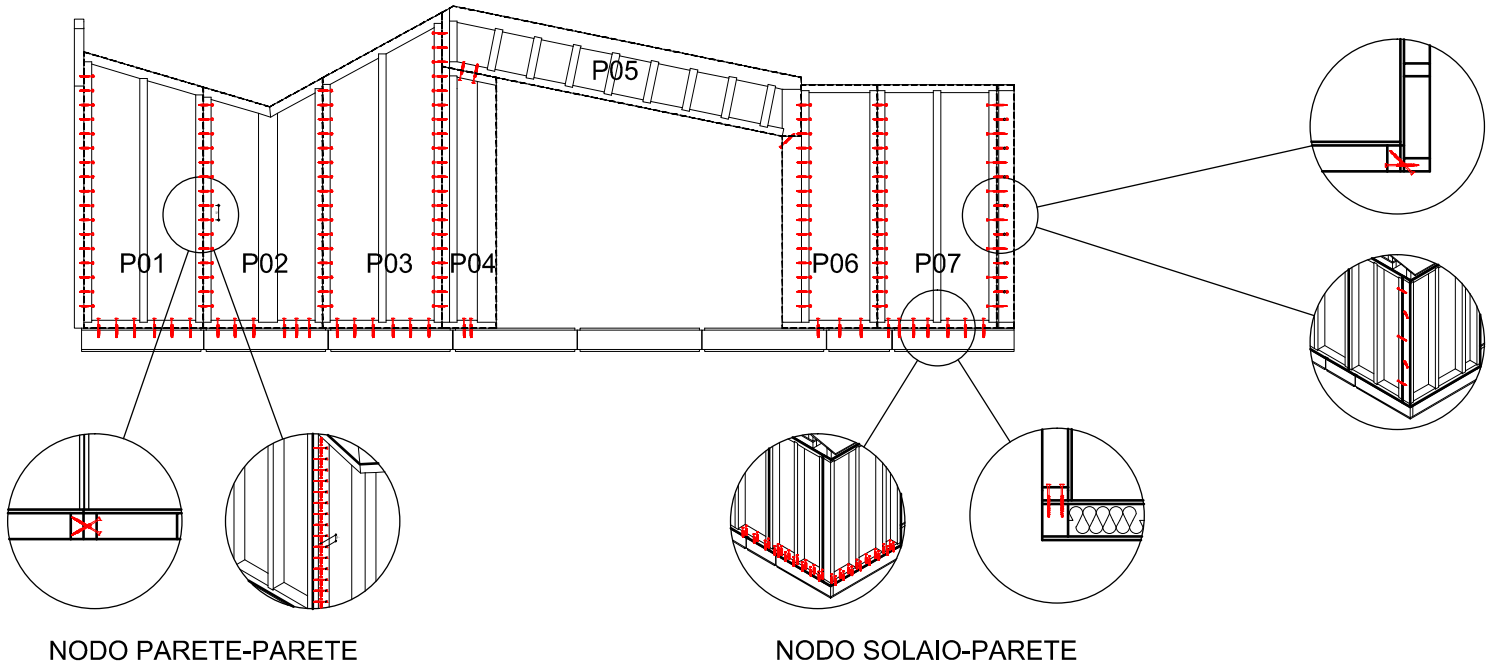


Fig. 5.11. Schemi di collegamento tra solaio e pareti

VITI NODO COPERTURA - PARETE

$\phi 8 - 100\text{mm}$      32x  
 $\phi 8 - 200\text{mm}$      64x  
 $\phi 8 - 300\text{mm}$      32x

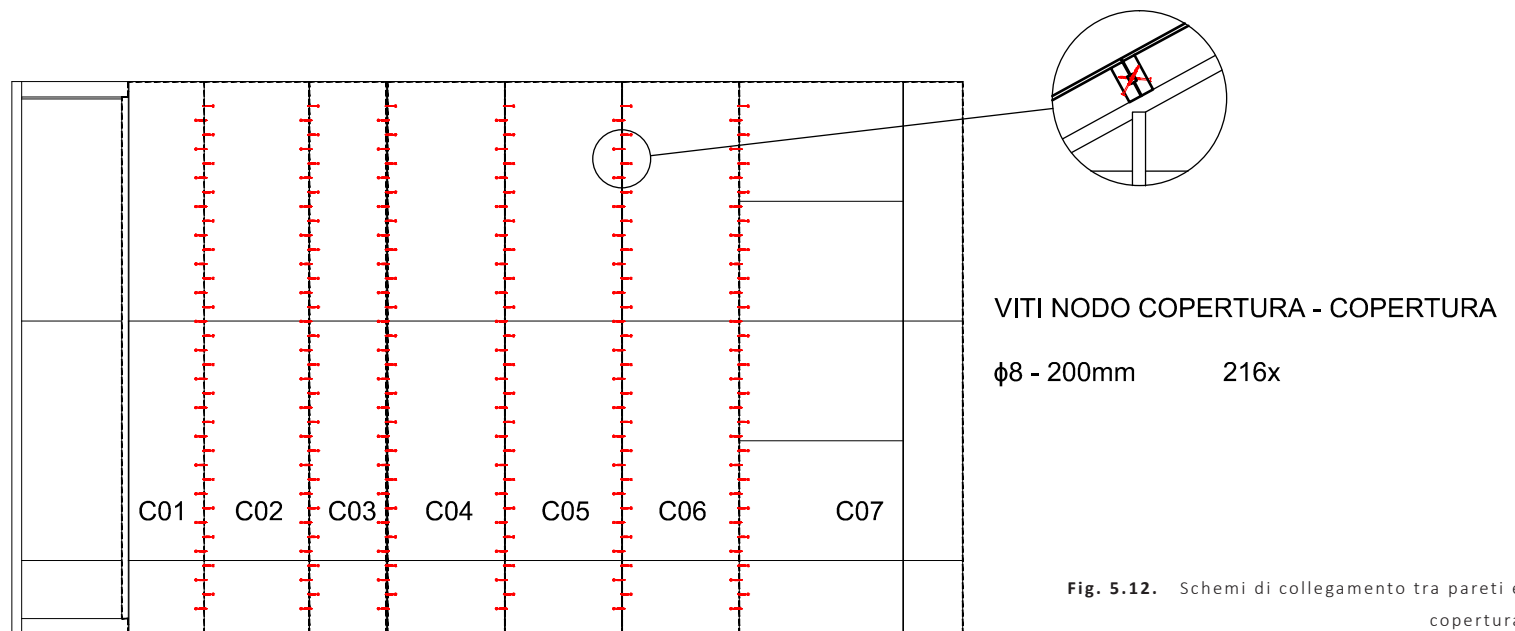
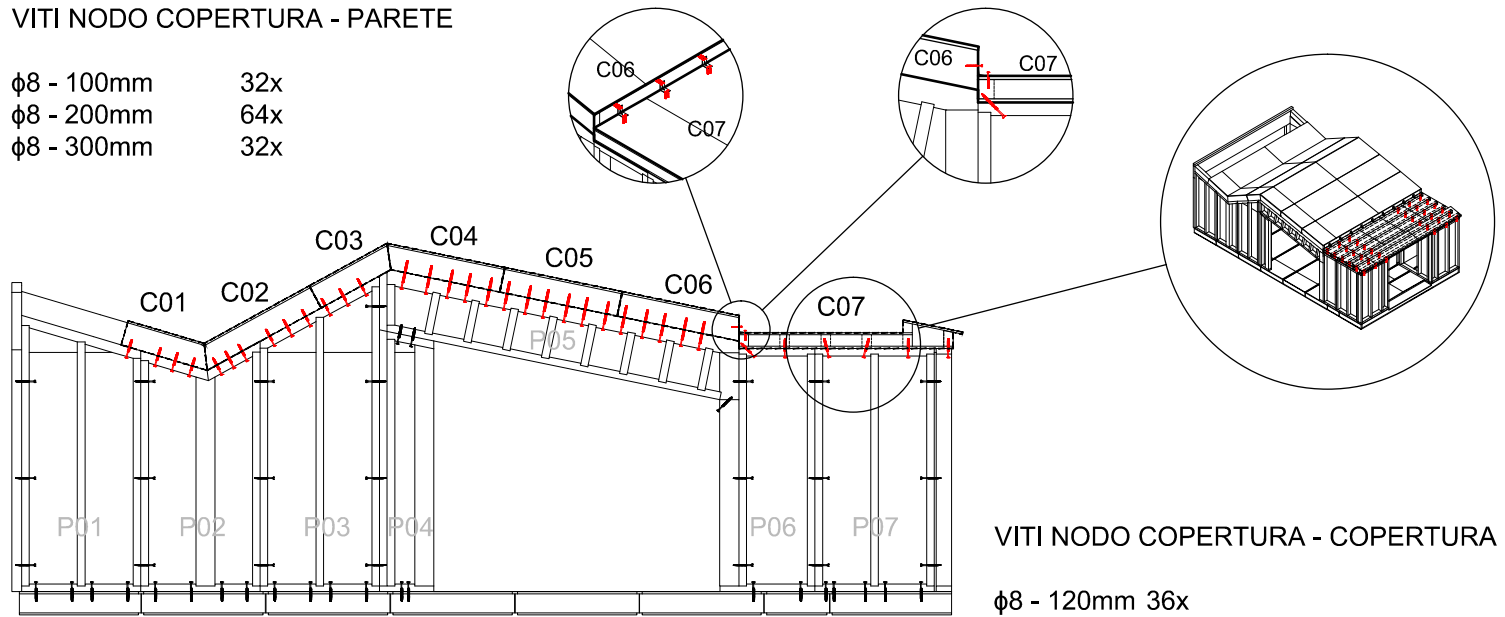


Fig. 5.12. Schemi di collegamento tra pareti e copertura



## 6. CONCLUSIONI

Questo lavoro è stato svolto con l'obiettivo di quantificare il possibile risparmio dato dalla pratica dell'autocostruzione nel progetto e nella realizzazione del padiglione Modulo Eco.

Si ricorda che alla base di tutto c'è la volontà di costruire un edificio confortevole e che lo scopo principale per cui viene realizzato è la divulgazione di temi molto attuali relazionati al mondo dell'edilizia: dalla transizione energetica fino alla rigenerazione urbana, passando per l'autocostruzione come soluzione del problema del disagio abitativo, che porta molte persone a non veder riconosciuto il proprio diritto all'abitazione<sup>1</sup>.

Dalle analisi svolte sul progetto è emerso che l'autocostruzione può portare un risparmio di circa il 20% - 25% dell'importo totale dei lavori, una percentuale più che rilevante e già riscontrata in altri progetti.

Il dato non può essere però applicato a qualsiasi altro progetto con leggerezza, ma bisogna fare alcune considerazioni:

- il risparmio dipende in primis dall'abilità sul campo degli autocostruttori, nel particolare da cosa loro si sentono di fare e di cosa sono effettivamente in grado di fare. Il risparmio infatti potrebbe essere stato ancora maggiore (due o tre punti percentuale) se si fosse deciso di montare autonomamente anche i serramenti come potrebbe essere stato minore se non si fosse

---

<sup>1</sup> Dichiarazione Universale dei Diritti dell'Uomo, art. 25; Convenzione internazionale sui diritti economici, sociali e culturali, art. 31; Convenzione sui diritti dell'infanzia, art. 27; Convenzione per l'eliminazione di ogni forma di discriminazione verso le donne, art. 14 e 15; Convenzione per la protezione dei diritti umani e delle libertà fondamentali, art 8; Carta Sociale europea, art. 15, 16, 19, 23, 30, 31; Carta dei Diritti fondamentali dell'Unione europea; Trattato di Lisbona art. 34.3.

disposto della forza-lavoro volontaria dell'associazione;

- I materiali scelti per il Modulo Eco sono di primissima qualità. Le aziende che hanno sponsorizzato sono dei grandi produttori molto specializzati nei loro campi, che hanno la possibilità di offrire forniture gratuite dell'entità di decine di migliaia di euro. Volendo esportare i risultati ottenuti da questa tesi di laurea ad altri contesti si dovrebbe deprezzare l'importo totale, sia perché il padiglione può essere costruito con materiali più economici, forniti da aziende più piccole, sia perché nel Modulo Eco sono presenti delle porzioni sperimentali (non strettamente necessarie), sia perché non è ancora obbligatorio avere delle prestazioni energetiche così elevate<sup>2</sup>, che porteranno il padiglione nelle classi energetiche più alte;
- Il Modulo Eco è un padiglione di piccole dimensioni. Il risparmio per metro quadro si realizza su partite di materiali più grandi, con abbattimento di costi di produzione e trasporto. Una struttura a più piani, oltre ad avere diverse unità abitative può offrire un vantaggio anche in termini energetici, diminuendo le dispersioni.

Il lavoro di tesi comunque punta a dimostrare concretamente quanto quello che si dice sull'autocostruzione possa essere a volte esagerato o

---

<sup>2</sup> Allegato B del Decreto del Ministro dello Sviluppo economico dell'11 marzo 2008, che definisce i valori di trasmittanza delle strutture componenti l'involucro edilizio. Il Modulo Eco supera ampiamente i requisiti, per la zona climatica E:

Strutture opache verticali: 0,28 W/m<sup>2</sup>K (Le pareti esterne del Modulo Eco si attestano tra i valori di 0,11 e di 0,15)

Strutture opache orizzontali o inclinate: 0,24 W/m<sup>2</sup>K (Le coperture del Modulo Eco si attestano tra i valori di 0,09 a 0,18)

Finestre comprensive di infisso: 1,6 W/m<sup>2</sup>K (Gli infissi del Modulo Eco si attestano sul valore di 1,2).



non sempre corretto, evidenziando comunque un effettivo risparmio. Passando, nel progetto medio di una nuova costruzione, dal normale modo di costruire a quello dell'autocostruzione, mantenendo lo stesso progetto, si hanno molto improbabilmente risparmi dell'ordine del 50% dell'importo lavori, come spesso si sente dire.

Oggi, le scelte progettuali e tecnologiche utilizzate nell'autocostruzione e nell'autorecupero consentono di realizzare abitazioni ed edifici competitivi con quelli della produzione corrente sul piano della qualità architettonica, della durabilità, del risparmio energetico, della biocompatibilità. Le modalità costruttive però sono limitate a certe tipologie, soprattutto in ambito strutturale, rinunciando all'utilizzo di materiali come calcestruzzo e acciaio da carpenteria, non facilmente gestibili.

Inoltre spesso non viene sottolineato l'impegno che l'autocostruttore deve mettere in campo per rispettare i tempi, difficile da quantificare, dell'ordine di diverse centinaia di ore lavorative, che deve sottrarre al proprio tempo libero, se possibile, o al proprio lavoro.

L'autocostruzione tuttavia è anche un processo in grado di condizionare le relazioni sociali, migliorandole; gli autocostruttori interagiscono con la società aumentando, in molti casi, le prospettive di crescita e di inserimento sociale grazie alle competenze acquisite e alle esperienze in cui si sono avventurati. Si sviluppano, inoltre e soprattutto, forti legami all'interno del gruppo degli autocostruttori,

per il fatto stesso di essere loro medesimi una piccola società o una grande famiglia. L'autocostruzione può diventare così un potente strumento di aggregazione sociale.

Ciononostante manca un quadro normativo nazionale che in modo compiuto ed organico definisca regole, modalità e strumenti dell'edificazione in autocostruzione. Questo vuoto legislativo impedisce di portare a sistema le "esperienze" che si sono andate comunque realizzando nel paese in anni recenti, non garantendo la sicurezza in cantiere per gli autocostruttori, che si cimentano in una pratica ormai diffusa.

I progetti sperimentali delle Regioni Umbria, Toscana, Emilia Romagna e Lombardia (ricordiamo come le stesse linee guida della regione Toscana siano esse stesse una sperimentazione, in ambito legislativo), tutti ispirati ad un'unica filosofia, non risultano al centro di alcun dibattito.

Aldilà dunque dell'impegno di alcuni amministratori, la "nuova" pratica edificatoria risulta nel complesso molto marginale rispetto alle sue potenzialità. Gli interventi realizzati o in corso sono poco numerosi, frammentari, molto legati a contesti territoriali specifici, diversi per alcuni aspetti essenziali e, di conseguenza, di scarso impatto.

E' comunque evidente che, nel rispetto delle competenze regionali in materia urbanistica, solo un quadro normativo nazionale potrebbe

consentire di portare a sistema le esperienze in corso e lanciare l'autocostruzione come una pratica che può, accanto e insieme a quelle tradizionali, contribuire a risolvere il problema della casa per i meno abbienti.



MODULO ECO

# Bibliografia

- AA.VV., Autocostruzione oggi, Edizione Ente Fiera di Bologna, Bologna 1982.
- Achenza M., Atzeni C., Mocci S., Sanna U., Il manuale tematico della terra cruda, DEI, Cagliari, 2008.
- Agenzia CasaClima, I protocolli italiani: CasaClima, in Archetipo, Ottobre 2010.
- Atzeni C., Sanna A., Architettura in terra cruda dei Campidani, dei Cizerri e del Sarrabus, DEI, Cagliari, 2008.
- Bagnato F., Processi edilizi in autocostruzione assistita. Una risposta al problema abitativo delle fasce deboli, Iiriti Editore, Reggio Calabria, 2002.
- Benedetti C., Coperture a verde, Le guide pratiche del master Casaclima, Bolzano University Press, Bolzano, 2014.
- Benedetti C., Costruire in legno, Edifici a basso consumo energetico, Bolzano University Press, Bolzano, 2009.
- Bertoni M., Cantini A., Autocostruzione associata ed assistita in Italia. Progettazione e progetto edilizio di un modello di housing sociale, Editrice Dedalo, Roma, 2008.
- Campioli A. Lavagna M., Techiche e architettura, CittàStudi edizioni, Novara, 2013.

- Ceragioli G., Cattai G., Tecnologie per l'uomo, FOCSIV, Milano, 1982.
- Ceragioli G., Maritano Comoglio N., Note introduttive alla tecnologia dell'architettura, CLUT, Torino, 1985.
- Ceragioli G., Maritano Comoglio N., Ulteriori indicazioni di quadro, in G. Capetti, G. Ceragioli, N. Maritano Comoglio, "Problemi normativi e autocostruzione", CLUT, Torino, 1985.
- Ceragioli G., Maritano Comoglio N., Apporto italiano all'habitat dei PVS, CLUT, Torino, 1993.
- Colazzo M., Architettura per l'emergenza: progettazione in sicurezza di un modulo abitativo di semplice realizzazione (Tesi di laurea) Università degli Studi di Trento, AA. 2012/2013.
- Cugnetto L., Grandi eventi e nuovi simboli. Per un'immagine vincente di città (tesi di laurea), Università degli studi della Calabria, 2012-2013.
- F.M. Ricci, Enciclopedia di Parma, Parma 1998
- Foti M., Presentazione di un corso, in Foti M. (a cura di), Progettare per l'autocostruzione, CLUT, Torino, 1991.
- Galdini R., Reinventare la città, Strategie di rigenerazione urbana in Italia e in Germania, Franco Angeli, Milano, 2008.
- Lantschner N., CasaClima, il piacere di abitare, Athesia, Bolzano, 2008.
- Lantschner N., La mia CasaClima. Progettare, costruire e abitare nel segno della sostenibilità, Raetia, Bolzano, 2009.
- Marcetti C. - Paba G. - Pecoriello A. L. - Solimano N. (a cura di),

- Housing frontline. Inclusione sociale e processi di autocostruzione e autorecupero, Firenze University Press, Firenze, 2011.
- Moretto A. C., Autocostruzione: casi, pratiche, politiche (tesi di laurea) Università IUAV di Venezia
  - Novi F., Raiteri R., Zambelli E., Costruzione facilitata, BeMa, Milano, 1985.
  - Olmo C., I dilemmi della rigenerazione, in AA. VV., +Città, Alinea, Genova, 2004.
  - Portas N., Rigenerazione e progetto urbano, in AA. VV., +Città, Alinea, Genova, 2004.
  - Ratti C., Architettura open source. Verso una progettazione aperta, Giulio Einaudi editore s.p.a., Torino, 2014.
  - Reynolds M., Earthship, How to build your own, Vol.1, Solar Survival Press, Taos, 1990.
  - Reynolds M., Earthship, Systems and components, Vol.2, Solar Survival Press, Taos, 1990.
  - Reynolds M., Earthship, Evolution beyond economics, Vol.3, Solar Survival Press, Taos, 1990.
  - Sasso U., Isolanti si isolanti no, Alinea editrice, Firenze, 2003.
  - Speak A., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L., Metal and nutrient dynamics on an aged intensive green roof, Environmental Pollution, Manchester, 2014.
  - Zappone C., La serra solare, Esselibri editore, Napoli, 2009.

## Normativa di riferimento

### **Comunitaria:**

- Direttiva 2002/91/CE “Rendimento energetico in edilizia”.
- Direttiva 2010/31/UE “Rendimento energetico in edilizia”.
- Direttiva 2012/27/UE “Rendimento energetico in edilizia”.

### **Italiana:**

- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e succ. mod. ed integr. “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”
- D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445 “Disposizioni legislative in materia di documentazione amministrativa.”
- D.L. 9 aprile 2008 , n. 81, “Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- Codice civile, Libro V, Titolo III del “Lavoro Autonomo”, con riferimento all’Art. 2222 “Contratto d’Opera” del Capo I.
- D.M. 22 Gennaio 2008 n. 37 “Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.L. 63/2013 “Disposizioni urgenti per l’attuazione di obblighi comunitari e per il recepimento della direttiva 2010/31/UE in materia di prestazione energetica nell’edilizia”.
- D.Lgs. 192/2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”.
- D.Lgs. 311/2006 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto



legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

- D.Lgs. 28/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili".

- D.P.R. 412/1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia".

- D.P.R. 59/2009 "Attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, concernente attuazione della direttiva 2002/91/ce sul rendimento energetico in edilizia".

- D.M. 26 giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici".

- D.M. 26 giugno 2015 "Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici".

- L. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".

#### **Regione Toscana:**

- Delibera n.251 del 16 marzo 2015 "Linee di indirizzo per la sicurezza nei cantieri di autocostruzione e di autorecupero".

**Regione Puglia**

- "Linee guida autocostruzione e autorecupero"

**Norme UNI:**

- UNI 10211 - 1
- UNI TS 11300 - 1
- UNI TS 11300 - 2
- UNI TS 11300 - 3
- UNI TS 11300 - 4

## Sitografia

- <http://www.treccani.it/vocabolario/modulo/>
- <http://www.tesionline.it/default/glossario.jsp?GlossarioID=5475>
- <http://renzopianog124.com/>
- <http://renzopianog124.com/post/75523701119/venti-punti-per-la-riqualificazione>
- [http://operanomadipadova.blog.tiscali.it/2010/02/04/padova\\_inaugurato\\_il\\_progetto\\_sperimentale\\_autocostruito\\_dai\\_sinti\\_veneti\\_2033650-shtml/?doing\\_wp\\_cron](http://operanomadipadova.blog.tiscali.it/2010/02/04/padova_inaugurato_il_progetto_sperimentale_autocostruito_dai_sinti_veneti_2033650-shtml/?doing_wp_cron)
- <http://earthship.com/blogs/upcoming-events/>
- <http://casasconbotellas.com/es/ingrid.asp>
- <http://www.bagstudio.org/la-prima-casa-di-paglia-urbana/>
- <http://www.vandkunsten.com/uk/Projects/Project/the-modern-seaweed-house/263-37.p>
- <http://www.planningportal.gov.uk/planning/applications/howtoapply/whattosubmit/cil>
- <http://www.ebuild.co.uk/>
- [http://www.corriere.it/inchieste/sogno-casa-autocostruita-l-oringdiventa-beffa-truffa/6f888e7c-12de-11e2-9375-5d5e6dfabc1a.shtml?refresh\\_ce-cp](http://www.corriere.it/inchieste/sogno-casa-autocostruita-l-oringdiventa-beffa-truffa/6f888e7c-12de-11e2-9375-5d5e6dfabc1a.shtml?refresh_ce-cp)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Autocostruzione\\_\(architettura\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Autocostruzione_(architettura))
- [http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DettaglioAttiG.xml?codprat=2015DG00000000255&hc\\_location=ufi](http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DettaglioAttiG.xml?codprat=2015DG00000000255&hc_location=ufi)

- <http://www.selfbuildportal.org.uk/homeruskwartier-district-almere>
- [https://www.facebook.com/media/set/?set=a.927777083955776.1073741865.780965428636943 &type=3](https://www.facebook.com/media/set/?set=a.927777083955776.1073741865.780965428636943&type=3)
- <http://www.gse.it/it/Pages/default.aspx#&panel2-1>
- <http://eusew.eu/>
- <http://mayors-adapt.eu/>
- <http://mayors-adapt.eu/event/mayors-adapt-signature-ceremony/>
- [http://www.pattodeisindaci.eu/about/signatories\\_it.html?city\\_id=803&seap](http://www.pattodeisindaci.eu/about/signatories_it.html?city_id=803&seap)
- <http://www.comune.parma.it/PAES/Azioni-del-Paes.aspx>
- [www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/chi-siamo/casaclima-history/438-0.html](http://www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/chi-siamo/casaclima-history/438-0.html)
- [www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/25-0.html](http://www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/25-0.html)
- [www.agenziacasaclima.it/it/casaclima/1-0.html](http://www.agenziacasaclima.it/it/casaclima/1-0.html)
- [www.arcacert.com](http://www.arcacert.com)
- <http://www.meteonorm.com>
- <http://www.trnsys.com/>
- <http://la-parma-di-gio-parma.blogautore.repubblica.it/2013/10/07/quel-muro-in-piazza-della-pace/>
- <http://lecablocco.it/lecablocco/bioclima-sismico-2/>
- [https://issuu.com/rothoblaas/docs/catalogo-viti-it-2014?e=18207635/14231895\\_blank](https://issuu.com/rothoblaas/docs/catalogo-viti-it-2014?e=18207635/14231895_blank)





# Allegati di approfondimento

Allegato A.

Tavole di progetto esecutivo. Rilegato separatamente.

Allegato B.

Computo metrico estimativo.

Allegato C.

Procedimento costruttivo.

Allegato D.

Schemi costruttivi strutturali.

## Allegato B - Computo metrico estimativo

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
1	<b>Struttura di fondazione</b>										
1.1	Scavo di sbancamento e trasporto a rifiuto  Tutto fino a quota primo corso di blocchi - 0,05 Tagli sfridi raccordi 5%	166,00				8,30 0,42			48,00%	52,00%	
	Sommano mc:					8,72	€ 4,45	€ 38,78	18,62	20,17	
1.2	Scavo di fondazione a sezione obbligata con mezzi meccanici fino a mt.2  Scavo di fondazione di 7 cm Tagli sfridi raccordi 5%		64,00	0,80	0,30	15,36 0,77			47,00%	53,00%	
	Sommano mc:					16,13	€ 9,00	€ 145,15	68,22	76,93	
1.3	Strato di allettamento in sabbia  Strato di sabbia da 5 cm Tagli sfridi raccordi 5%		64,00	0,80	0,05	2,56 0,13			11,00%	2,00%	87,00%
	Sommano mc:					2,69	€ 34,50	€ 92,74	10,20	1,85	80,68
1.4	Fornitura e posa in opera di blocchi calcestruzzo alleggerito  LECABLOCCO SISMICO Tagli sfridi raccordi 5%					235,00 10,00			45,00%		55,00%
	Sommano par. ug.					245,00	€ 9,09	€ 2.227,05	1002,17		1224,88
1.5	Livellamento di malta di cemento tipo 32.5 e sabbia di cava composta da 350 kg di cemento per 1,00 mc di sabbia  Strato di livellamento di malta di 3 cm Tagli sfridi raccordi 5%		64,00	0,75	0,03	1,44 0,07			19,00%	2,00%	79,00%
	Sommano mc:					1,51	€ 135,00	€ 204,12	38,78	4,08	161,25



Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
1.6	Manto impermeabile prefabbricato per l'impermeabilizzazione e il drenaggio dei muri di fondazione, costituito da membrana bitume distillato-polimero elastoplastomerica armata corazzata, protettiva e drenante peso 5 kg/m <sup>2</sup> , applicata a fiamma previo trattamento con idoneo pri-mer bituminoso da pagare a parte, con sovrapposizione dei sormonti di 8 ÷ 10 cm in sen-so longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli, armata con tessuto non tessuto in poliestere								34,00%		66,00%
	Protezione fondazioni					108,00					
	Sommano mq					108,00	€ 15,00	€ 1.620,00	550,80		1069,20
1.7	Elementi portanti orizzontali a sezione rettangolare di legno massello o lamellare, con superfici piallate, di sezione adeguata, opportunamente classificato in base alla norma UNI EN 338 come previsto dalla attuale normativa in materia di progettazione sismica, resistenza caratteristica a flessione 24 MPa, inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato ed ogni altra prestazione compreso il controllo e accettazione di elaborati costruttivi forniti dal produttore o dal progettista. Sono compresi nel prezzo i piani di lavoro interni, la pulizia finale, il trasporto a discarica del materiale di risulta differenziato e quant'altro per dare il lavoro finito a regola d'arte secondo i protocolli di montaggio stabiliti nel C.S.A. o dalla D.L.								27,00%	3,00%	70,00%
	Travi di larice per fondazioni		64,00	0,20	0,30	3,84					
	Sommano mc					3,84	€ 1.650,96	€ 6.339,69	1711,72	190,19	4437,78
Totale parziale							€ 10.667,53	€ 3.400,51	€ 293,22	€ 6.973,79	

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
2	<b>Struttura in elevazione</b>										
2.1	Fornitura e prefabbricazione di strutture in platform frame di legno lamellare d'abete								31,00%	7,00%	63,00%
	Copertura					4,00					
	Solaio					3,78					
	Pareti					3,09					
	Controventi					0,85					
	Sommano mc:					11,72	€ 600,00	€ 7.032,00	2179,92	492,24	4430,16
2.2	Vite per legno a testa conica, punta autoforante, fresa a fine filetto, utilizzabile senza preforatura:								31,00%	7,00%	63,00%
	VGS VITE TUTTO FILETTO 9X200 (25)	1.475,00					€ 1,94	€ 2.861,50			
	VGS VITE TUTTO FILETTO 9X320 (25)	50,00					€ 3,99	€ 199,50			
	VGS VITE TUTTO FILETTO 9X400 (25)	100,00					€ 5,05	€ 505,00			
	HBS VITE PER LEGNO 11X600 (100)	50,00					€ 12,40	€ 620,00			
	RONDELLA TORNITA BIANCA Ø 12 (25)	50,00					€ 1,14	€ 57,00			
	HBS VITE PER LEGNO 6X100 (100)	500,00					€ 0,40	€ 200,00			
	Sommano par. ug.							€ 3.566,00	1105,46	249,62	2246,58
2.3	Pannelli di irrigidimento in USB3 resi solidali al telaio con apposite giunzioni metalliche speciali (chiodi, viti, cambre), inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato compresi eventuali lavorazioni di saldatura e accostamento ed ogni altra prestazione compreso il controllo e accettazione di elaborati costruttivi forniti dal produttore o dal progettista.								25,00%	12,00%	63,00%
	Copertura					108,18					
	Solaio					117,24					
	Pareti					56,98					
	Sommano mq:					282,40	€ 22,62	€ 6.387,89	1596,97	766,55	4024,37

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
2.4	Fornitura e posa in opera di pannelli di isolamento in fibra di legno flessibile a bassa densità Flex 55								15,00%		85,00%
	Copertura	mq			m						
		47,94			0,24	11,51	€ 29,46	€ 338,95			
	Solaio	56,70			0,20	11,34	€ 24,55	€ 278,40			
	Pareti	33,70			0,16	5,39	€ 19,64	€ 105,90			
	Sommano mq				28,24		€ 723,25	108,49		614,76	
2.5	Chiusura masterpanels con pannello in fibra di legno ad alta densità DWD PROTECT N+F 3 THERM (0,16 cm)								25,00%	12,00%	63,00%
	Copertura					53,40					
	Pareti					55,83					
	Sommano mq					109,23	€ 25,00	€ 2.730,75	682,69	327,69	1720,37
2.6	Strato isolante costituito da pannelli di sughero autoespanso autocollato privi di collanti chimici; Corkpan Md Facciata della ditta Tecnosugheri srl, posati con i giunti ben accostati fra di loro.								50,00%		50,00%
	Pareti - Spessore 100mm				0,10	81,00	€ 239,00	€ 19.359,00			
	Attacco fondazione - Spessore 50mm				0,05	14,13	€ 119,00	€ 1.681,47			
	Imbotte finestre est/ovest - Spessore 40mm				0,04	3,60	€ 96,00	€ 345,60			
	Sommano mq							€ 21.386,07	10693,04		10693,04
2.7	Fornitura e posa in opera dell'isolamento termoacustico del solaio di copertura e di parete con pannelli in fibra di legno ISHOLWOOD 160 di spessore 80mm disposti con giunti accostati.								52,00%		48,00%
	Copertura					51,18					
	Pareti					16,12					
	Sommano mq					67,30	€ 21,65	€ 1.457,05	757,66		699,38

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
2.8	Fornitura e posa in opera dell'isolamento termoacustico del solaio di copertura e di parete con pannelli in fibra di legno ISHOLWOOD 230 di spessore 20mm disposti con giunti accostati.  Copertura  Sommano mq					51,12			52,00%		48,00%
						51,12	€ 6,98	€ 356,82	185,55		171,27
2.9	Controparete in mattoni pesanti di terra cruda Matteo Brioni (tipo mattone pesante Linea InTerraTM) confezionati per stampaggio in pasta molle con impasti di limi argillosi a granulometria controllata e fibra vegetale di piccola pezzatura , non radioattive ed esenti da scarti di precedenti lavorazioni, essiccati meccanicamente in regime controllato (circa 10 gg.), in ragione di n. 45/mq (sp. 15 cm). Dimensioni 5,5x15x30 cm (tolleranza di 5 mm per ritiro), peso secco ca. 3,5 Kg, densità ca. 1450 Kg/mc, $\lambda$ 0,47 W/mK, $\mu$ 8. Resistenza a compressione 2,9 N/mmq*. Abbattimento acustico (stimato; sp. 15 cm) 48 dB. Prezzi comprensivi di IVA  ADOBE: Mattoni fatti a mano - FLESSIBILE - misure 30x15x5,5 - bancale da 156 p.zzi Sommano par. ug  ADOBE: Mattoni fatti a mano - FLESSIBILE - misure 30x15x5,5 - bancale da 156 p.zzi Sommano kg					686,00	€ 1,59	€ 1.088,00	60,00%		40,00%
						700,00	€ 0,39	€ 273,00			
								€ 1.361,00	816,60		544,40

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI			% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE				
2.10	Listellatura legno di abete delle sezioni indicate per ancoraggio parete massiva didattica P01									70,00%		30,00%
	Distanziatore in abete 4cm x 4cm		12,50			12,50	€ 2,00	€ 25,00				
	Listelli in abete 8cm x 4cm		15,63			15,63	€ 4,00	€ 62,52				
	Sommano m							€ 87,52		61,26		26,26
2.11	Contropareti in lastre in gessofibra VIDIWALL KNAUF (12,5 mm) accoppiate a lastre di cartongesso DIAMANT KNAUF (12,5mm) fissate mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato da 0,6 mm con montanti ad interasse di 600 mm e guide al pavimento e soffitto fissate alle strutture, compresa la formazione degli spigoli vivi, retinati o sporgenti e la stuccatura dei giunti									49,00%		51,00%
	Pareti					32,76						
	Sommano mq					32,76	€ 26,54	€ 869,45		426,03		443,42
2.12	Controsoffitto in lastre di gesso rivestito KASA CLEANEO C KNAUF sp. 12,5 mm, fissate mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato dello spessore di 6/10 mm ad interasse di 600 mm, comprese la stessa struttura e la stuccatura dei giunti									68,00%		32,00%
	Coperture					53,64						
	Sommano mq					53,64	€ 24,21	€ 1.298,62		883,06		415,56
Totale parziale								€ 45.088,34		€ 18.187,63	€ 1.836,10	€ 25.170,59

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
3	<b>Impermeabilizzazioni</b>										
3.1	Membrana traspirante in parete in fibra di polipropilene termotrattato (tre strati), imputrescibile, resistente ai microrganismi, posato a secco  Membrana traspirante USB Wall					78,34			74,00%		26,00%
	Sommano mq					78,34	€ 1,23	€ 96,36	71,31		25,05
3.2	Freno al vapore in fibra di polipropilene termotrattato (due strati), imputrescibile, resistente ai microrganismi, posato a secco  Freno al vapore idrosensibile USB Micro 100 Riwega					52,00			76,00%		24,00%
	Sommano mq					52,00	€ 1,10	€ 57,20	43,47		13,73
3.3	Membrana drenante per impermeabilizzazione di coperture a vista non pedonabili in totale aderenza mediante incollaggio, accoppiato ad feltro non tessuto in poliestere, applicati a totale aderenza mediante incollaggio  Membrana drenante drein-mat planus					34,47			9,00%		91,00%
	Sommano mq					34,47	€ 11,15	€ 384,34	34,59		349,75
3.4	Membrana ad alta traspirazione in poliestere e poliuretano posata a secco  Membrana impermeabile traspirante Riwega Protector Silver					72,72			64,00%		36,00%
	Sommano mq					72,72	€ 2,94	€ 213,80	136,83		76,97
3.5	Membrana impermeabile in PVC  Membrana impermeabile in PVC Armourplan SM Riwega sp: 1,2mm					34,47			16,00%		84,00%
	Sommano mq					34,47	€ 20,00	€ 689,40	110,30		579,10
Totale parziale								€ 1.441,10	€ 396,50	€ -	€ 1.044,59

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
4	<b>Serramenti e cassonetti</b>										
4.1	Fornitura e posa in opera di serramenti: Alpifenster F02 - S40; Alpifenster F03 - I30; Alpifenster F04 - L40; Alpifenster F05 - S40.							12,00%	1,00%	87,00%	
	Sommano a corpo					€ -	€ 16.000,00	1920,00	160,00	13920,00	
4.2	Fornitura e posa in opera di serramenti: Serramento a soffietto F01 vetro semplice.							12,00%	1,00%	87,00%	
	Sommano a corpo					€ -	€ 3.000,00	360,00	30,00	2610,00	
4.3	Fornitura e posa in opera di cassonetto a scomparsa ispezionabile con controlaia integrato Mimik con teli avvolgibili in alluminio 12x50 Arialuce motorizzati di dimensioni 5000mm x 2800mm con profilo tubolare annegato 200 x 150 x 10 per supporto ante a libro lato SUD							9,00%		91,00%	
	Sommano a corpo				1,00	€ -	€ 3.443,76	309,94		3133,82	
4.4	Fornitura e posa in opera di cassonetto a scomparsa ispezionabile con controlaia integrato Mimik con teli avvolgibili in alluminio 12x50 Arialuce motorizzati di dimensioni 2400mm x 2400mm più grata blindata antieffrazione motorizzata classe 3 lato NORD							5,00%		95,00%	
	Sommano a corpo				1,00	€ -	€ 7.287,20	364,36		6922,84	
4.5	Trasporto cassonetti Mimik								100,00%		
	Sommano a corpo				1,00	€ -	€ 300,00		300,00		
Totale parziale							€ 30.030,96	€ 2.954,30	€ 490,00	€ 26.586,66	

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
5	Copertura verde										
5.1	Pannelli di irrigidimento in OSB3 resi solidali al telaio con apposite giunzioni metalliche speciali (chiodi, viti, cambre), inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato compresi eventuali lavorazioni di saldatura e accostamento ed ogni altra prestazione compreso il controllo e accettazione di elaborati costruttivi forniti dal produttore o dal progettista.  Sottofondo copertura verde					26,40			25,00%	12,00%	63,00%
	Sommano mq					26,40	€ 22,62	€ 597,17	149,29	71,66	376,22
5.2	Fornitura copertura verde DAKU Estensivo  Pannello DAKU FSD 20 SD, Filtro Daku Stabifilter SFE, Substrato DAKU ROOF SOIL 2 spessore 8 cm, fertilizzante DAKU PLUS, Pozzetto di Ispezione allo scarico,								23,00%		77,00%
	Sommano a corpo							€ 2.390,00	549,70		1840,30
5.3	Miscela di sedum  Copertura verde in sedum								25,00%		75,00%
	Sommano a corpo							€ 1.400,00	350,00		1050,00
Totale parziale								€ 4.387,17	€ 1.048,99	€ 71,66	€ 3.266,52



Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
6	<b>Altre coperture</b>										
6.1	Doppia orditura di listellatura legno di castagno o larice delle sezioni indicate per tetto ventilato  Listelli di legno di sezione 3cm x 3cm  Sommano m					70,00	€ 2,70	€ 189,00	70,00%		30,00%
									132,30	56,70	
6.2	Pannelli di irrigidimento in OSB3 resi solidali al telaio con apposite giunzioni metalliche speciali (chiodi, viti, cambre), inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato compresi eventuali lavorazioni di saldatura e accostamento ed ogni altra prestazione compreso il controllo e accettazione di elaborati costruttivi forniti dal produttore o dal progettista.  Sottofondo copertura fotovoltaico Sommano mq					11,26	€ 22,62	€ 254,70	25,00%	12,00%	63,00%
									63,68	30,50	160,46
6.3	Modulo fotovoltaico Sistema Energia a struttura rigida con celle al silicio monocristallino di forma quadrata o pseudoquadrata colore blu, efficienza del modulo > 14%, tensione massima di sistema 1.000 V, completo di cavi con connettori MC3 e scatola di giunzione IP 65 con diodi di by-pass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, garanzia di prestazione del 90% in 12 anni e dell'80% in 25 anni; cablaggio e fornitura in opera di struttura di supporto modulare in alluminio anodizzato inclusi  Pannelli vitovolt 300 (1,66 mq) per installazione su tetto a falda inclinata a 60 celle, potenza di picco 230 W, dimensioni 166 x 100 x 5 cm  Sommano par. ug.					4,00			27,00%		73,00%
						4,00	€ 567,99	€ 2.271,96	613,43		1658,53

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
6.4	Grigliato elettroforgiato realizzato in acciaio S255 JR secondo UNI EN 10025 zincato a caldo a norme UNI EN ISO 1461/99 con collegamento in tondo liscio e/o quadro ritorto, dimensione standard di 700 ÷ 1000 x 1000 mm, in opera compresi gli elementi di supporto anche essi zincati a caldo, quali telai, guide, zanche, bullonerie e simili  Griglia metallica copertura pannelli					6,02			23,00%		77,00%
	Sommano mq					6,02	€ 46,39	€ 279,27	64,23		215,04
6.5	Profili in legno lamellare per spessore								31,00%	7,00%	63,00%
	Sommano mc		11,00	0,16	0,08	0,14	€ 600,00	€ 84,48	26,19	1,83	1,15
6.6	Manto di copertura realizzato con pannelli compositi, prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in lamiera metallica tra i quali è interposto uno strato di schiuma isolante in poliuretano espanso iniettato ad alta pressione. Il rivestimento esterno è grecato, quello interno è liscio, dotato di micronervature.  Pannello sandwich di spessore 102mm								35,00%		65,00%
	Sommano mq					17,36	€ 28,00	€ 486,08	170,13		315,95
Totale parziale								€ 3.565,49	€ 1.069,95	€ 32,40	€ 2.407,84

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
7	<b>Lattoneria</b>										
7.1	Canali di gronda, converse e scossaline montate in opera compreso pezzi speciali ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte con esclusione delle sole cicogne di sostegno per i canali di gronda in acciaio zincato da 6/10 con sviluppo fino a 33cm								55,00%		45,00%
	Canale di gronda Nord		3,50			3,50					
	Canale di gronda Sud		3,50			3,50					
	Lattonerie copertura		78,32			78,32					
	Sommano m					85,32	€ 19,77	€ 1.686,78	927,73		759,05
	Totale parziale							€ 1.686,78	€ 927,73	€ -	€ 759,05

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.	
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE				
8	<b>Finiture</b>											
8.1	Applicazione e stesura di corpo di intonaco di fondo di argilla Terra Base in doppio strato (10+5 mm) e finitura di pregio colorata a base di argilla Terra Vista (2/2.5 mm) su superfici interne o protette da rischi di dilavamento e umidità di risalita. Malta applicabile a mano su superfici scabre che garantiscano l'aggrappo di tipo							60,00%		40,00%		
	Terra base				6,70	€	10,63	€	71,22			
	Terra vista				35,00	€	18,75	€	656,25			
	Sommano mq											
	Trasporto							€	250,00			
	Sommano a corpo				41,70	€	-	€	977,47	586,48	390,99	
8.2	Pannelli di finitura in OSB2 antigraffio resi solidali al sottofondo con apposite giunzioni metalliche speciali (chiodi, viti, cambre), inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato compresi eventuali lavorazioni di saldatura e accostamento ed ogni altra prestazione compreso il controllo e accettazione di elaborati costruttivi forniti dal produttore o dal progettista.							25,00%	12,00%	63,00%		
	OSB COLOR BLU FIN. ANTIGRAFFIO ripostiglio				12,22							
	OSB COLOR GIALLO FIN. ANTIGRAFFIO bagno				12,22							
	OSB FILMATO HEXA TRASPARENTE				5,29							
	Sommano mq				29,73	€	26,27	€	781,01	195,25	93,72	492,03

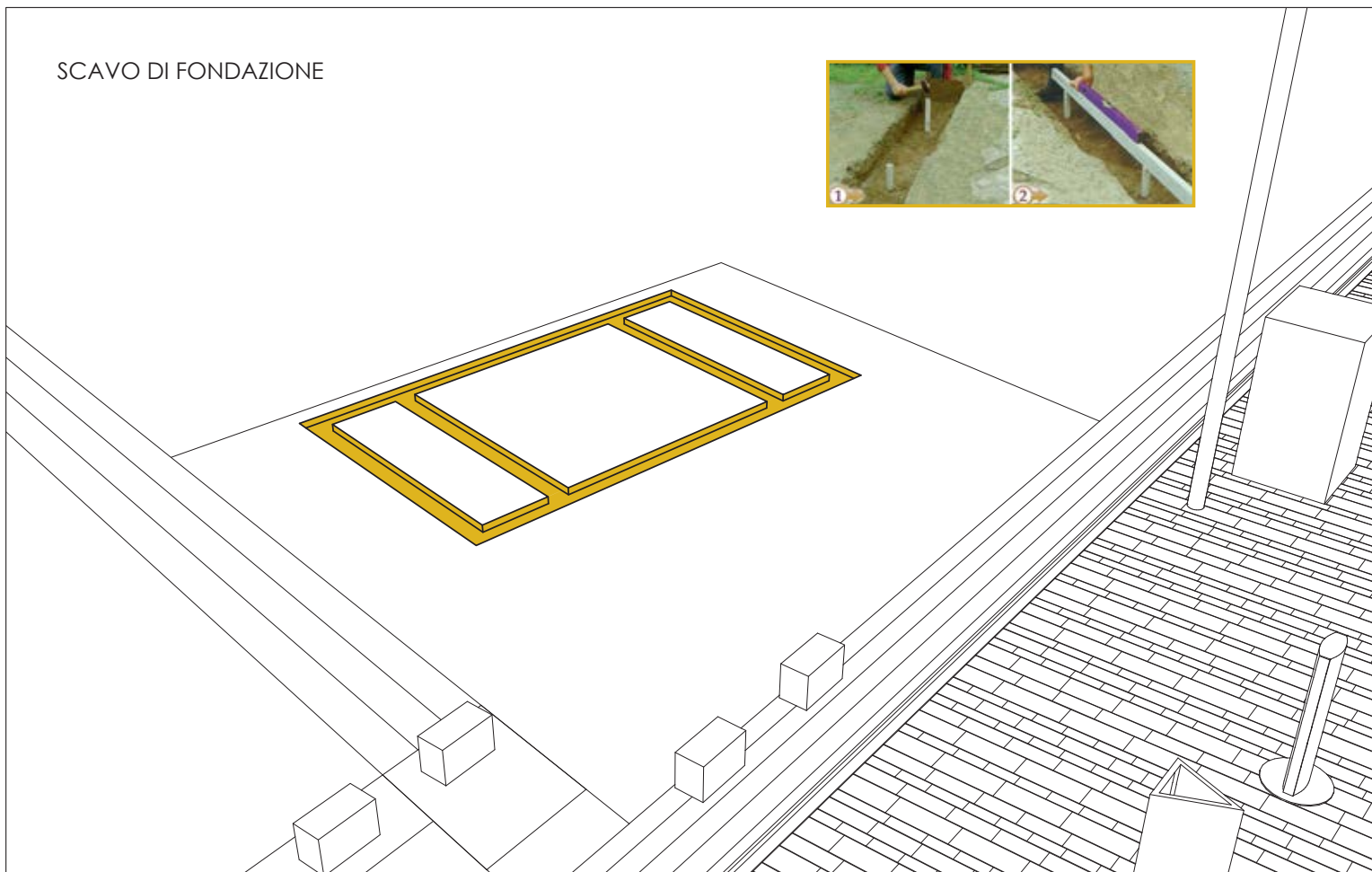
Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
8.3	Idropittura in polvere, da diluirsi con acqua, per esterni tipo Airlite Sunlight Exterior avente caratteristiche antinquinanti, traspiranti, antibatteriche ed autopulenti, contenente sostanze fotocatalitiche, inerti ultrafini ed additivi speciali secondo D.M. Ambiente del 01.04.2004. Deve avere SRI (Solar Reflectance Index - misurata secondo lo standard internazionale ASTM E1980) superiore a 110 e deve inoltre avere le seguenti caratteristiche: contenuto di VOC inferiore a 1 g/l; permeabilità al vapore superiore a 700 g/(m <sup>2</sup> d), e totale assenza di metalli pesanti quali Cd, Hg, As, Pb, Cr VI. Resa di circa 10 m <sup>2</sup> /kg per mano. Il prodotto deve essere inoltre idoneo ad impedire lo sviluppo delle muffe e non infiammabile, appartenente alla classe A1. Deve essere diluita con acqua pulita almeno al 65%.  Soffitti Modulo Eco					60,00			33,00%		67,00%
	Sommano mq					60,00	€ 7,58	€ 454,80	150,06		304,72
8.4	Fornitura e posa in opera di pavimento pollmeier baubuche  Serra bioclimatica Sala principale Ripostiglio Bagno Taglii sfridi e raccordi					13,96 33,31 2,23 2,23 9,80			16,00%		84,00%
	Sommano mq					61,53	€ 94,20	€ 5.796,13	927,38		4868,75
Totale parziale								€ 8.009,40	€ 1.859,20	€ 93,72	€ 6.056,48

Num. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI		% M.O.	% NOL.	% MAT.
		Par.ug.	Lung.	Largh.	H/peso		Unitario	TOTALE			
9	<b>Impianti</b>										
9.1	Impianto elettrico  Fornitura e posa in opera di impianto elettrico: Plafoniera con MID Power LED (double or single die) dotata di dissipatore / riflettore in acciaio preverniciato. bianco. Corpo in PC grigio RAL7035. Schermo / diffusore in PC stabilizzato agli U.V.. Sigillante depositato a CNC. Sistema di fissaggio a parete, plafone o sospensione tramite molle in acciaio armonico con zona di attacco regolabile. Connettore rapido  Sommano a corpo								60,00%		40,00%
						€ -	€ 1.100,00	660,00			440,00
9.2	Impianto termotecnico  Fornitura e posa in opera di pompa di calore e VMC  Sommano a corpo								60,00%		40,00%
						€ -	€ 1.500,00	900,00			600,00
9.3	Impianto idrico-sanitario  Fornitura e posa in opera di bagno relativi scarichi  Sommano a corpo								60,00%		40,00%
						€ -	€ 3.500,00	2100,00			1400,00
Totale parziale							€ 6.100,00	€ 3.660,00	€ -	€ 2.440,00	
10	<b>Sistemazioni esterne</b>										
10.1	Fornitura e posa in opera di pavimento da esterno in listoni di legno di Pino impregnato in autoclave.  Area esterna  Sommano mq								25,00%	1,00%	75,00%
						185,00	€ 32,00	€ 5.920,00	1480,00	59,20	4440,00
Totale parziale							€ 5.920,00	€ 1.480,00	€ 59,20	€ 4.440,00	
<b>TOT</b>							€ 119.064,83	€ 36.293,91	€ 2.876,30	€ 80.004,50	



## Allegato C - Procedimento costruttivo

SCAVO DI FONDAZIONE



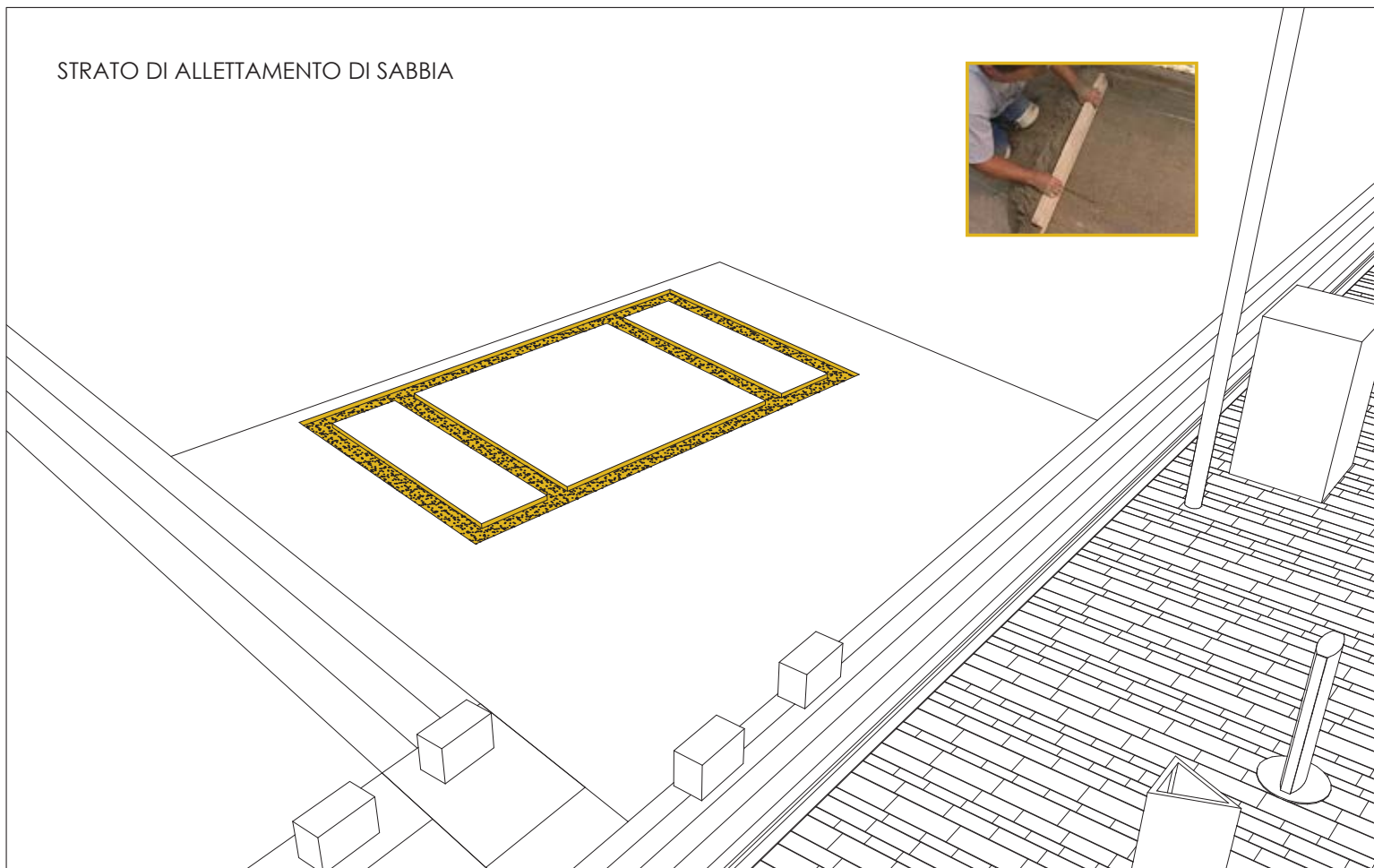
MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

1



STRATO DI ALLETTAMENTO DI SABBIA

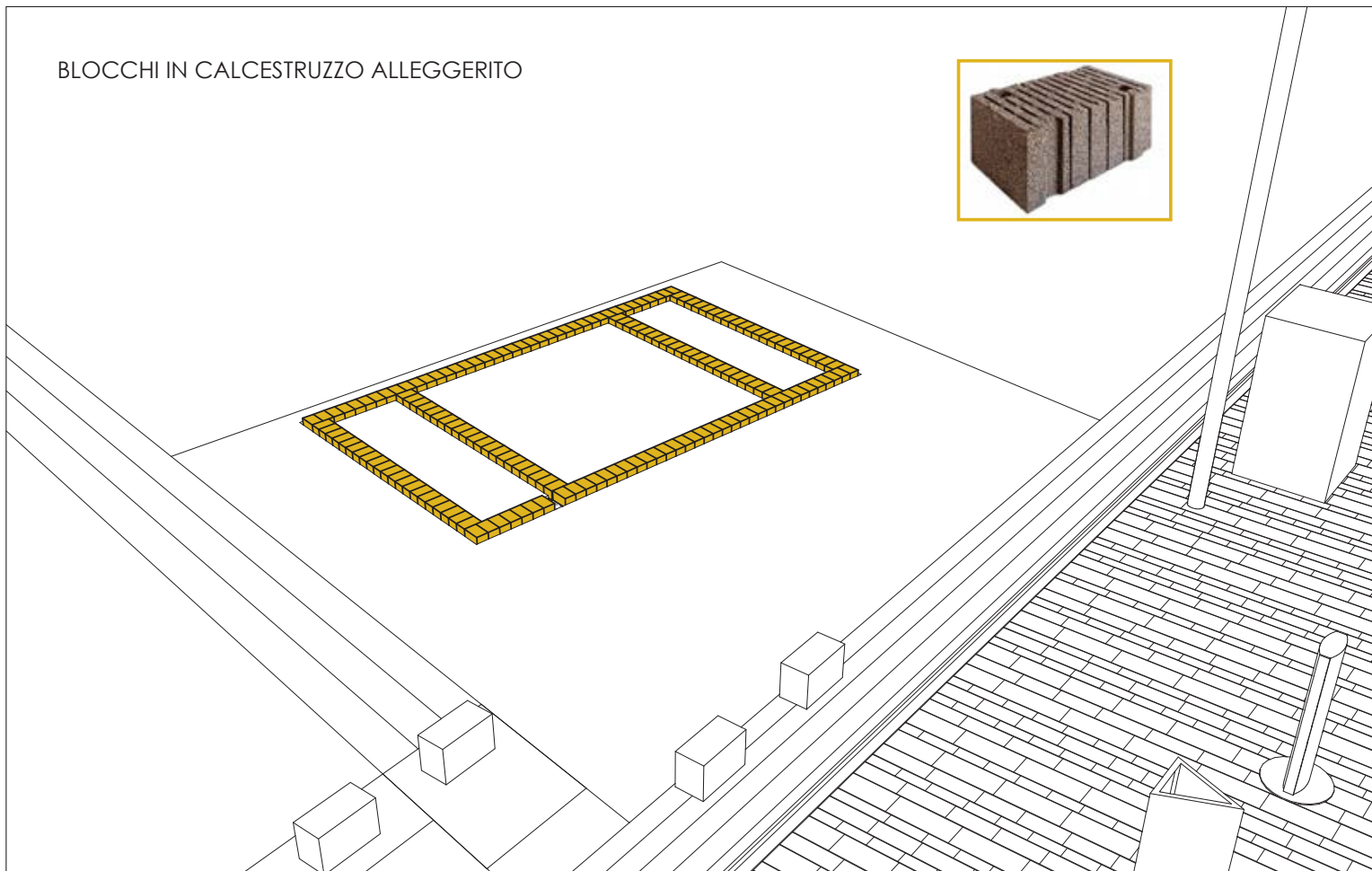


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

2

BLOCCHI IN CALCESTRUZZO ALLEGGERITO

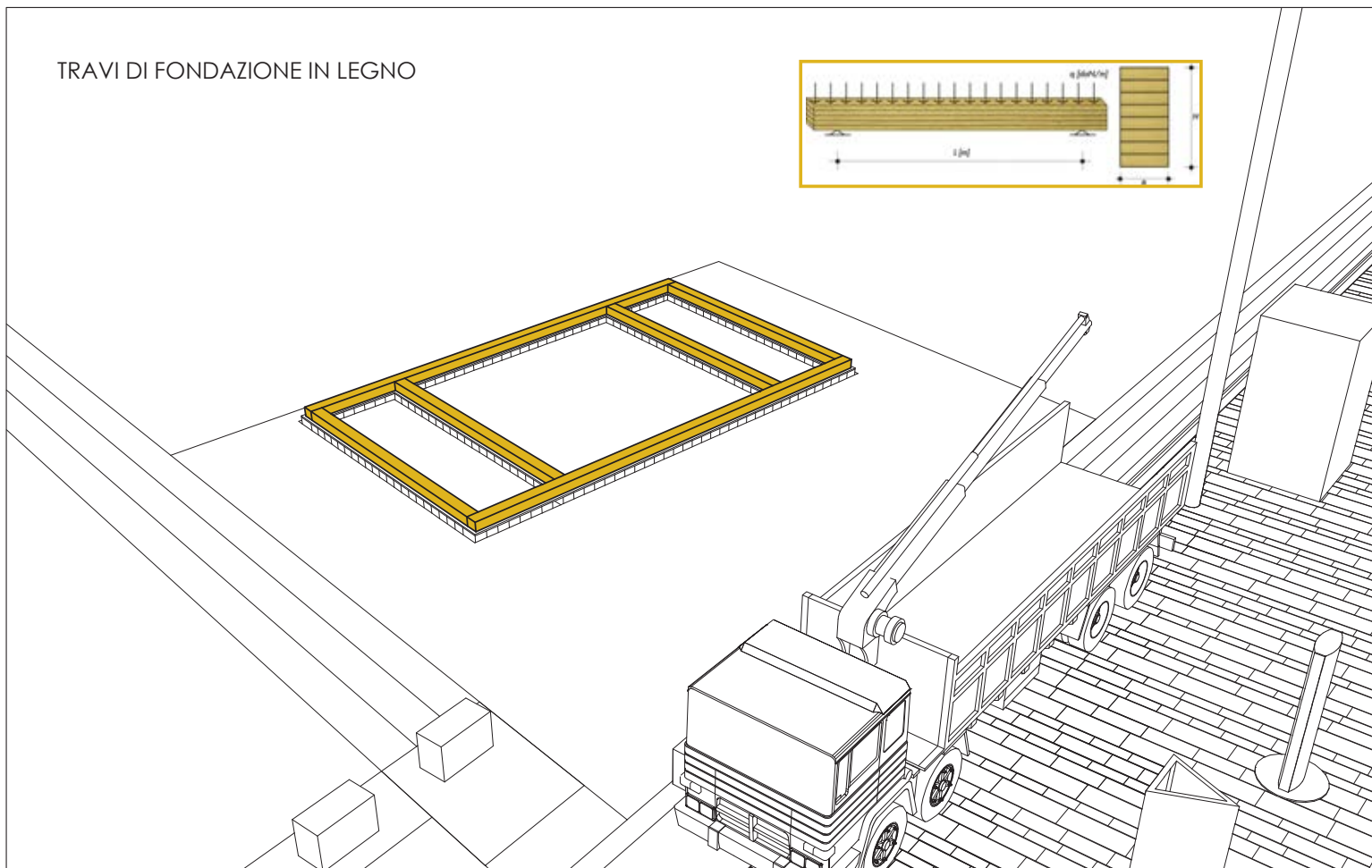
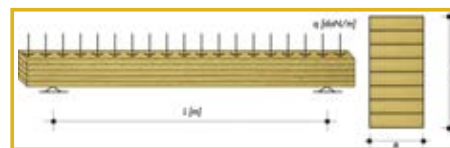


MANIFATTURA URBANA

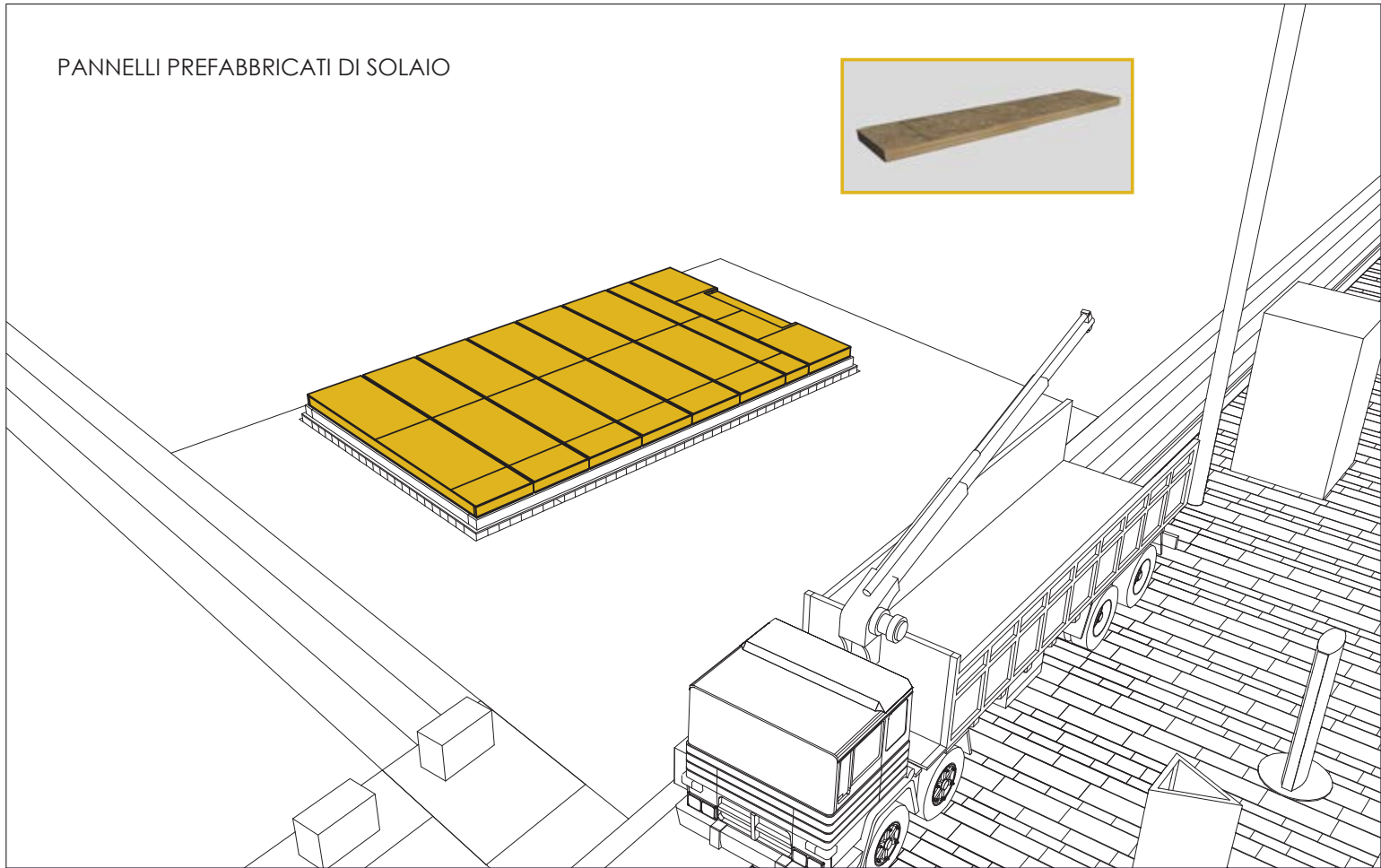
Modulo Eco - Sportello Energia

3

TRAVI DI FONDAZIONE IN LEGNO



PANNELLI PREFABBRICATI DI SOLAIO

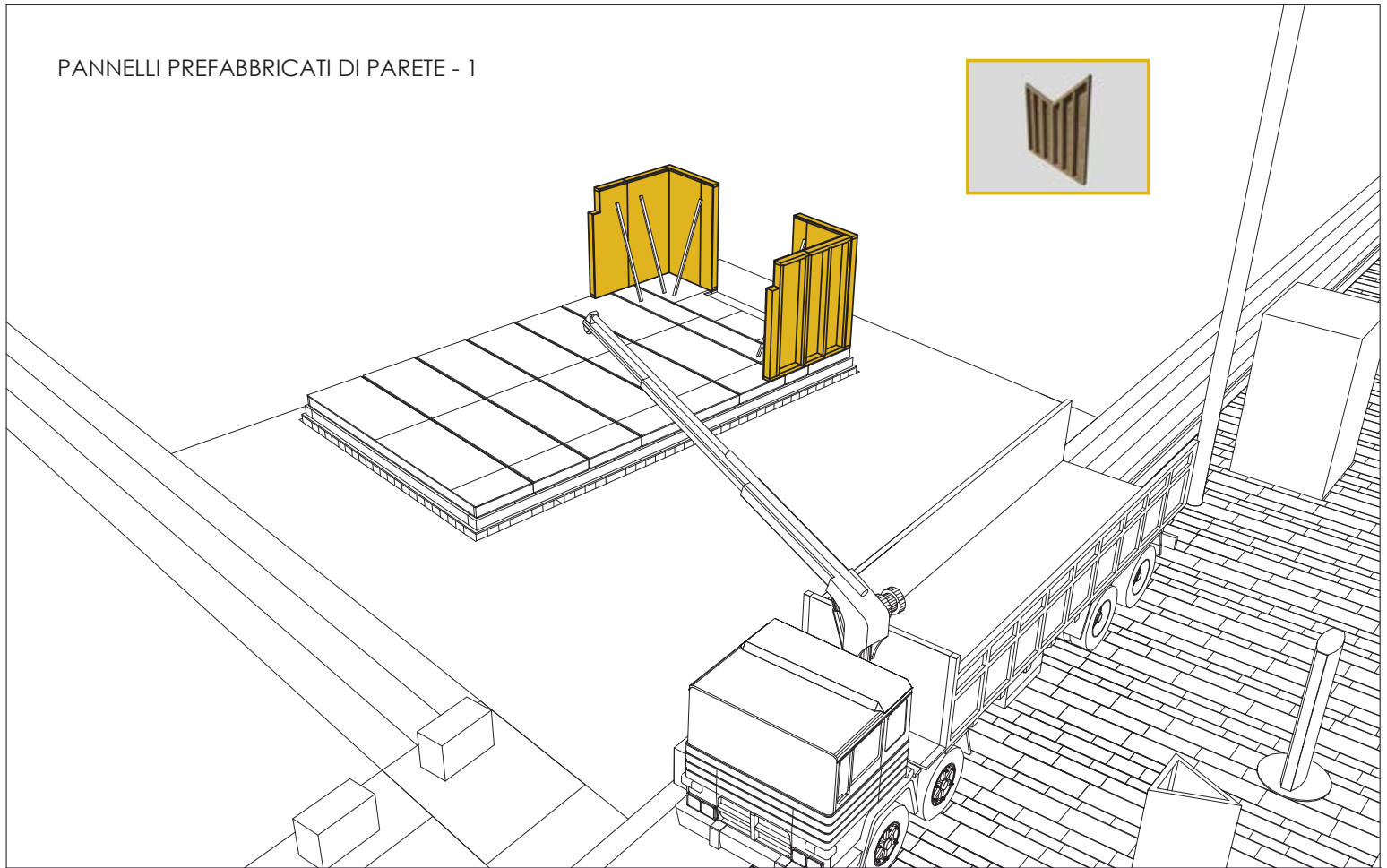


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

5

PANNELLI PREFABBRICATI DI PARETE - 1

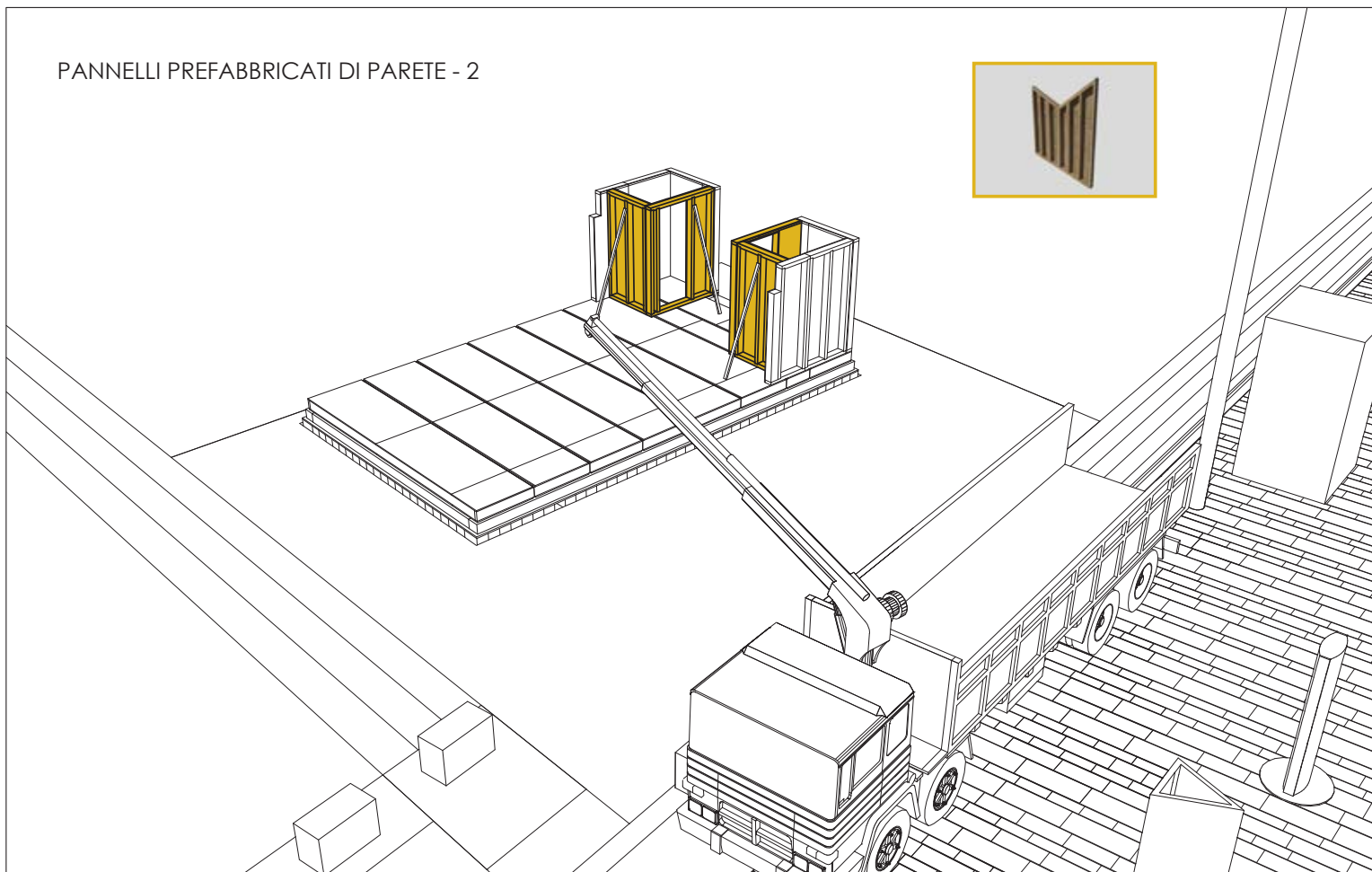


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

6

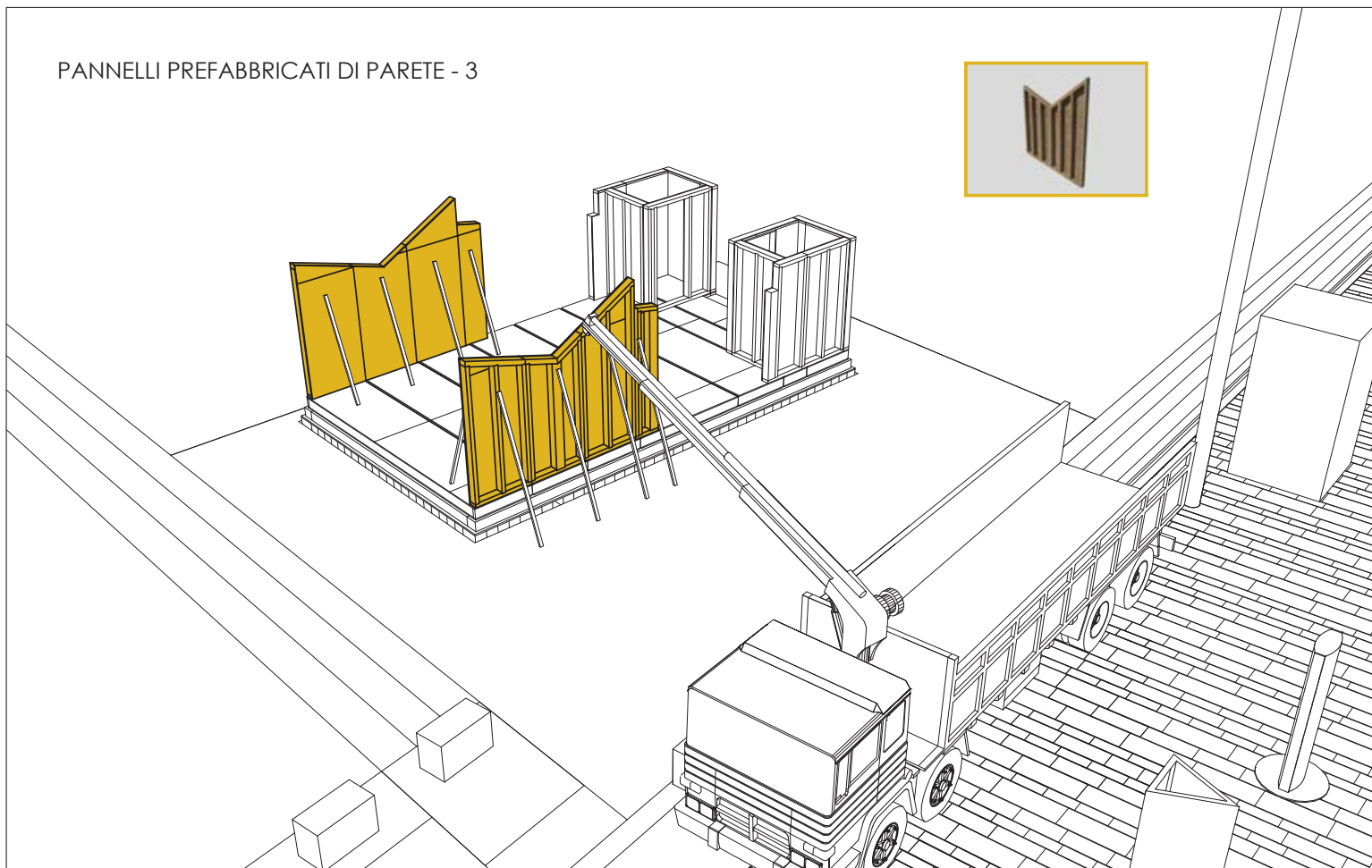
PANNELLI PREFABBRICATI DI PARETE - 2



MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

PANNELLI PREFABBRICATI DI PARETE - 3

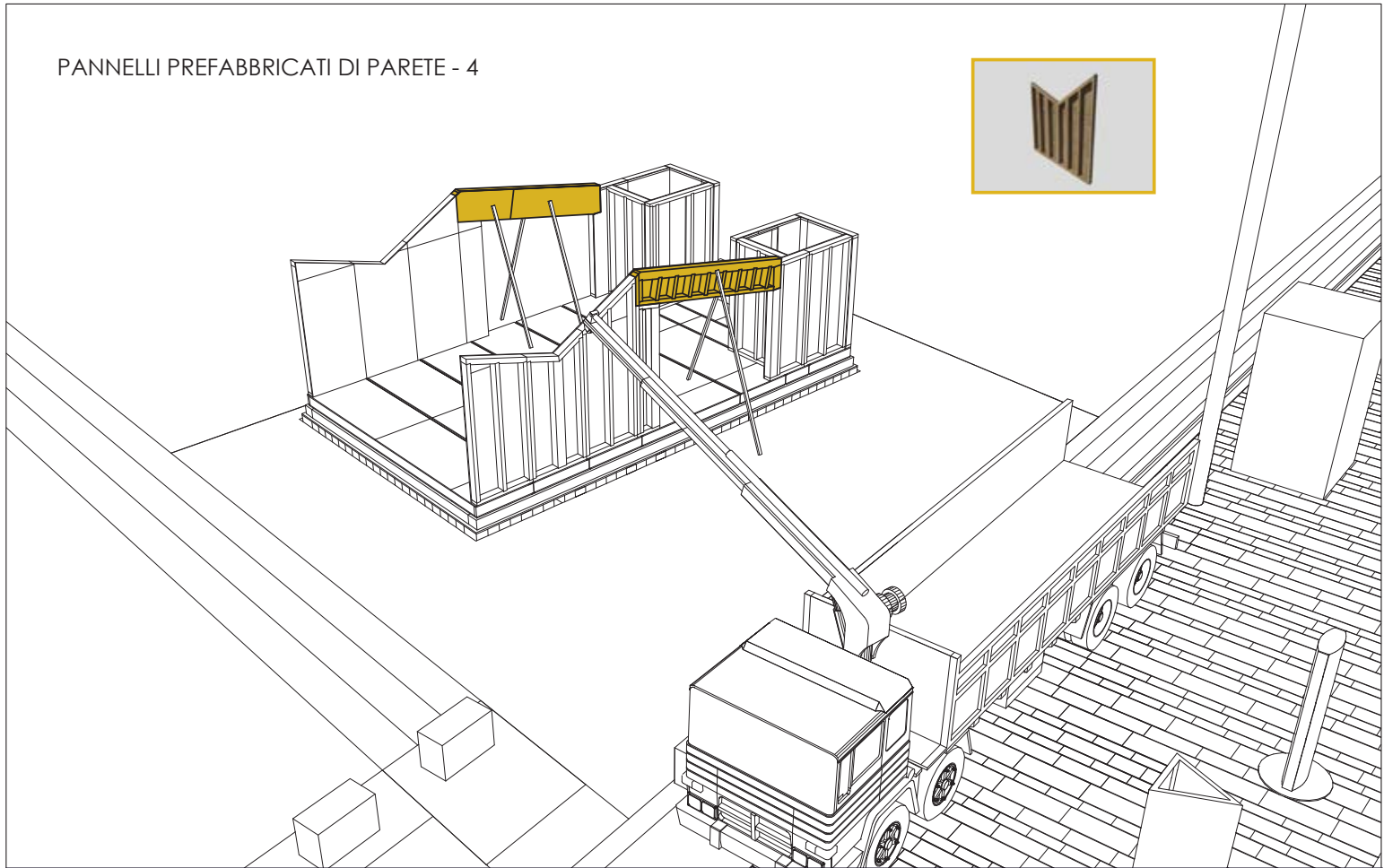


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

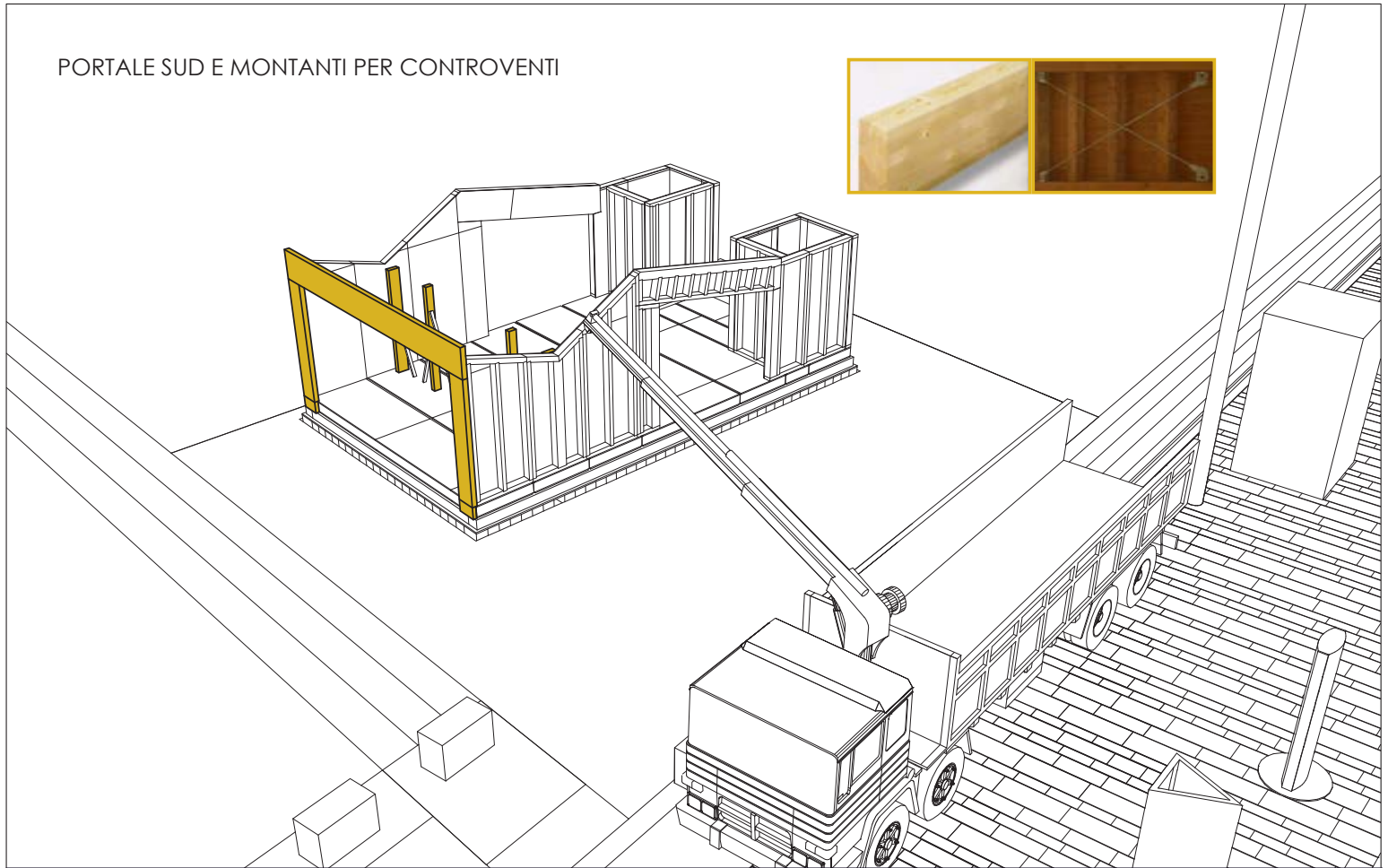
8

PANNELLI PREFABBRICATI DI PARETE - 4





PORTALE SUD E MONTANTI PER CONTROVENTI

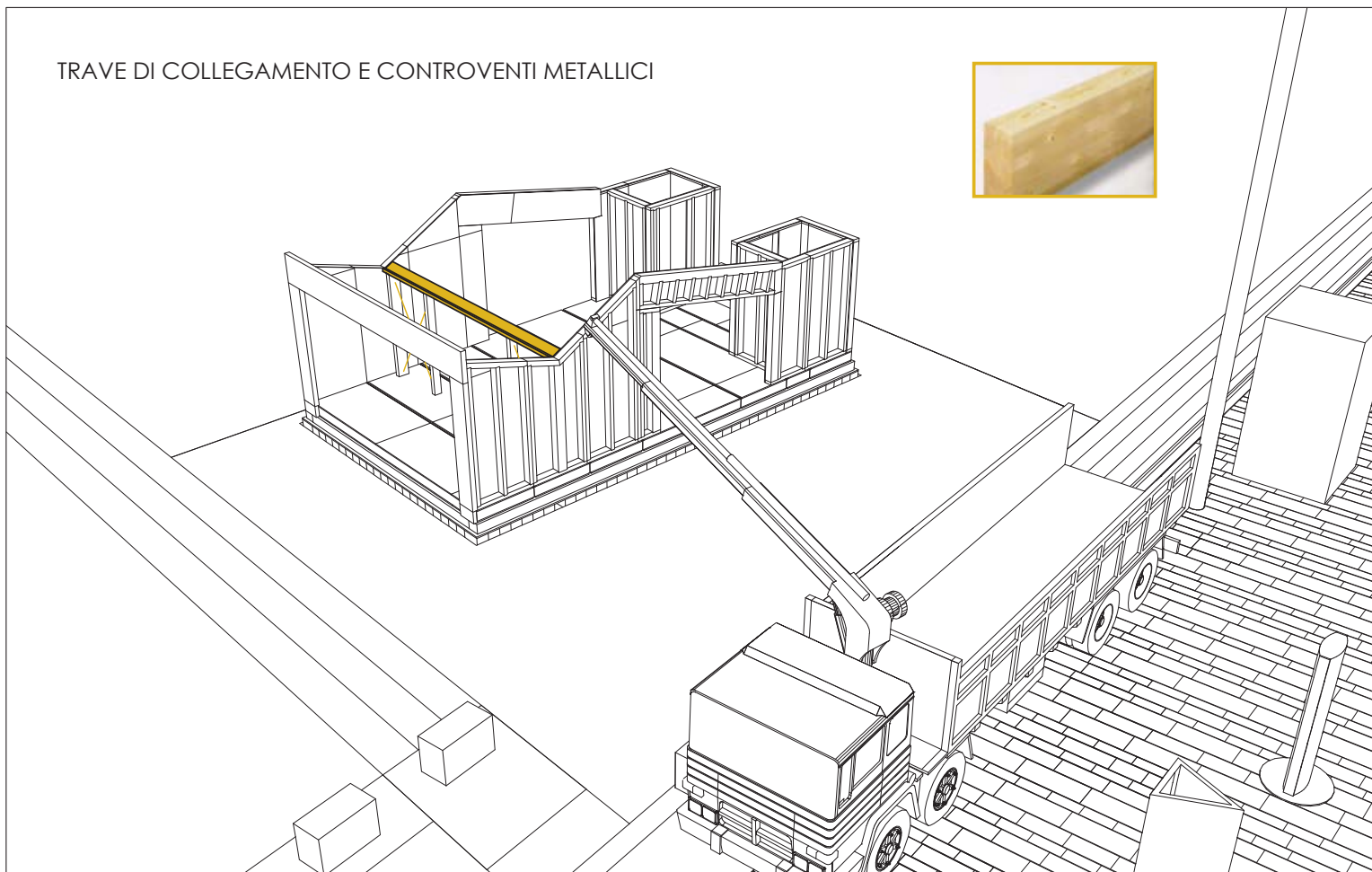


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

10

TRAVE DI COLLEGAMENTO E CONTROVENTI METALLICI

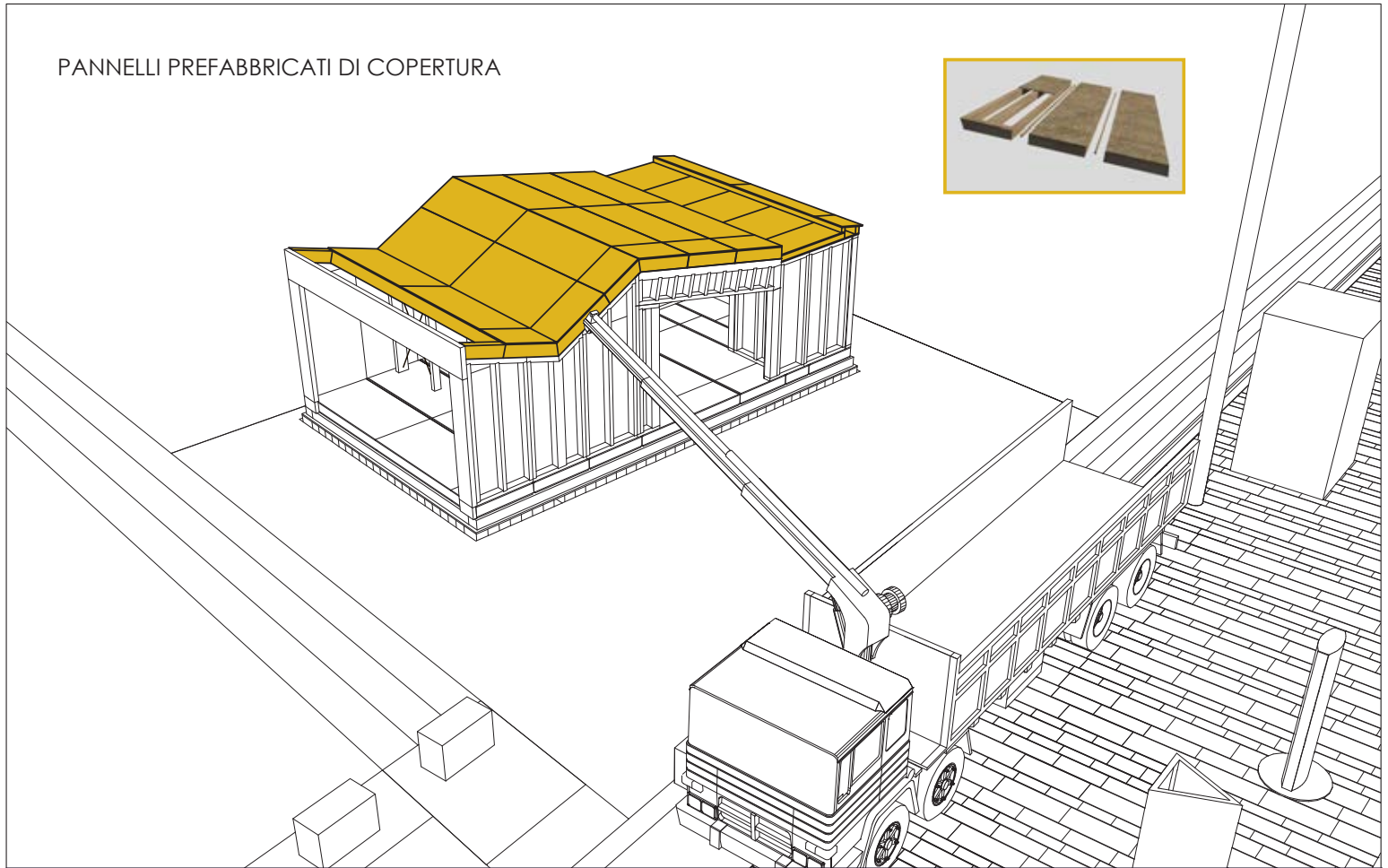


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

11

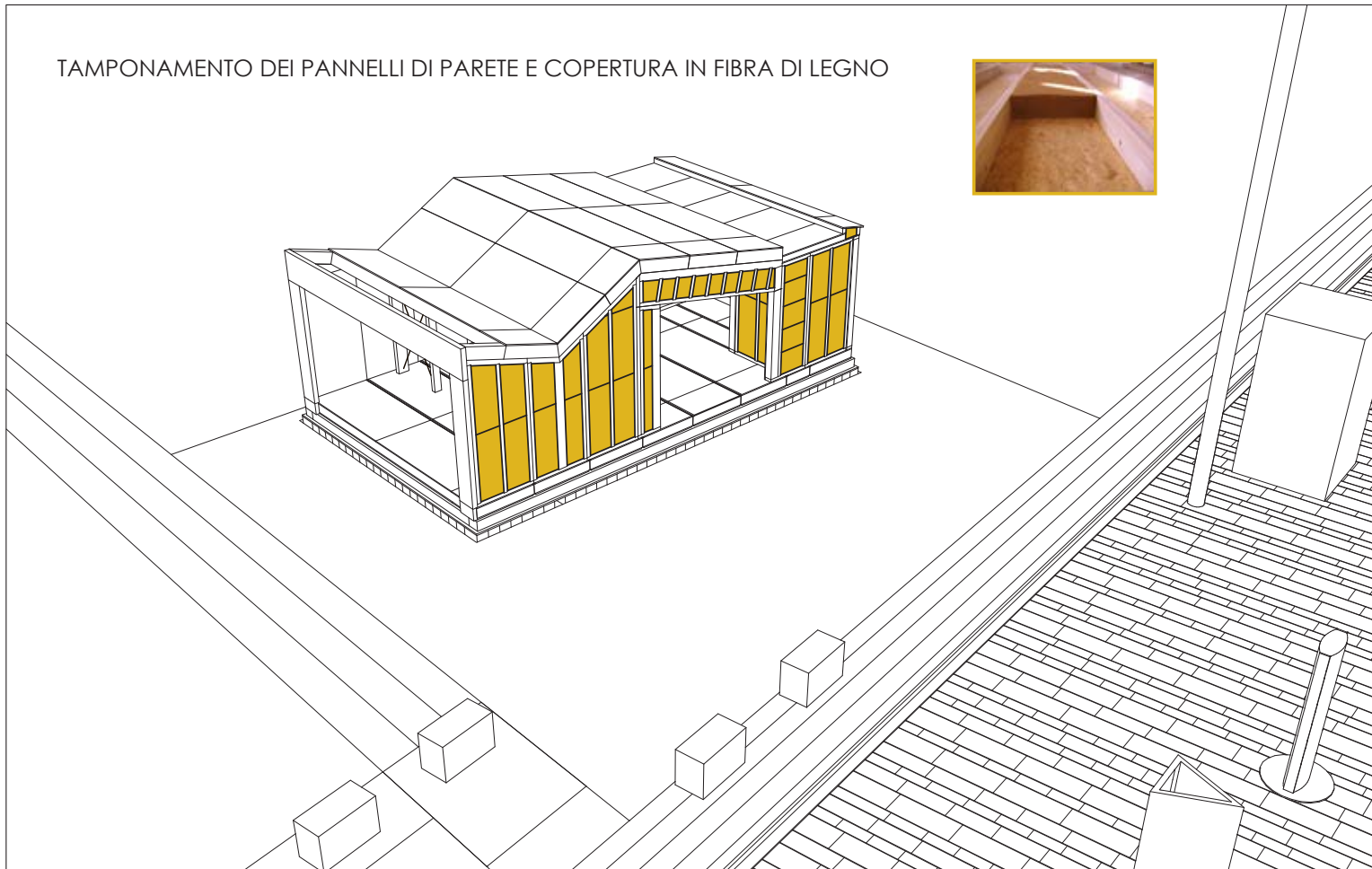
PANNELLI PREFABBRICATI DI COPERTURA



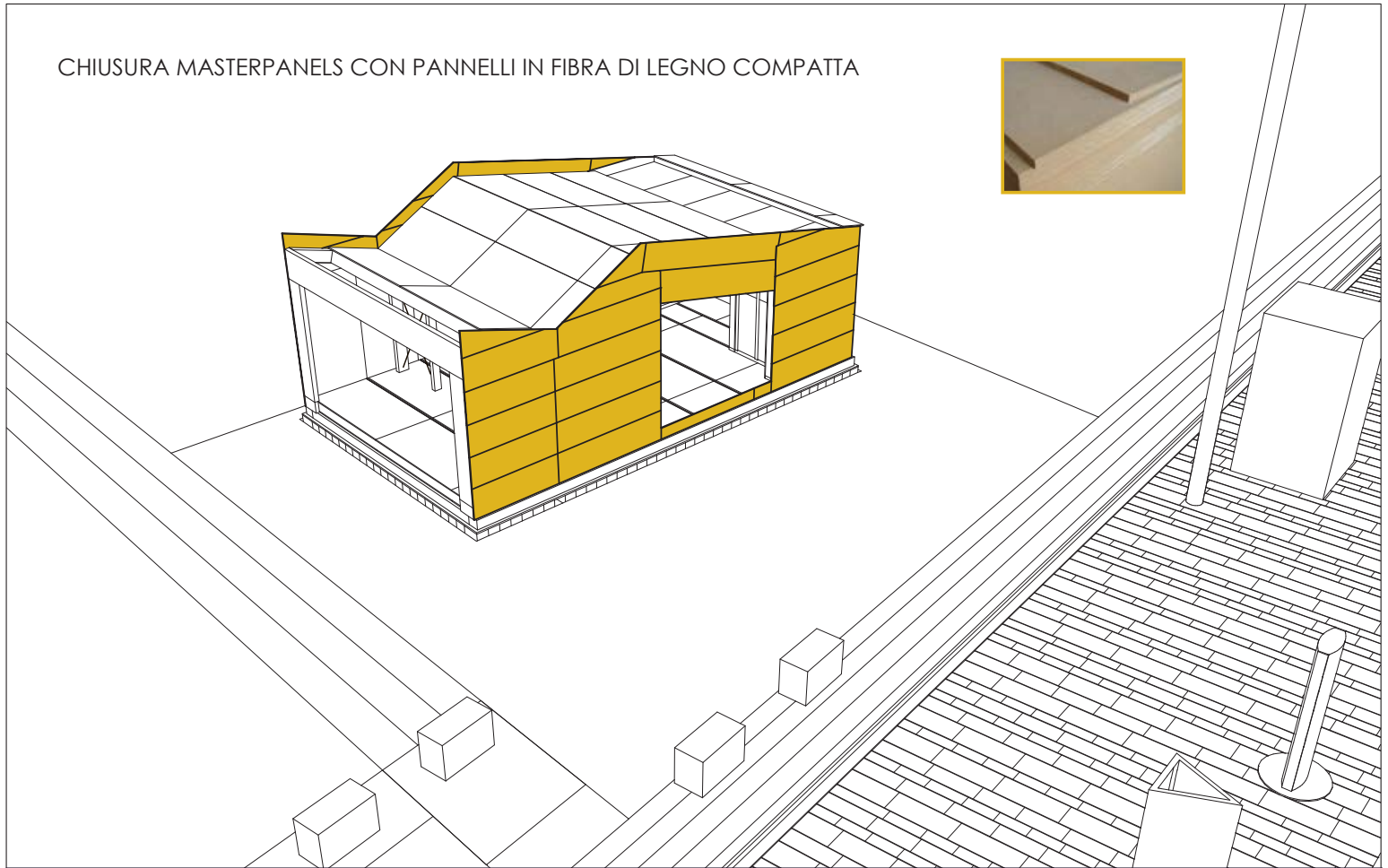
MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

TAMPONAMENTO DEI PANNELLI DI PARETE E COPERTURA IN FIBRA DI LEGNO



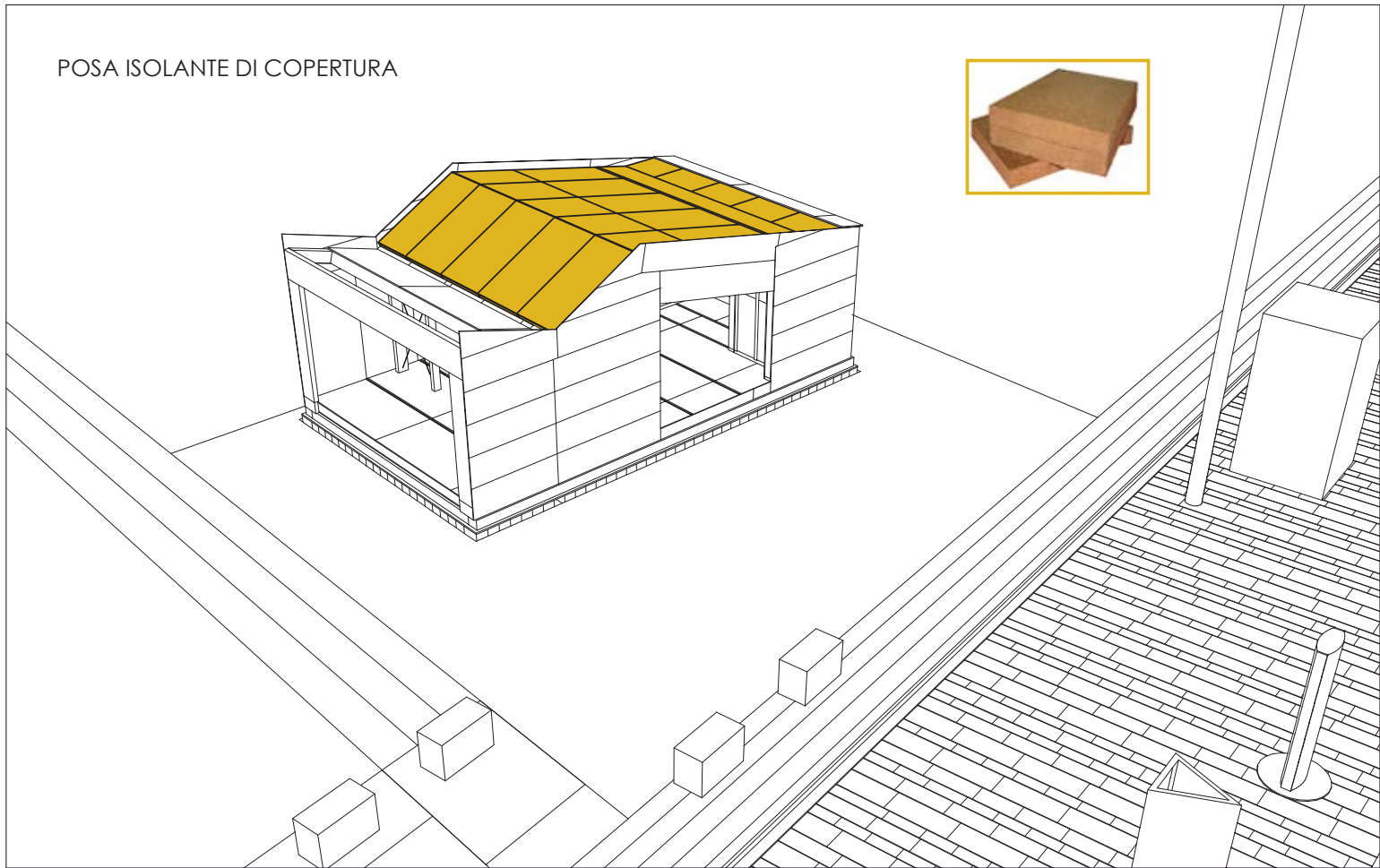
CHIUSURA MASTERPANELS CON PANNELLI IN FIBRA DI LEGNO COMPATTA



MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

POSA ISOLANTE DI COPERTURA

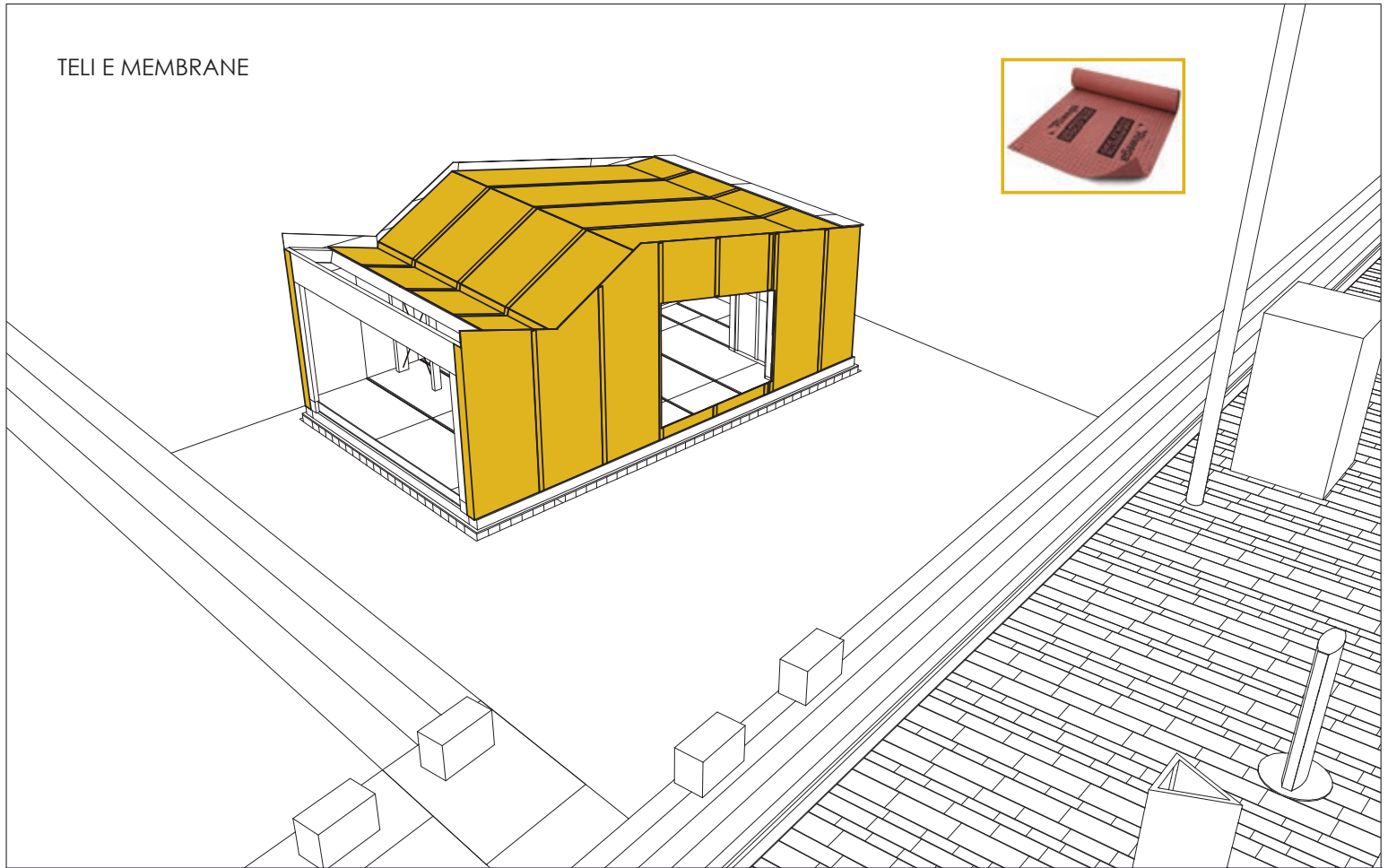


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

15

TELI E MEMBRANE



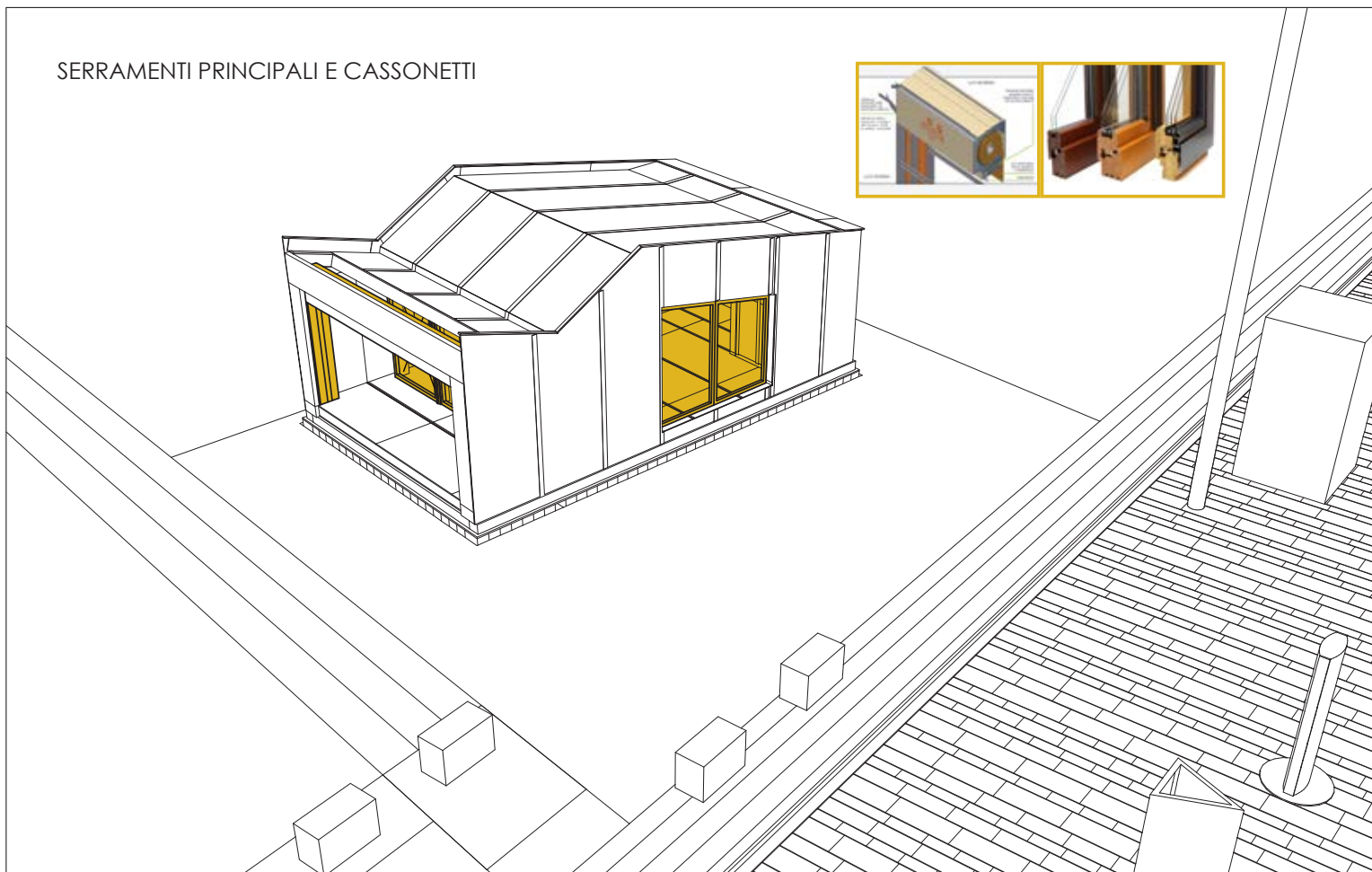
MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

16

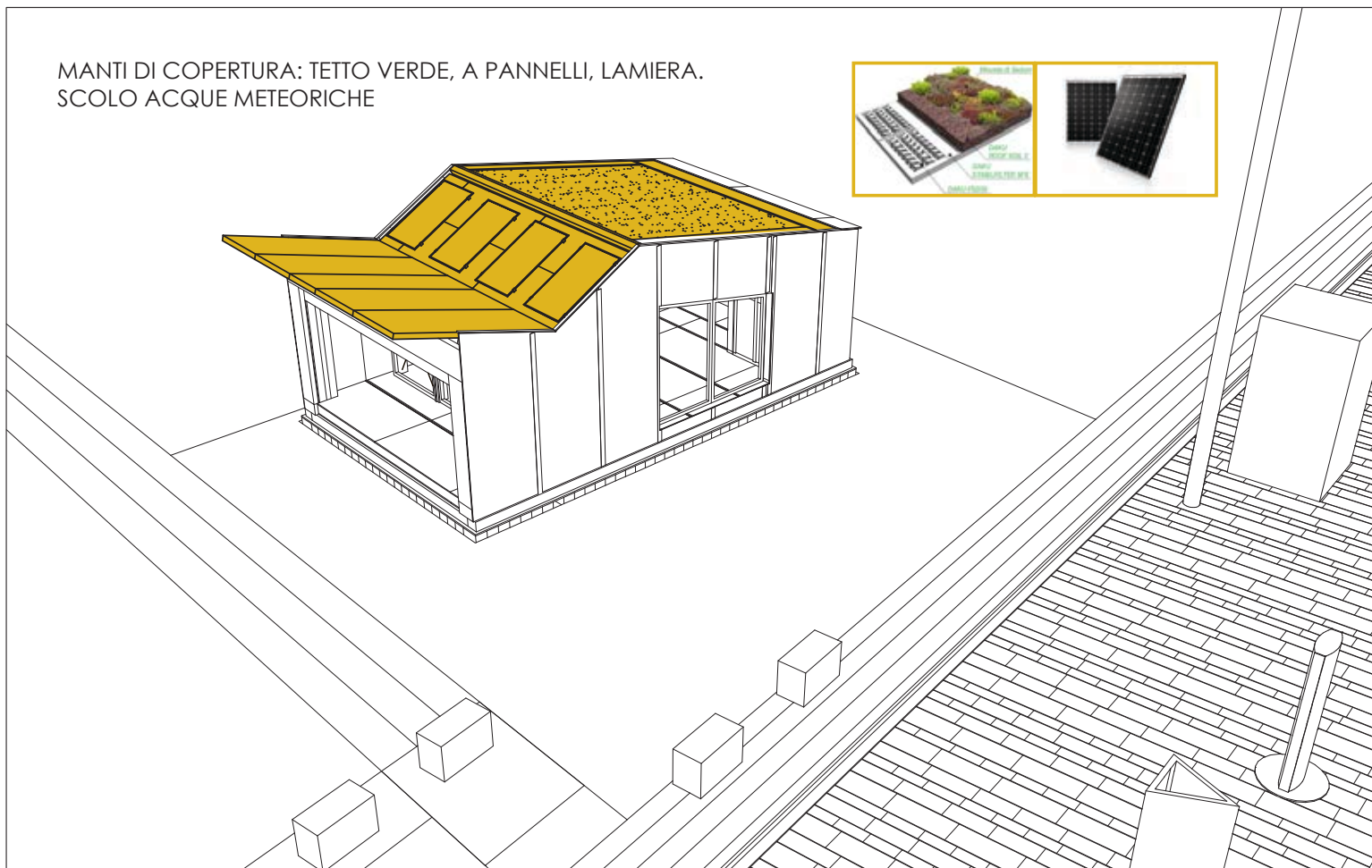
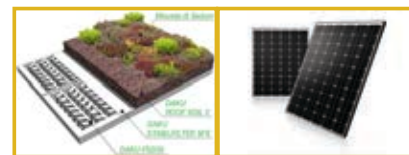


SERRAMENTI PRINCIPALI E CASSONETTI

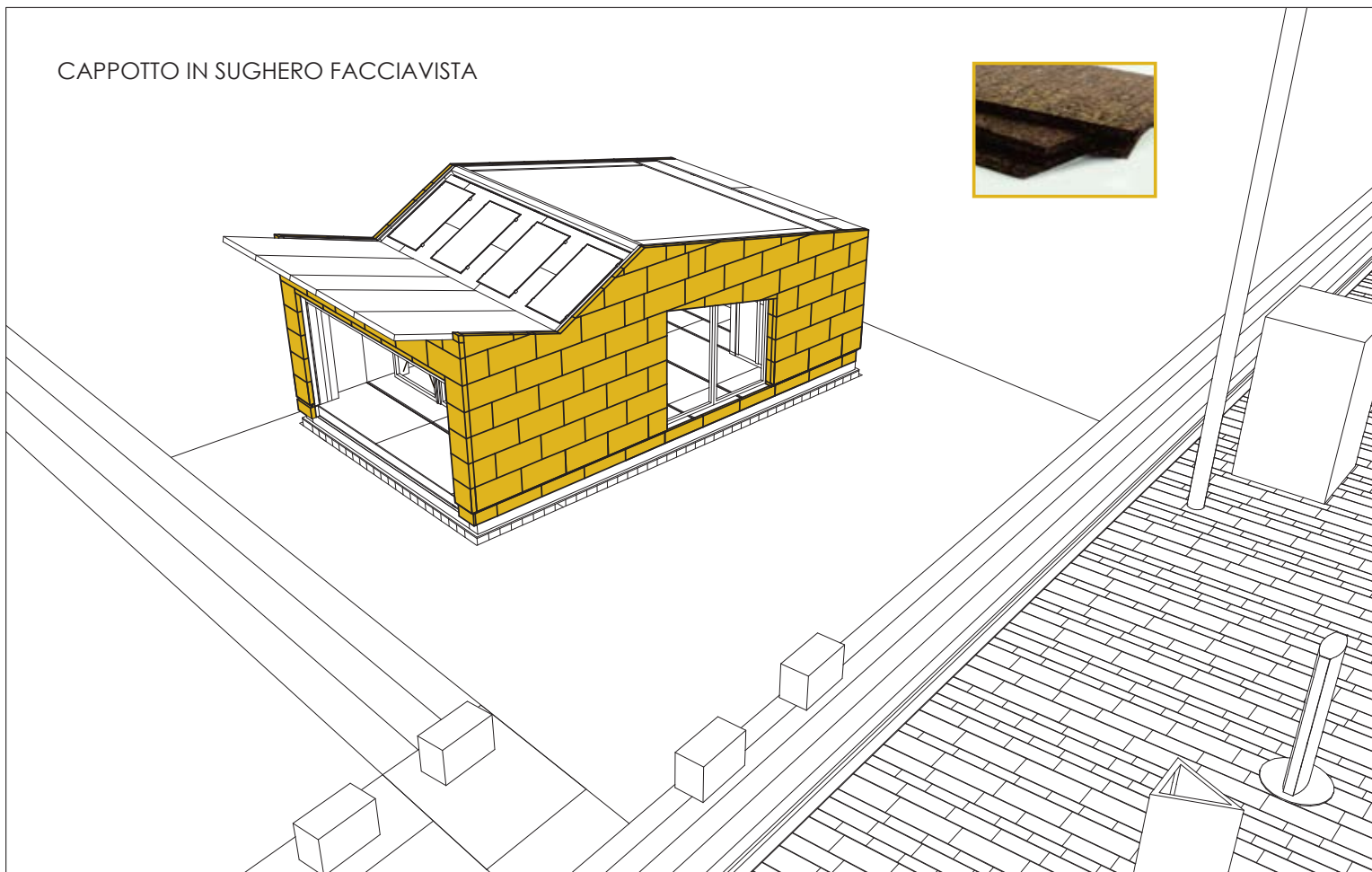




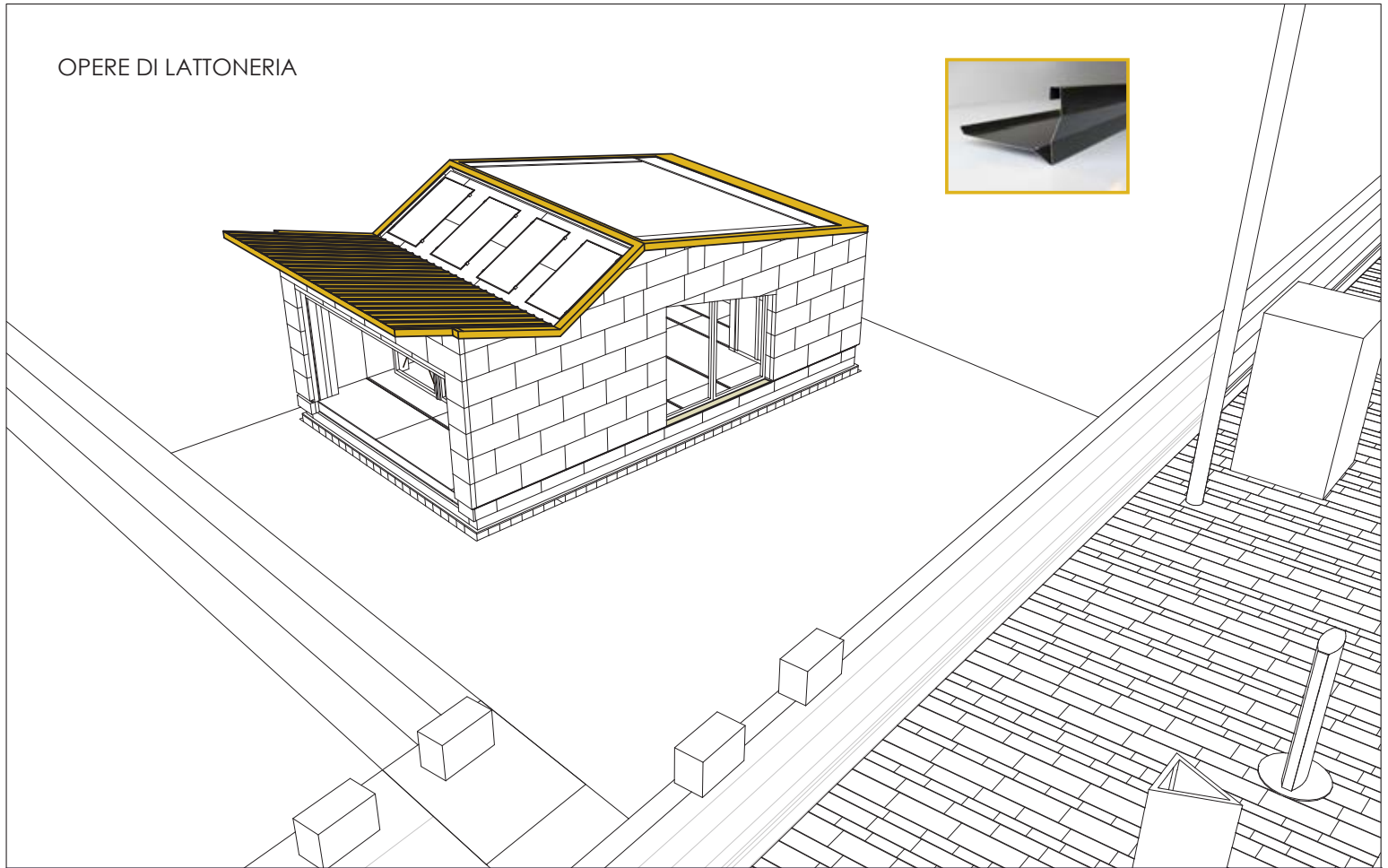
MANTI DI COPERTURA: TETTO VERDE, A PANNELLI, LAMIERA.  
 SCOLO ACQUE METEORICHE



CAPPOTTO IN SUGHERO FACCIAVISTA



OPERE DI LATTONERIA

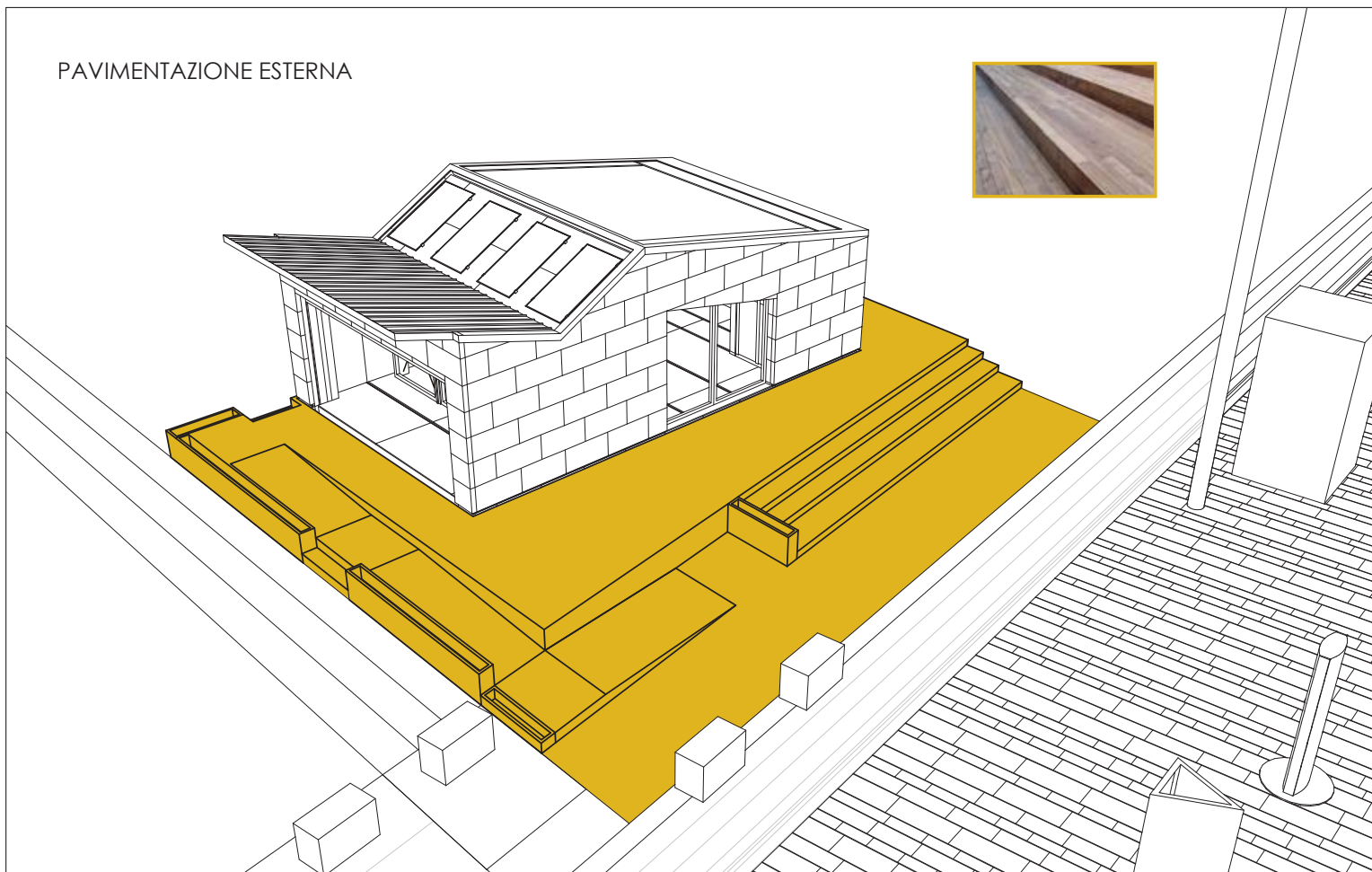


MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

20

PAVIMENTAZIONE ESTERNA

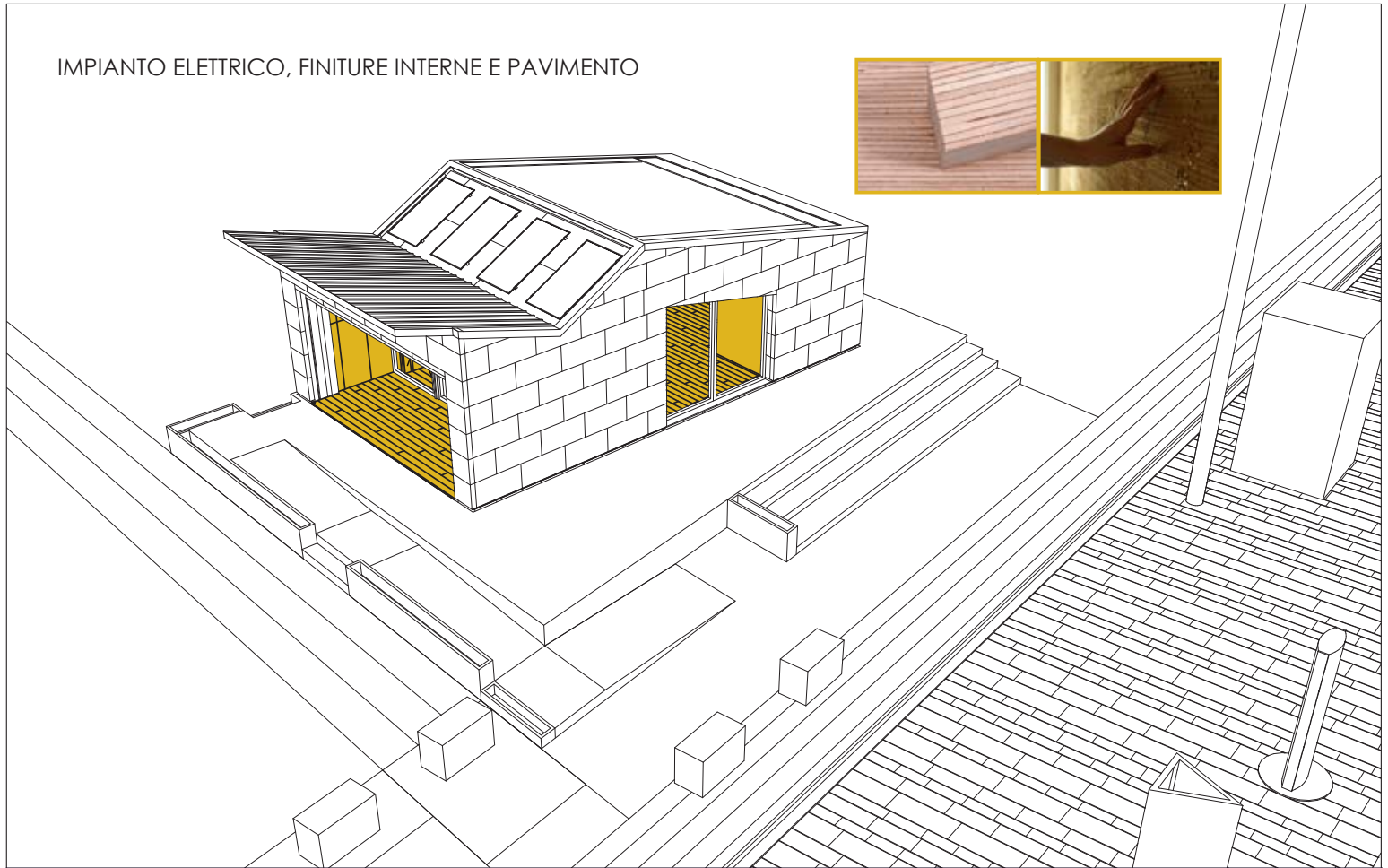


MANIFATTURA URBANA

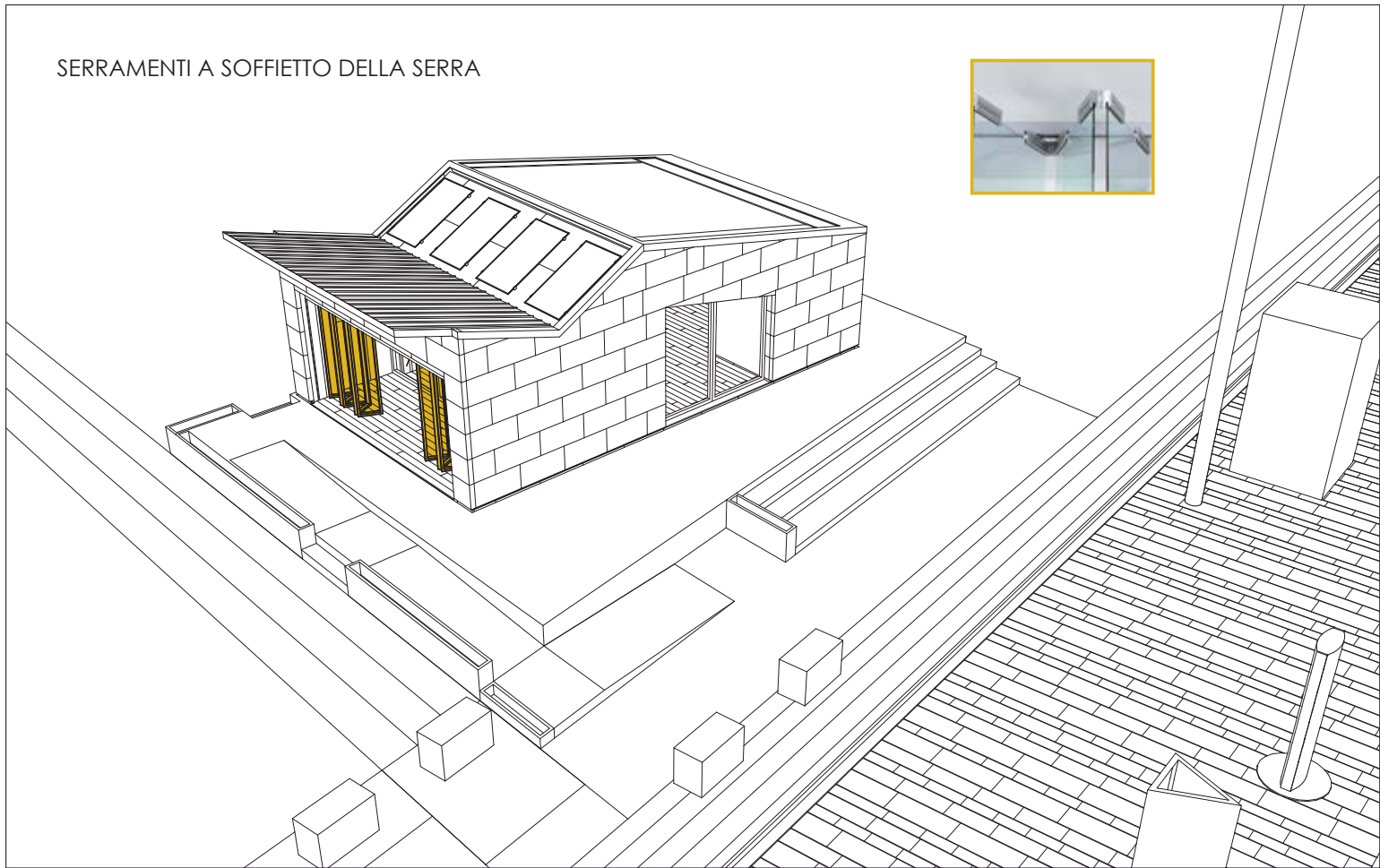
Modulo Eco - Sportello Energia

21

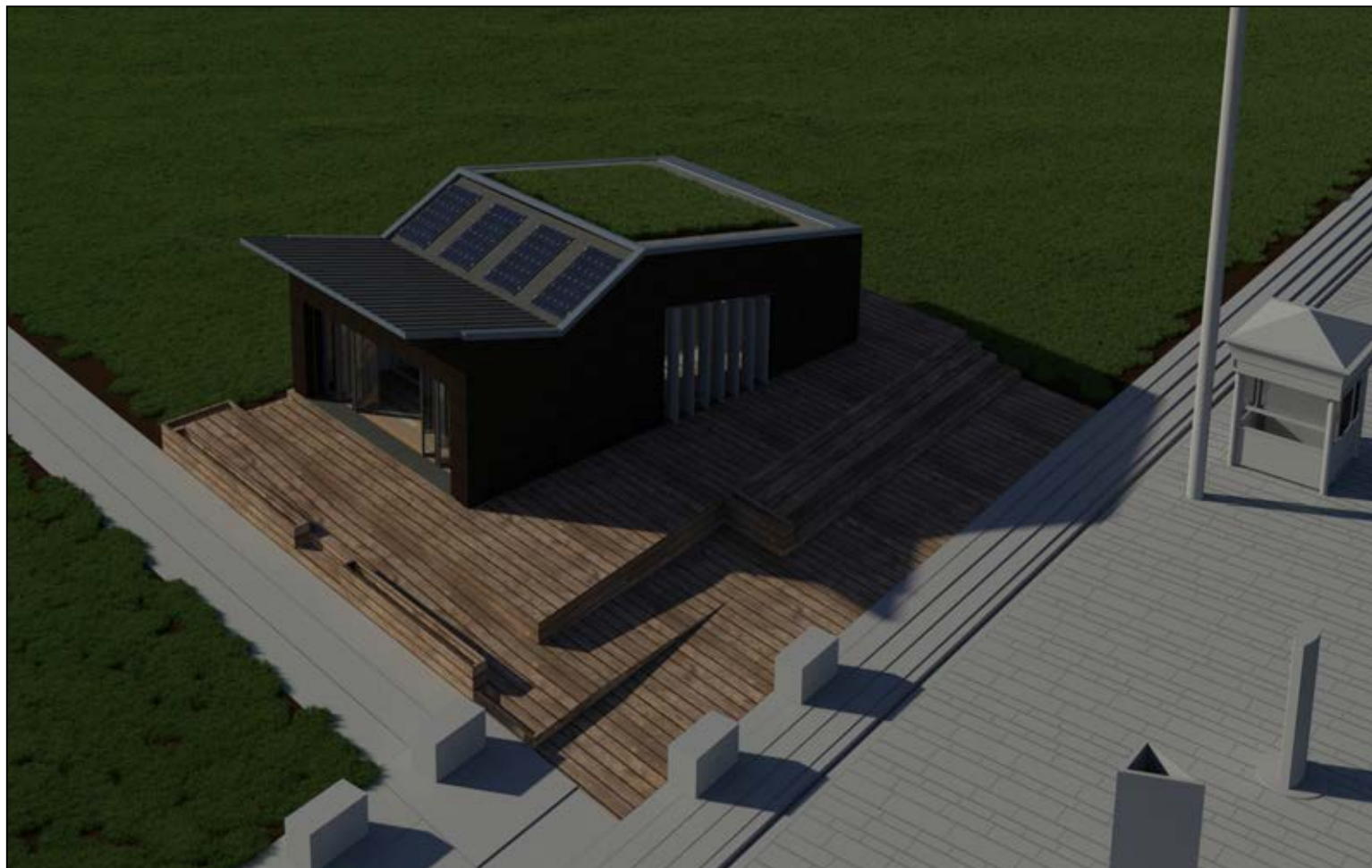
IMPIANTO ELETTRICO, FINITURE INTERNE E PAVIMENTO



SERRAMENTI A SOFFIETTO DELLA SERRA







MANIFATTURA URBANA

Modulo Eco - Sportello Energia

## Allegato D - Schemi costruttivi strutturali

Gli schemi costruttivi suddividono i pannelli strutturali (anche denominati masterpanels) in:

- Pannelli di solaio (S01, S02, S03, S04, S05, S06, S07, S08);
- Pannelli di parete (P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10);
- Pannelli di copertura (C01, C02, C03, C04, C05, C06, C07).

Questa catalogazione non è da confondere con la catalogazione progettuale dei pacchetti strutturali.

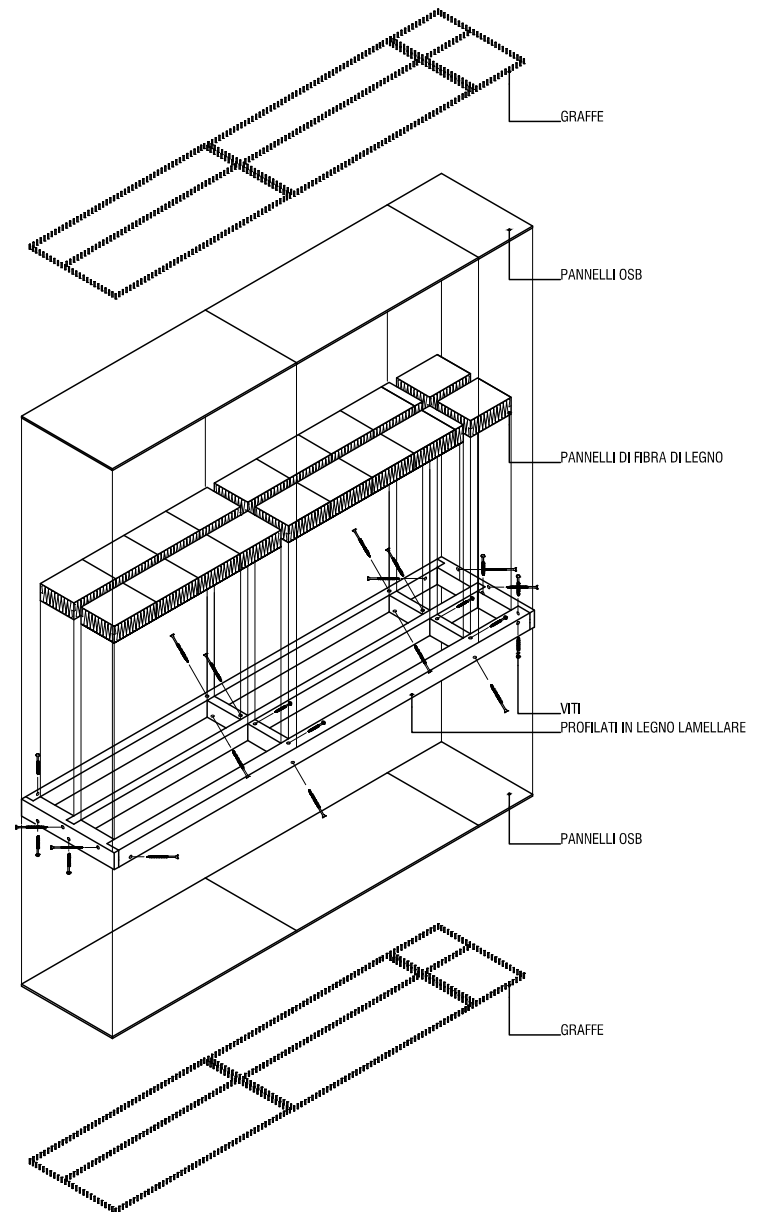
Per ogni masterpanel vengono indicati i materiali necessari (legno lamellare, pannelli OSB, viti, graffe) con relative quote, gli utensili per montarli e le avvertenze di sicurezza da non trascurare. Un esploso assonometrico indica la corretta posizione di viti e graffe.

Inoltre, per i pannelli S02, P03 e C02 vengono illustrate le fasi di montaggio in maniera dettagliata, in modo da costruire e stivare i pannelli allo stesso tempo.

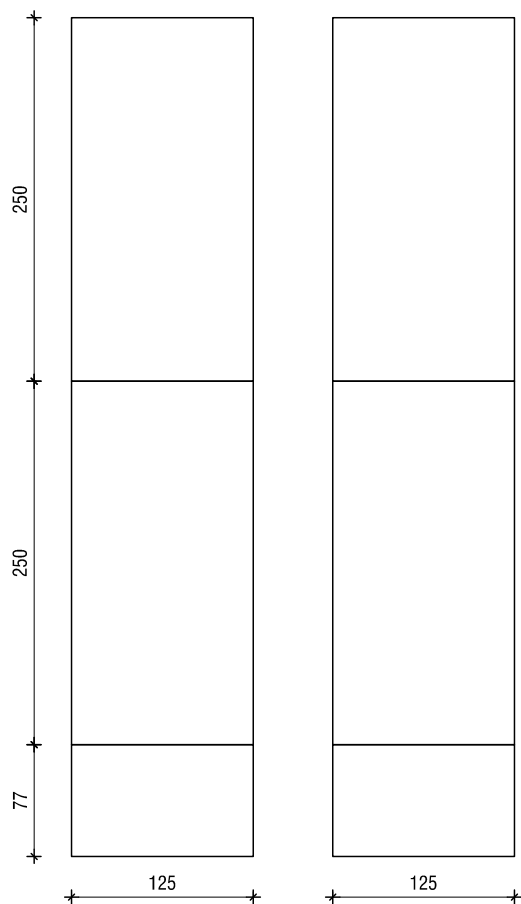
Successivamente vi sono alcuni disegni per evidenziare l'assemblaggio dei masterpanels.



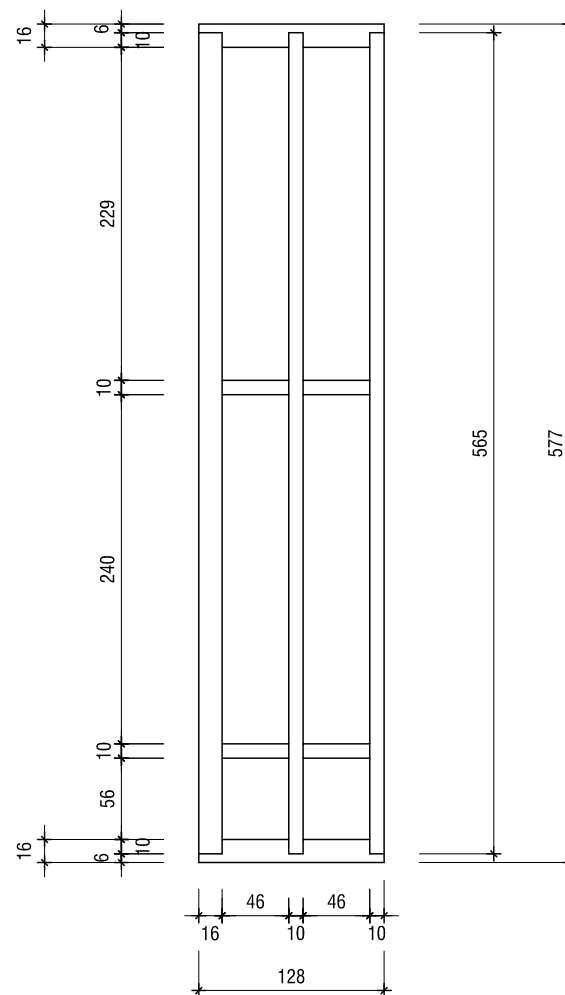
# Pannello isolato di solaio S01



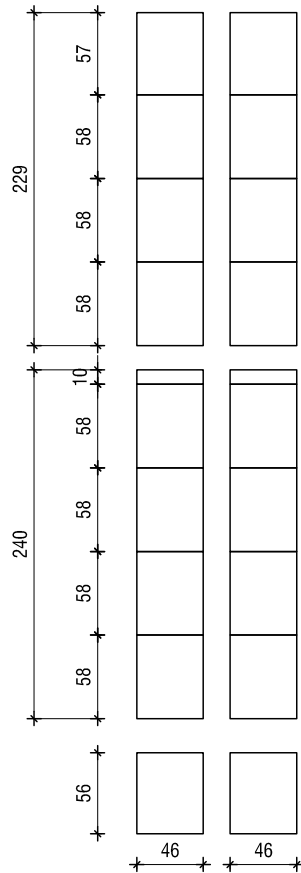
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



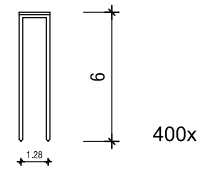
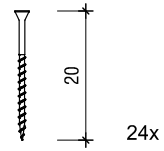
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



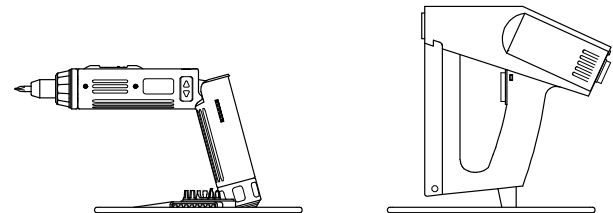
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

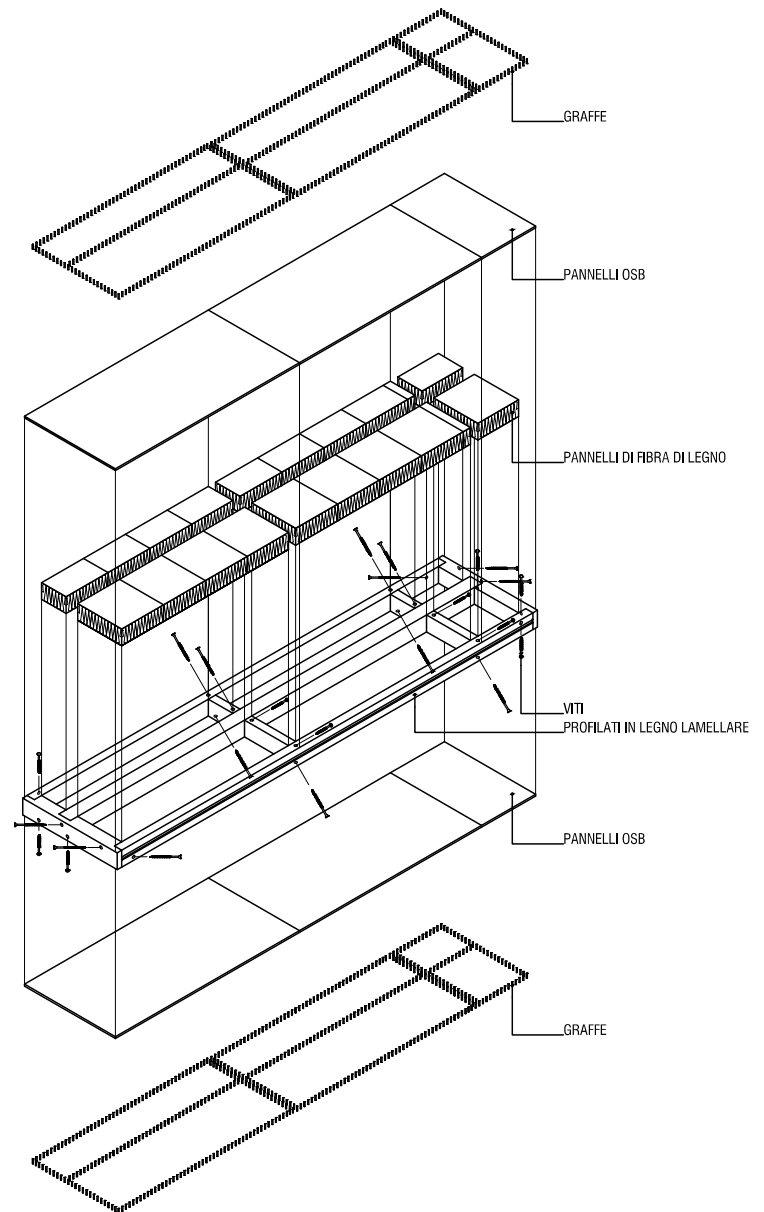


Attrezzatura  
necessaria

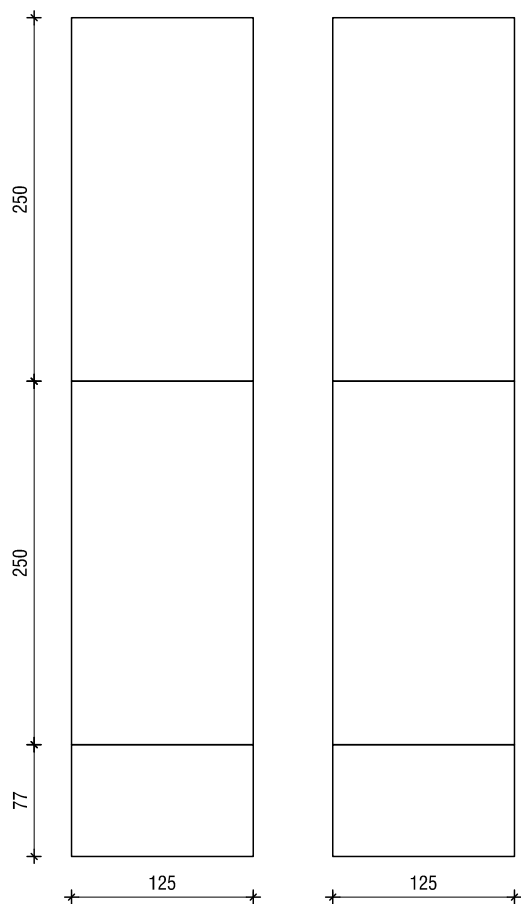




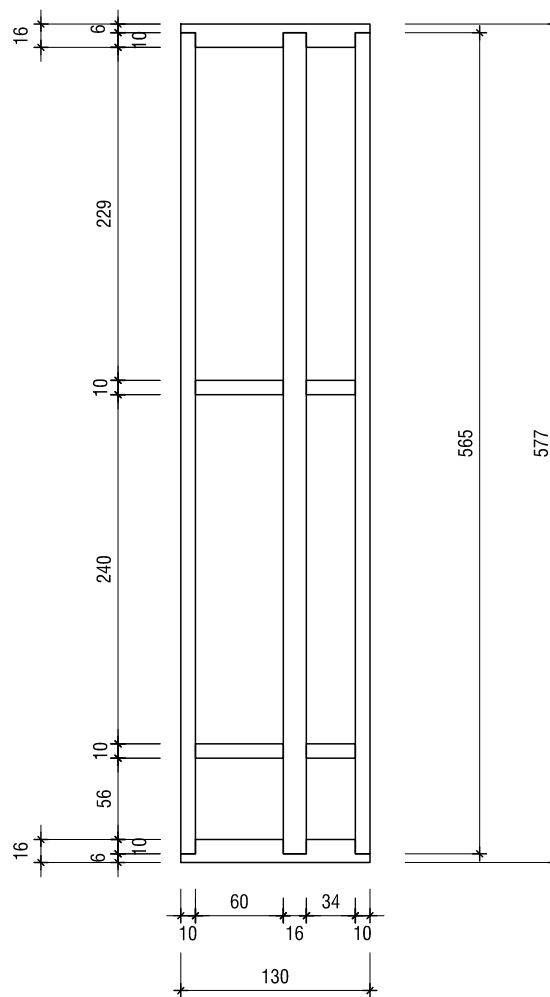
# Pannello isolato di solaio S02



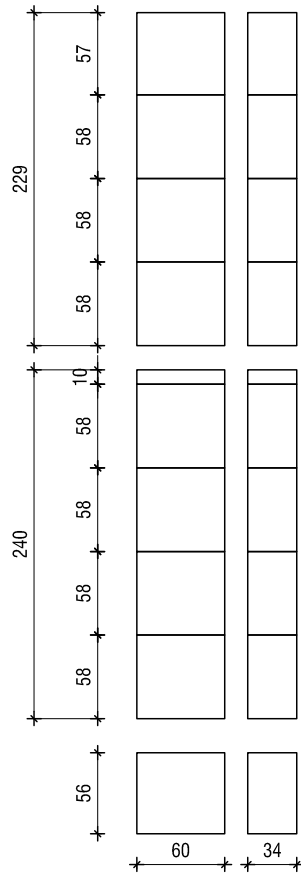
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



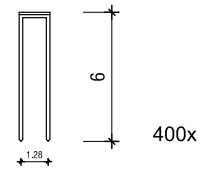
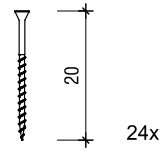
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



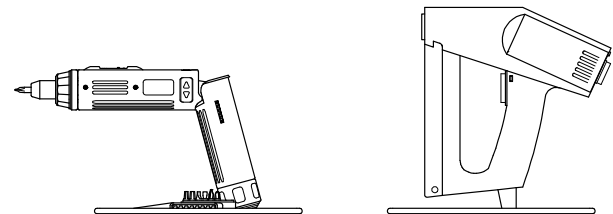
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



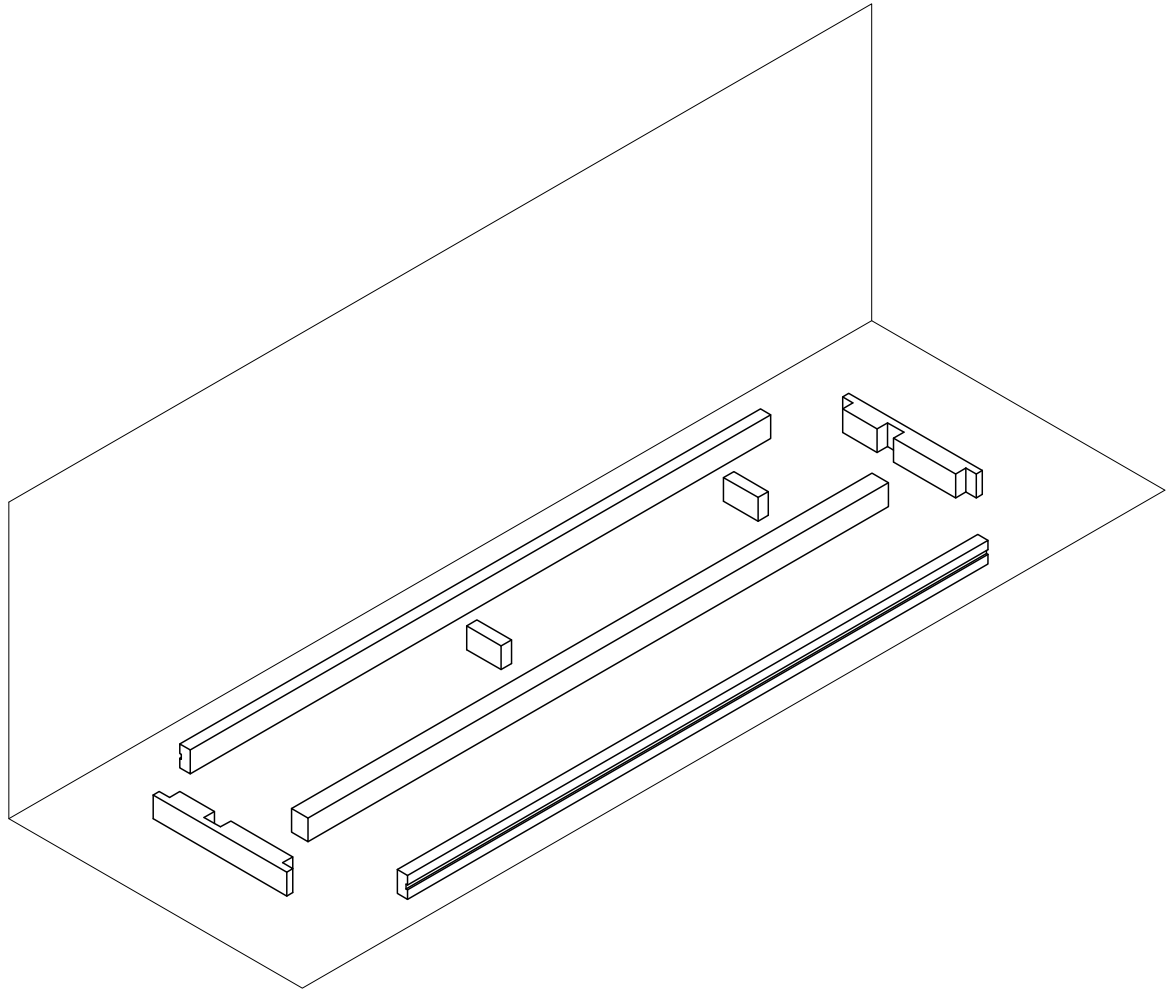
FERRAMENTA



Attrezzatura  
necessaria



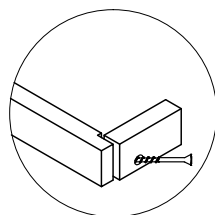
# 1



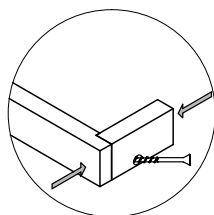


## 2

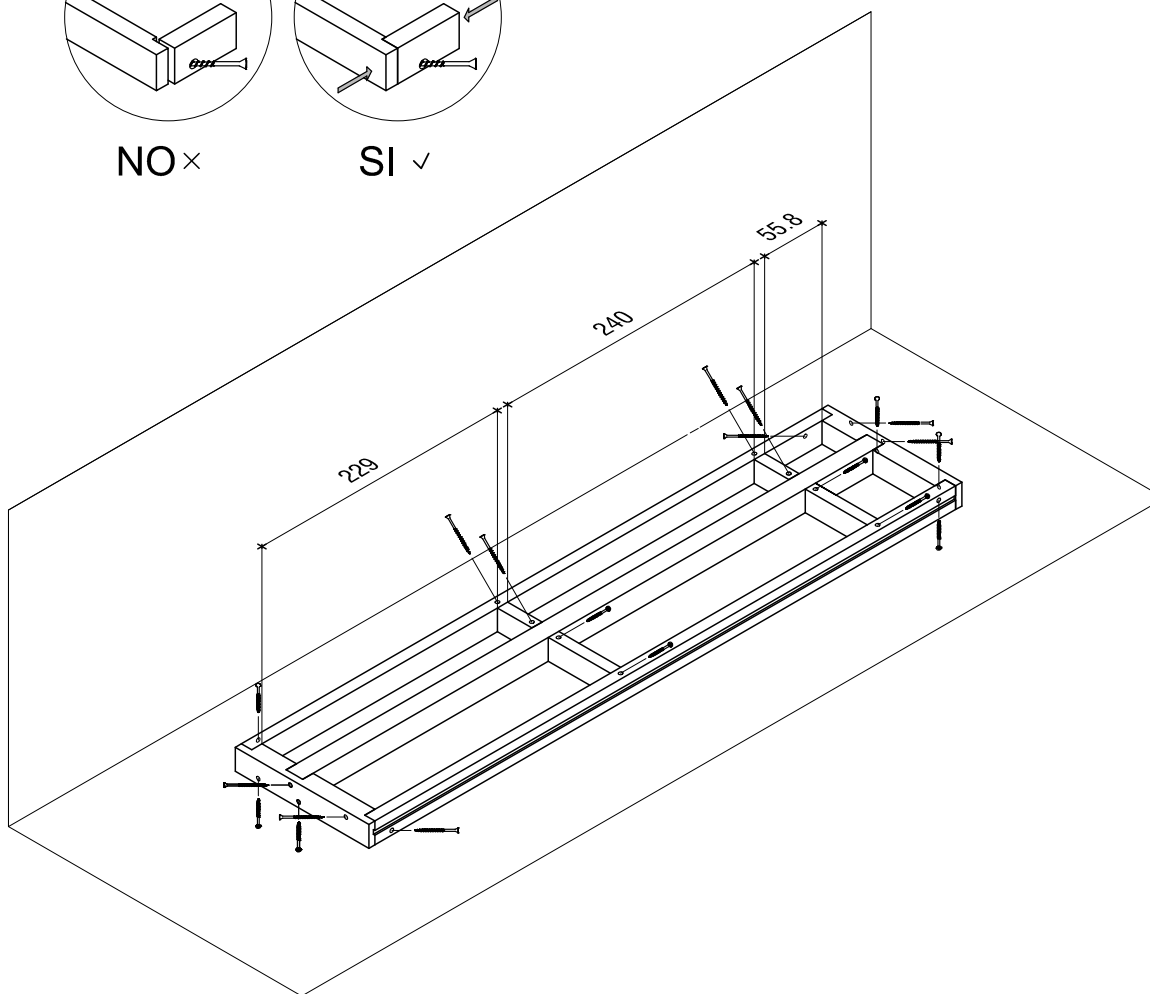
**IMPORTANTE:** fare attenzione, nell'avvitare la vite autofilettante, che i profilati non si distanzino. Si può ovviare al problema legando i profilati con delle cinghie.



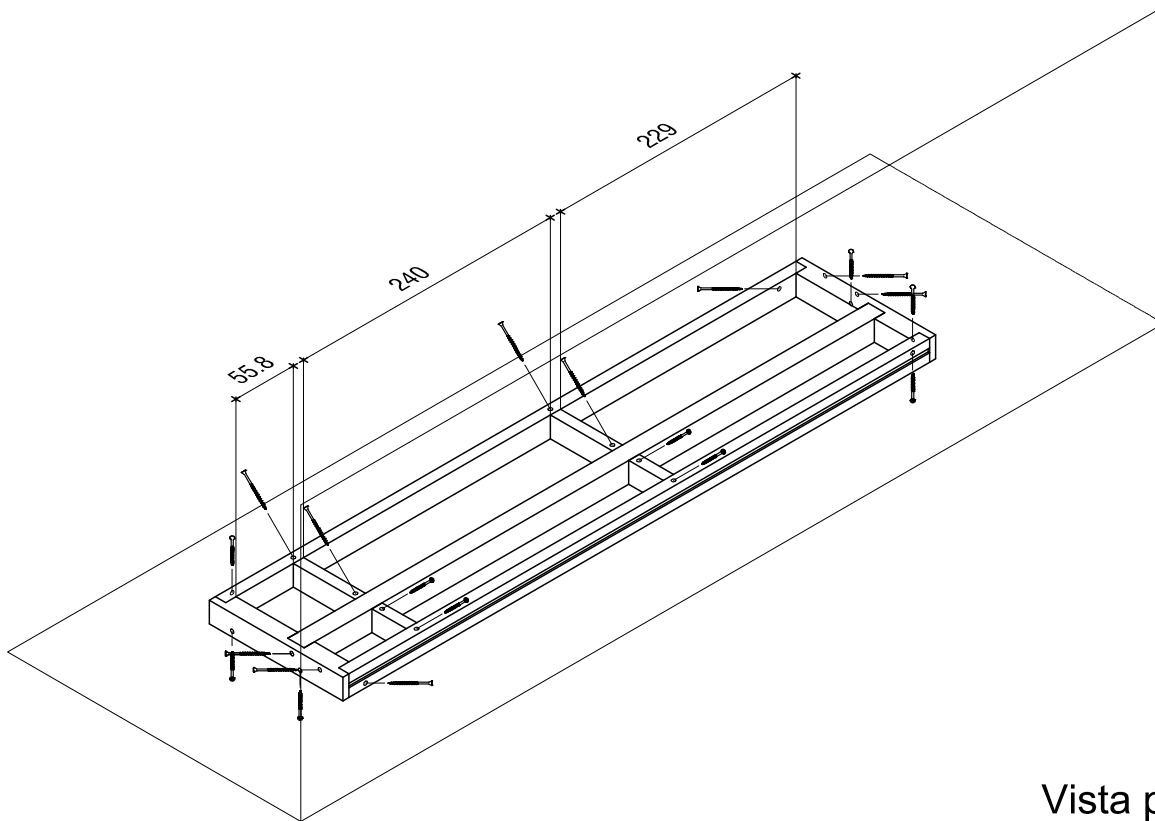
NO ×



SI ✓

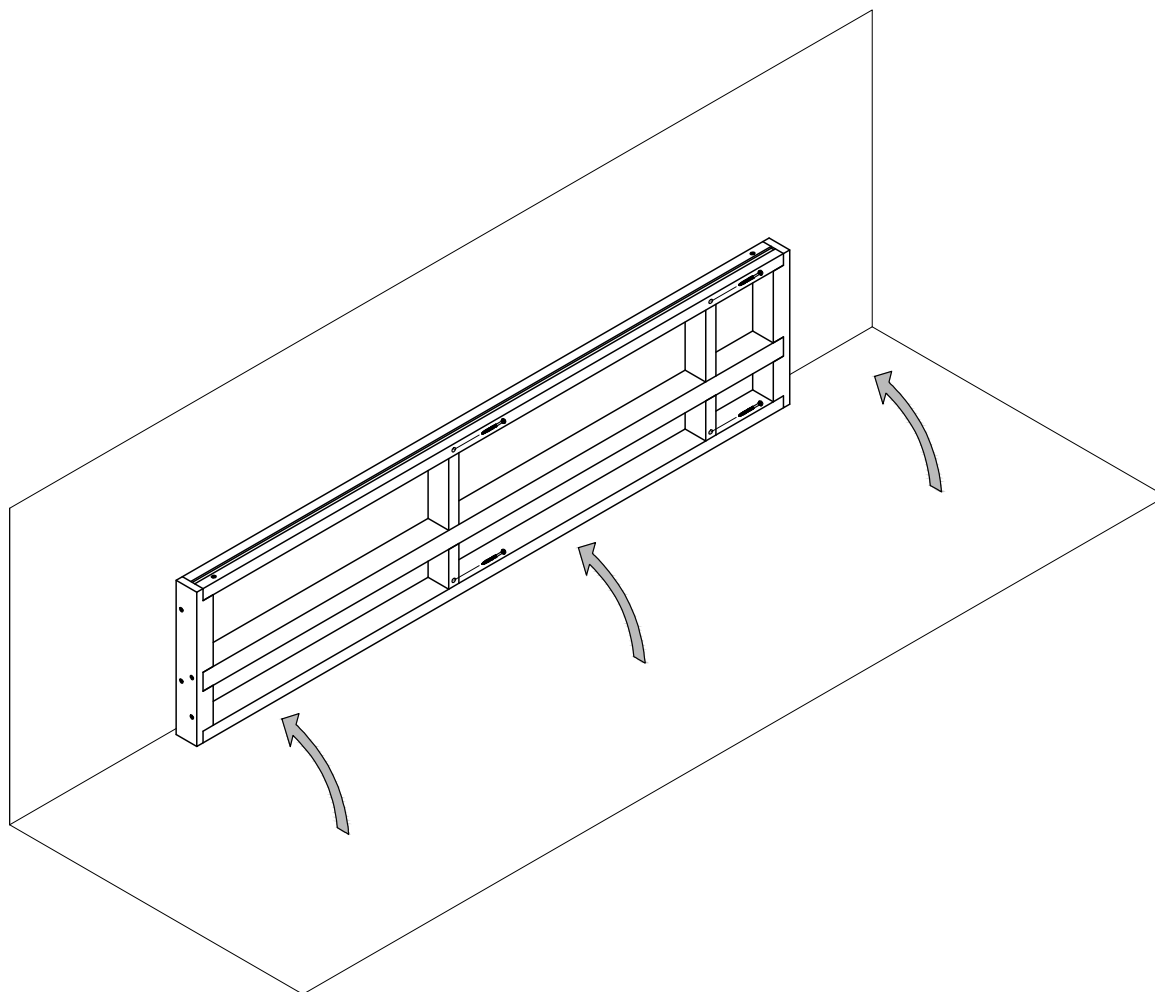


# 2

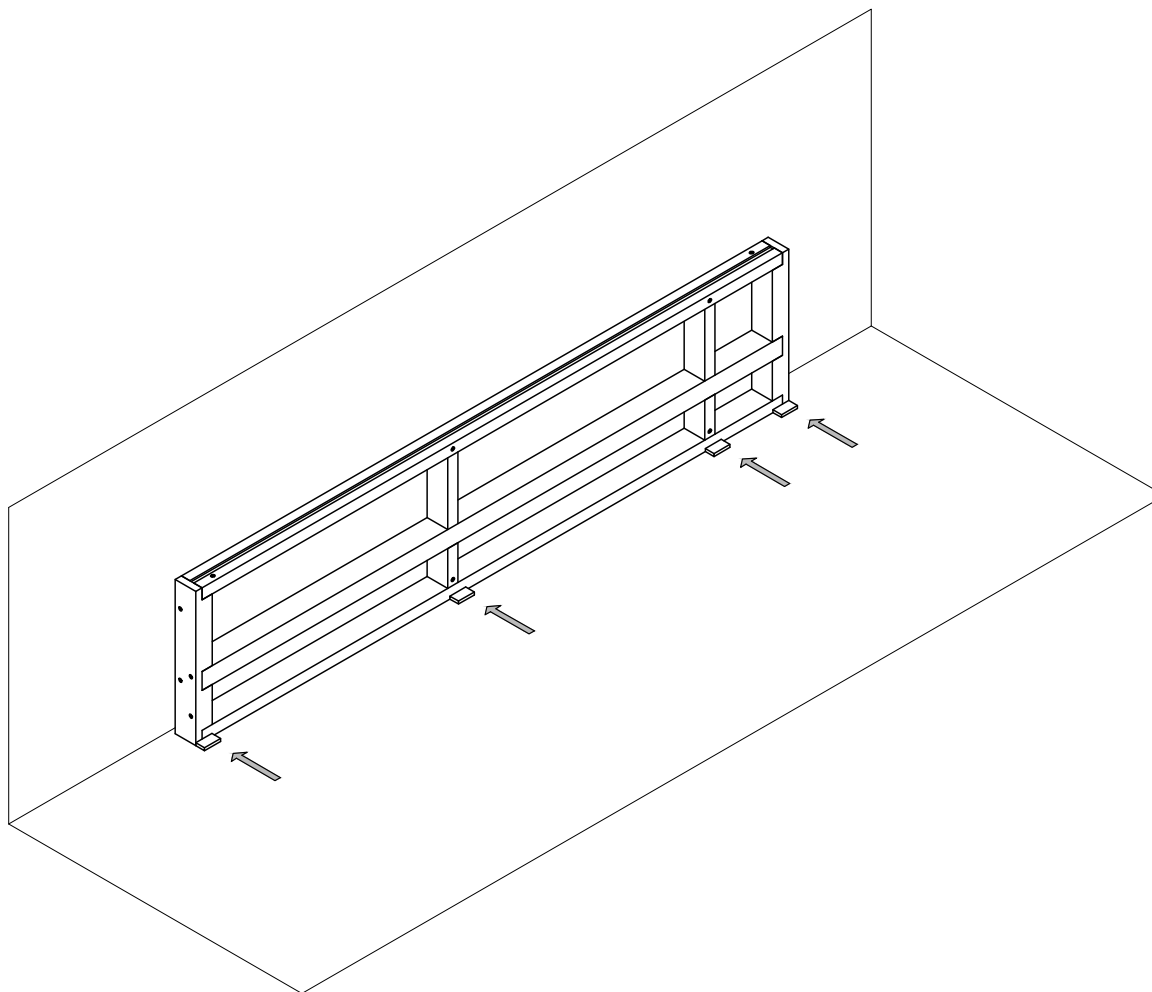


Vista posteriore

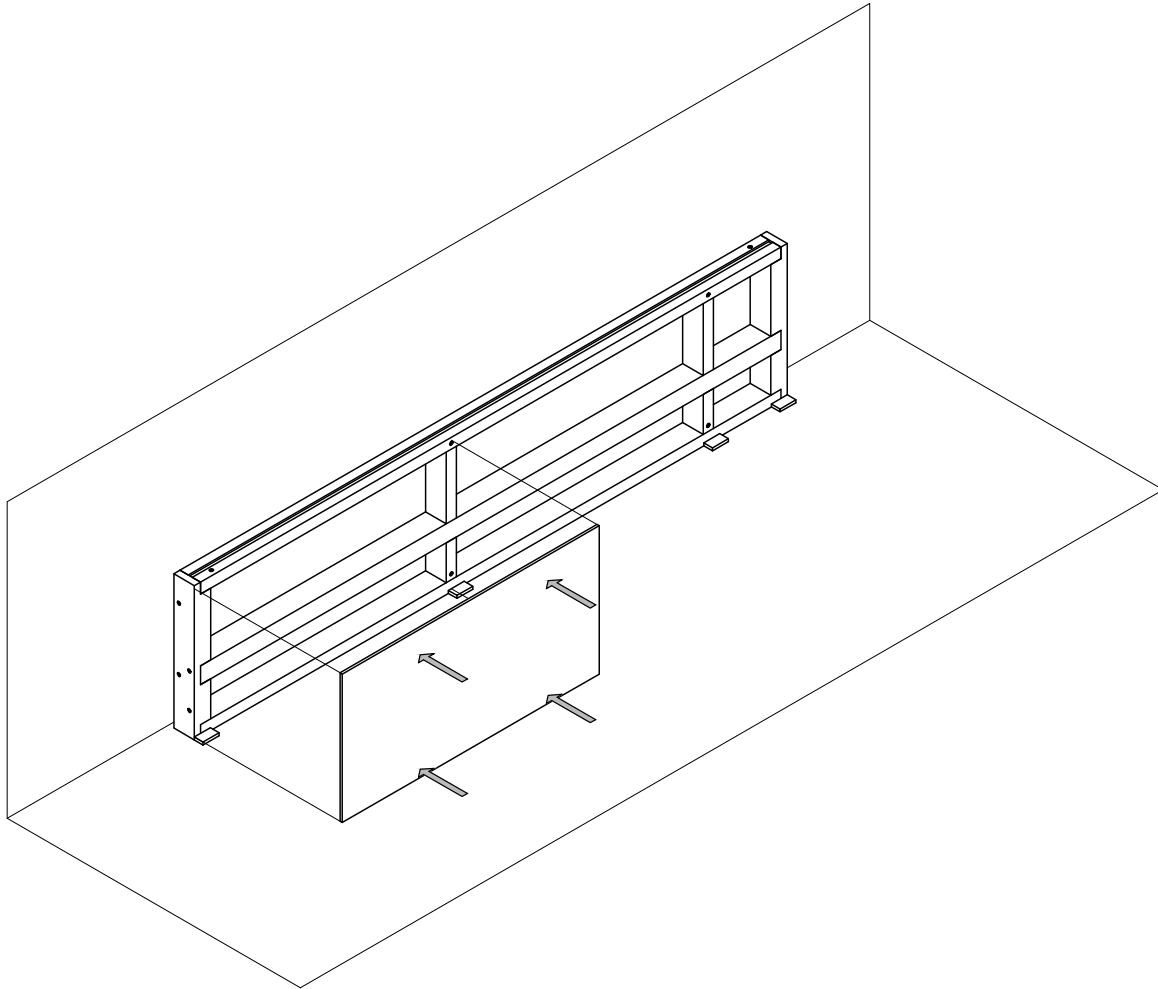
# 3



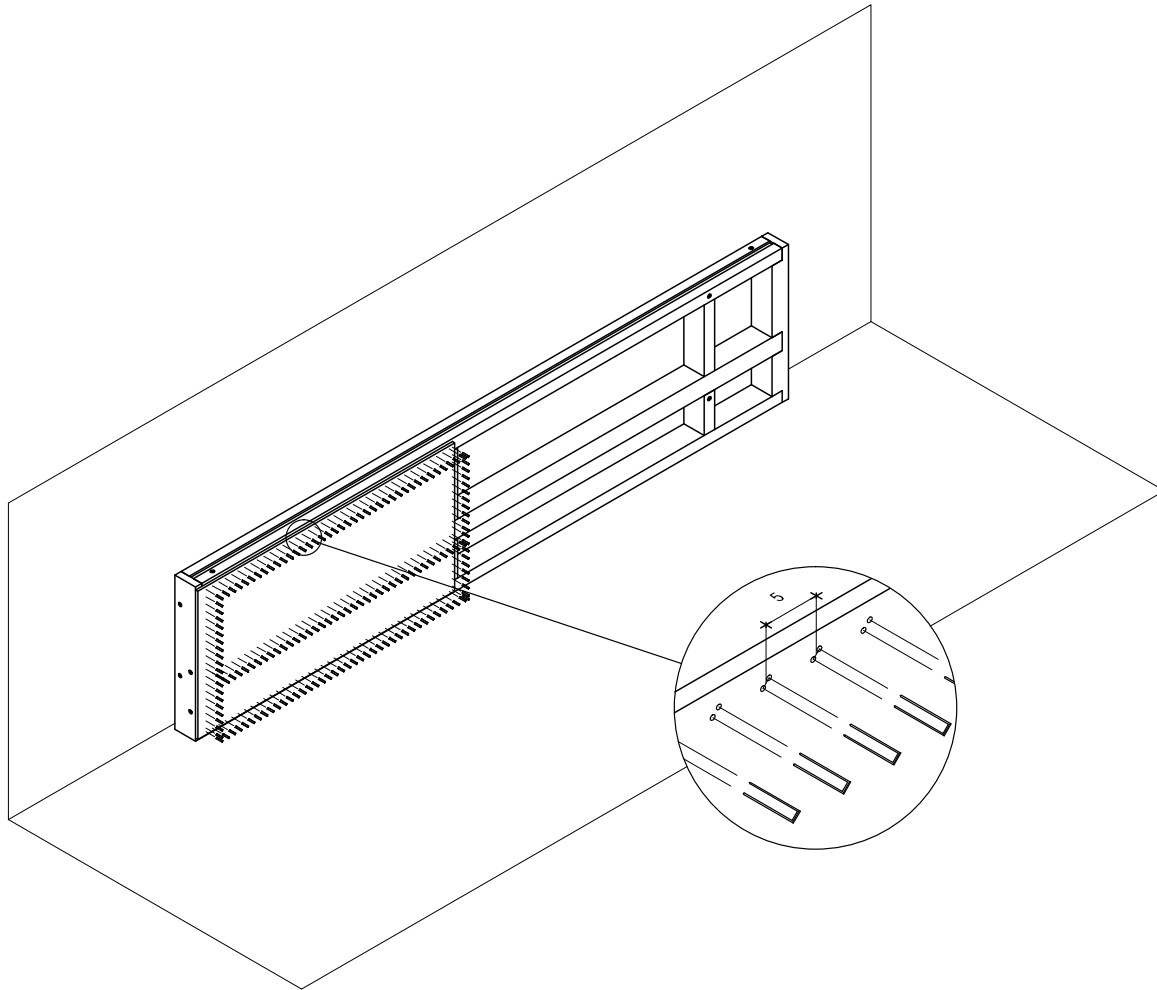
# 4



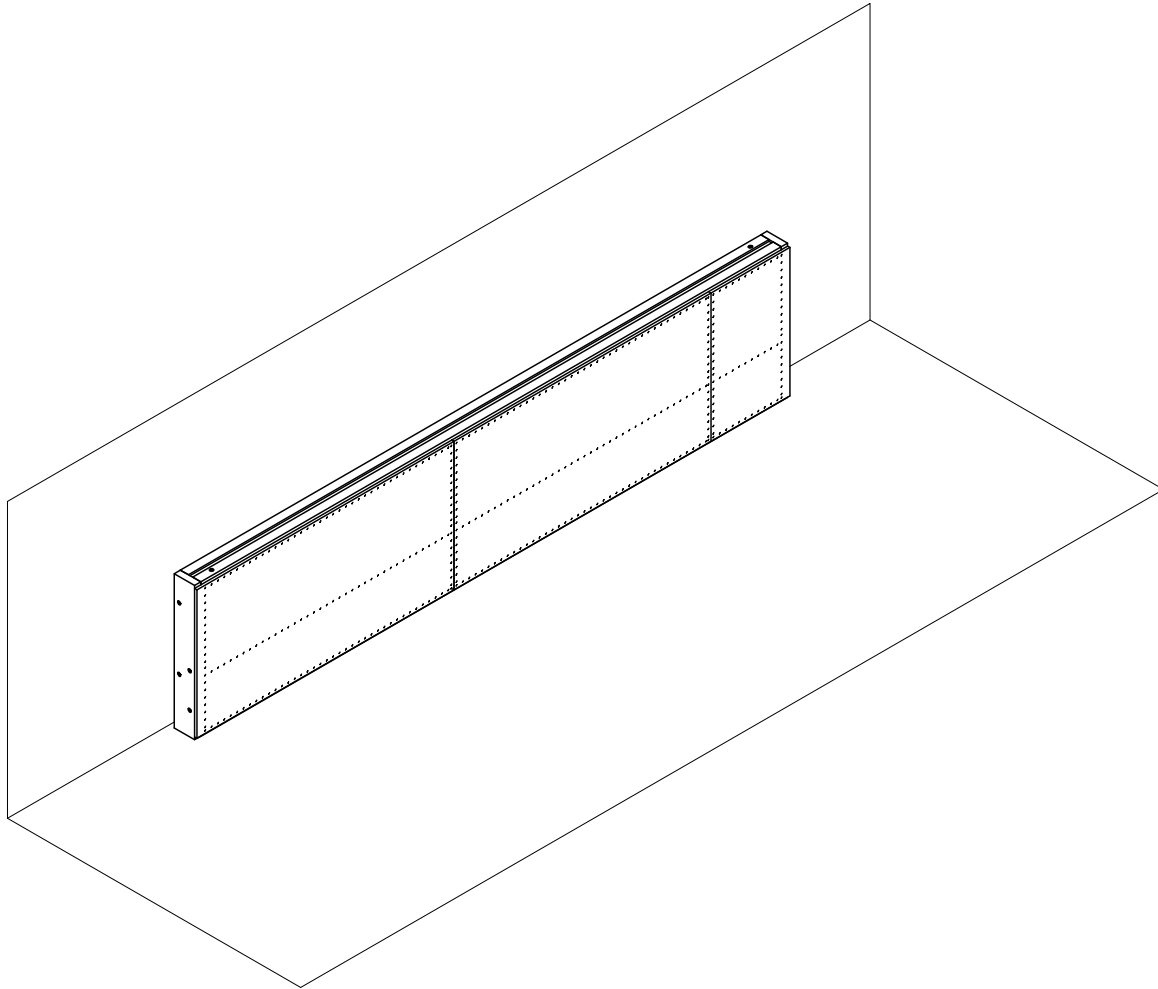
# 5



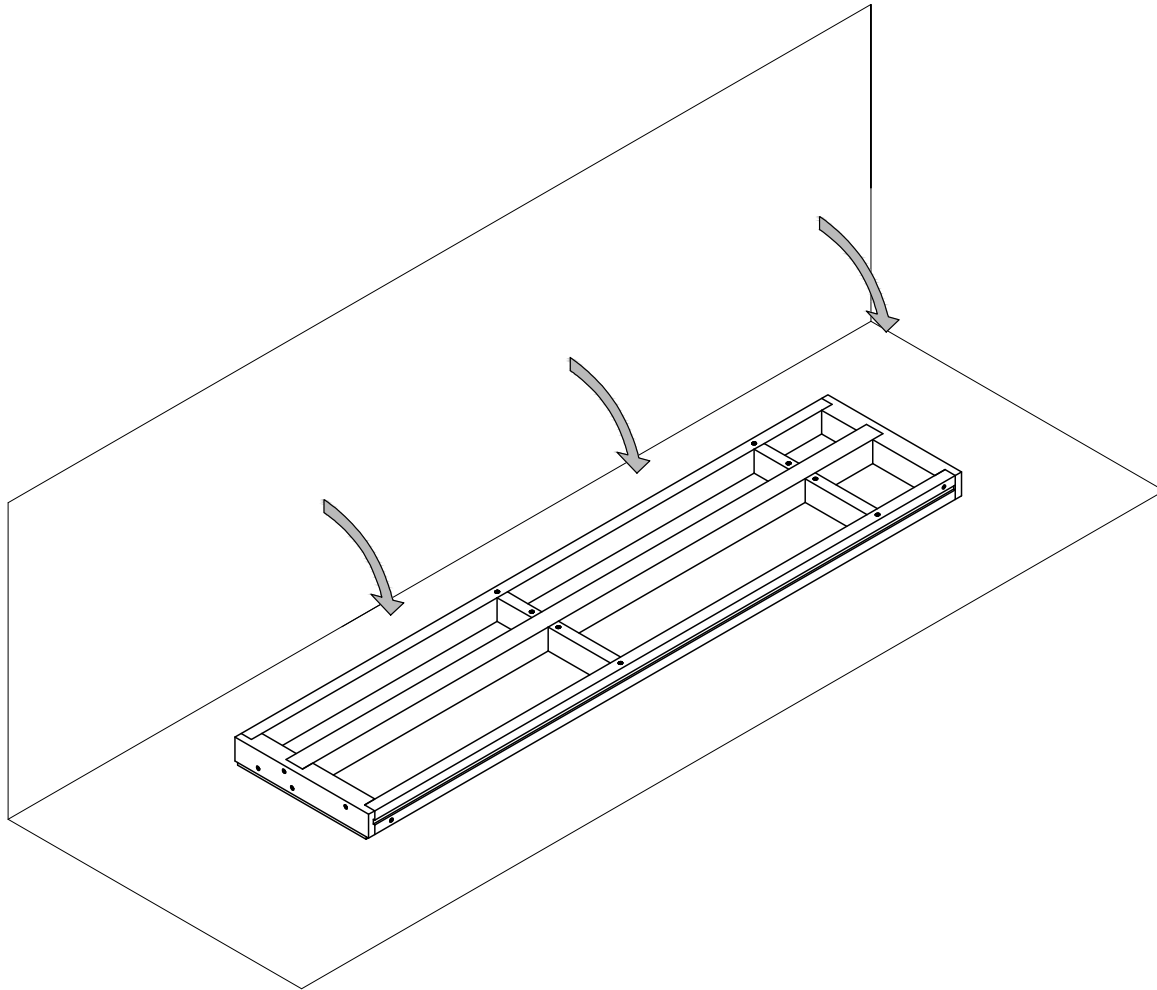
# 6



# 7

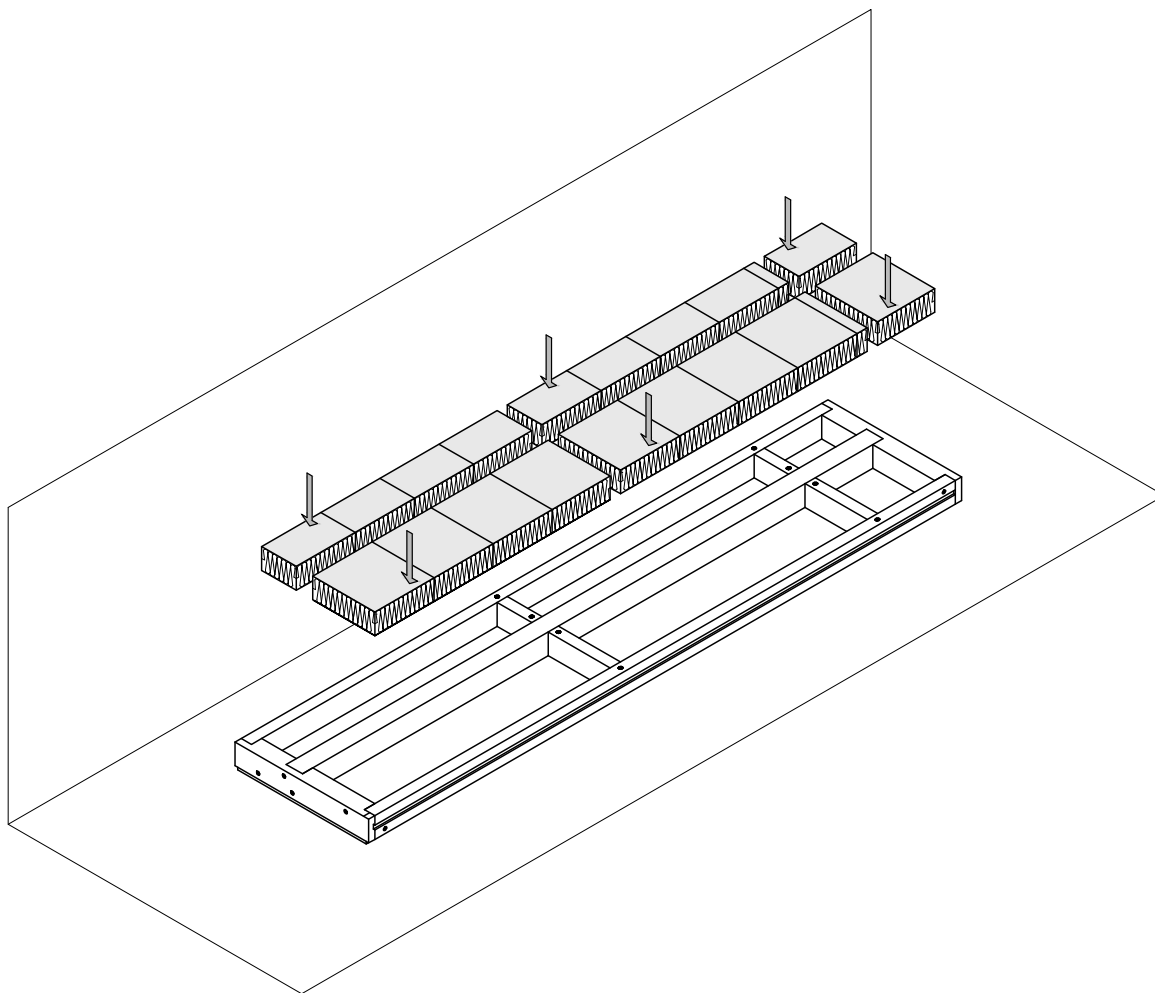


# 8

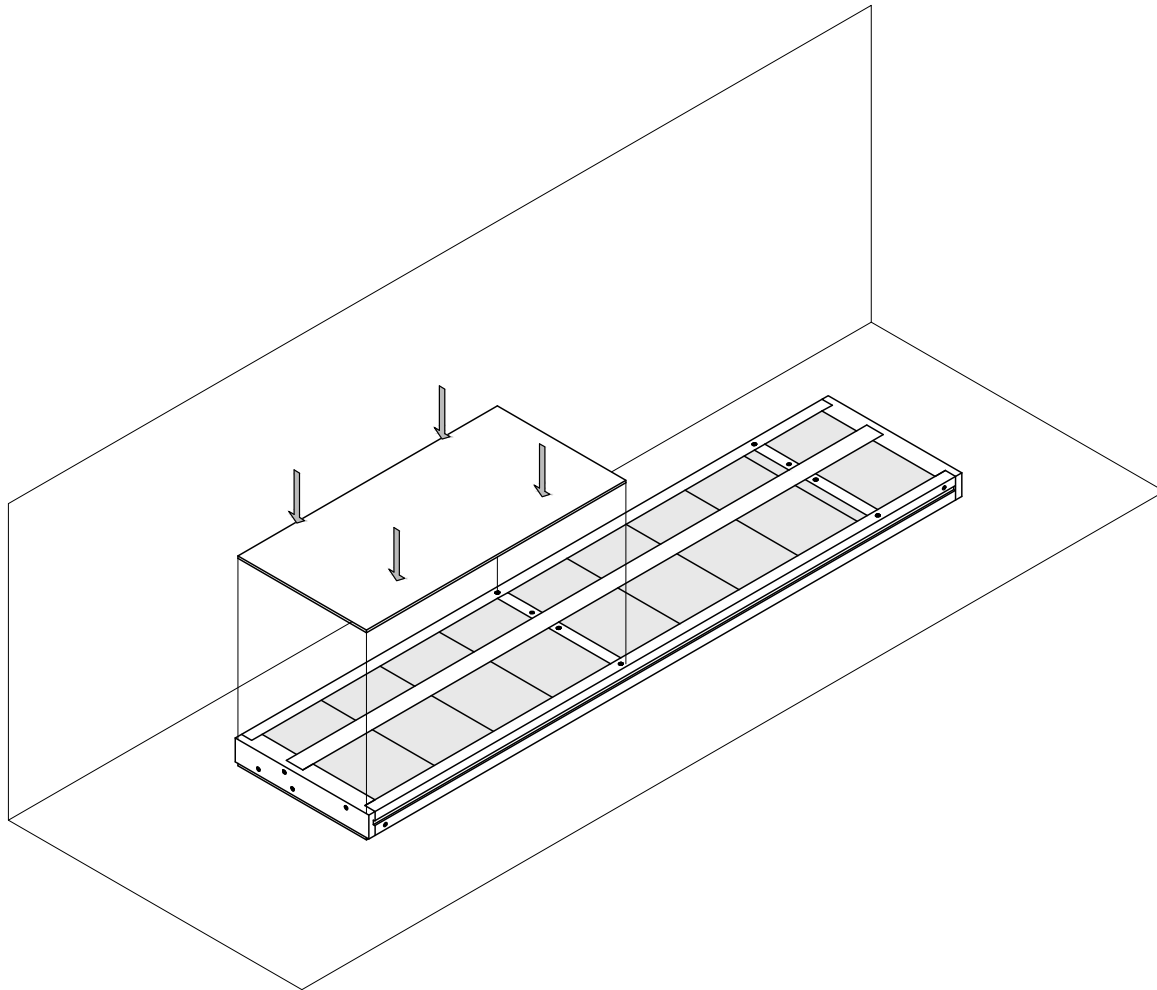




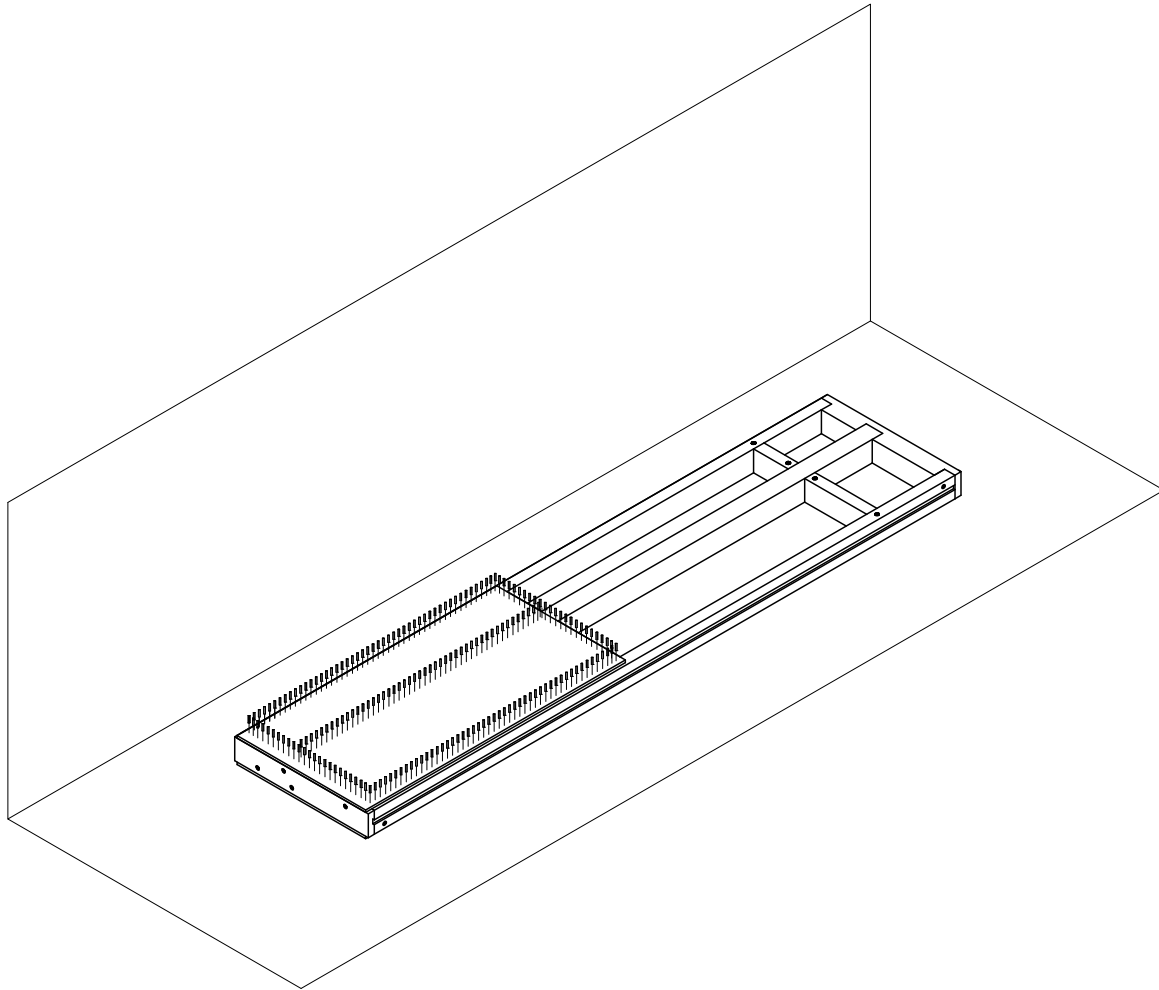
## 9



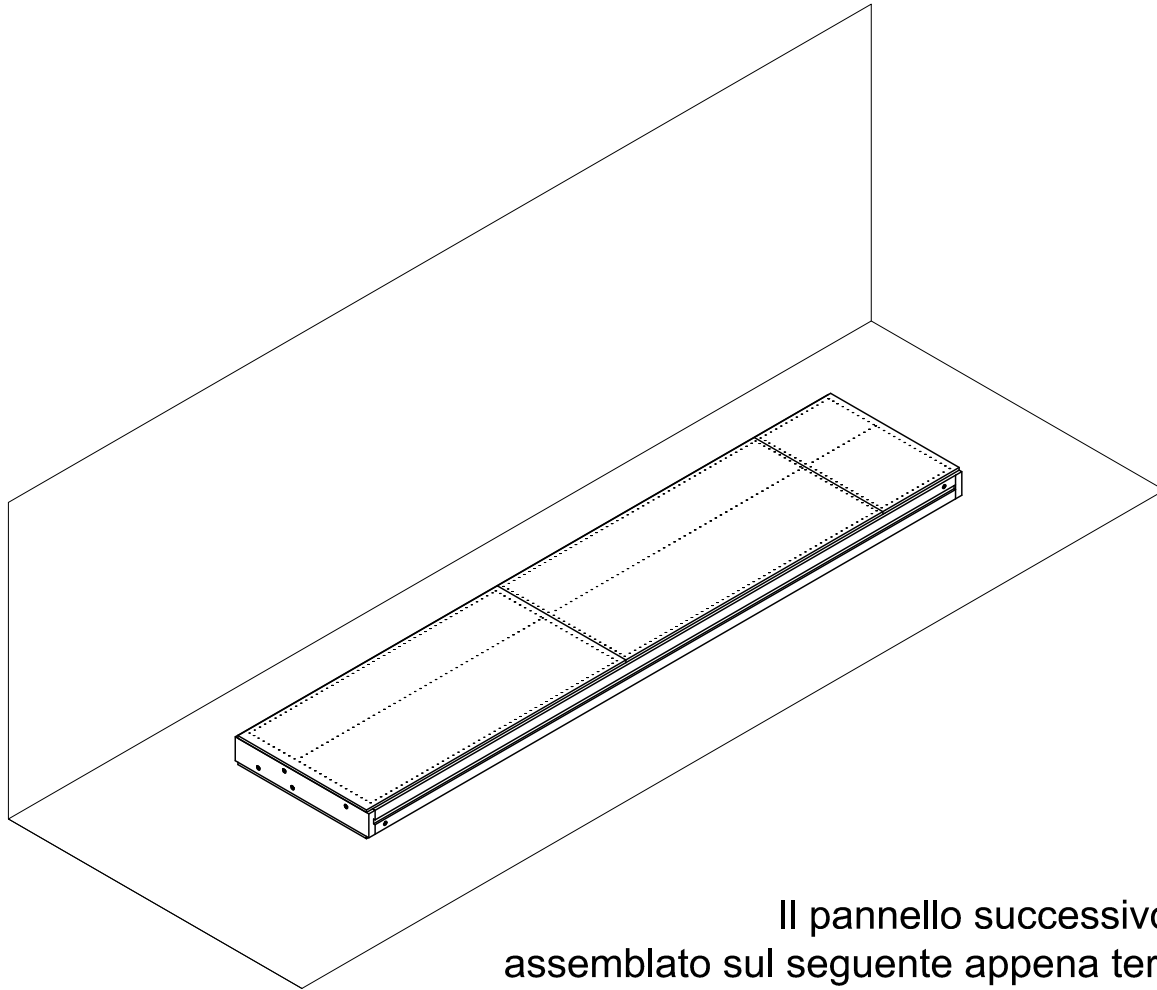
# 10



# 11



# 12

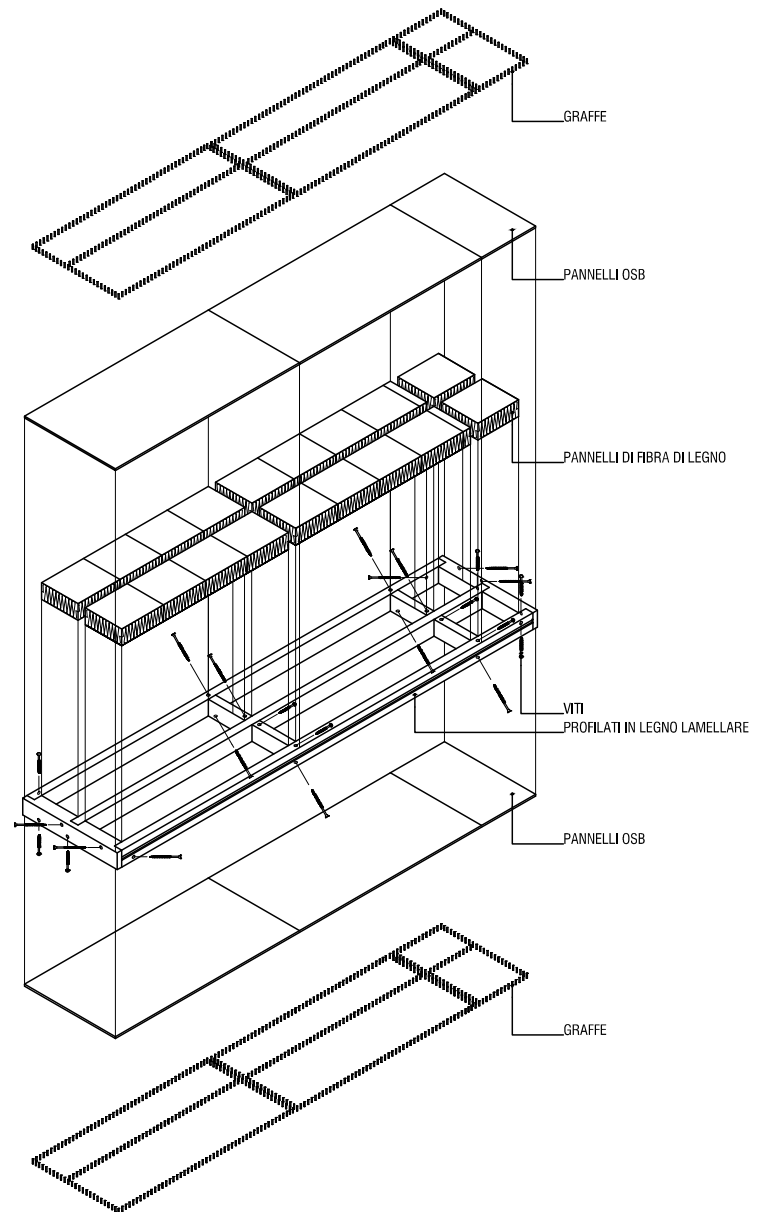


Il pannello successivo viene  
assemblato sul seguente appena terminato

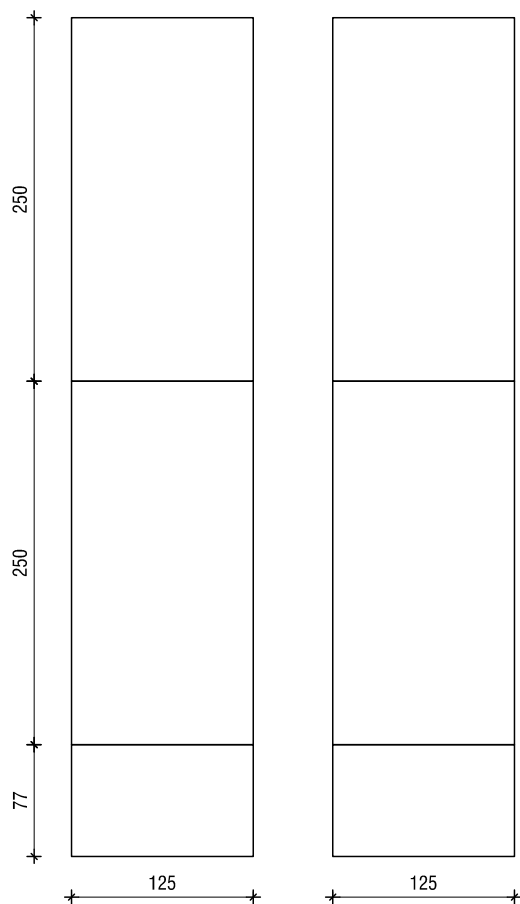




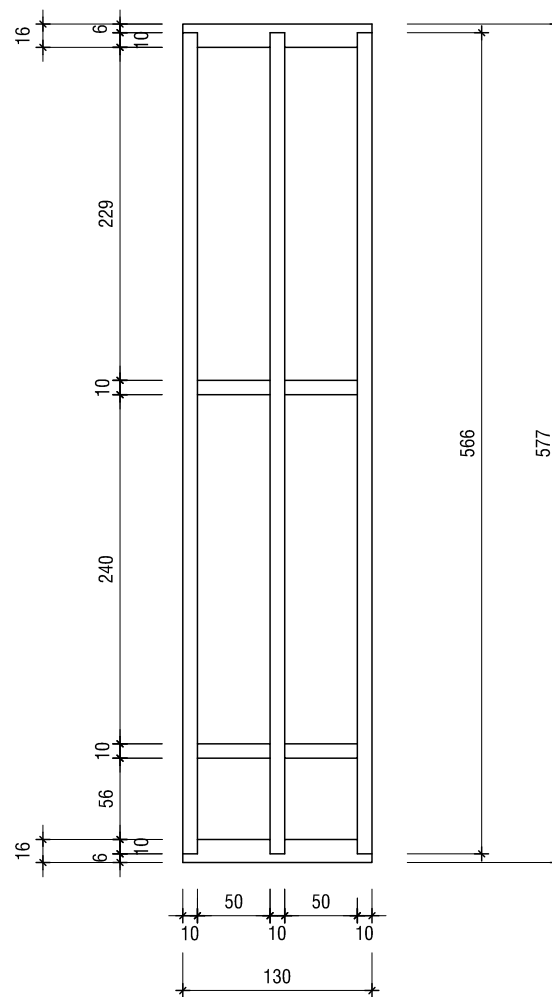
# Pannello isolato di solaio S03



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

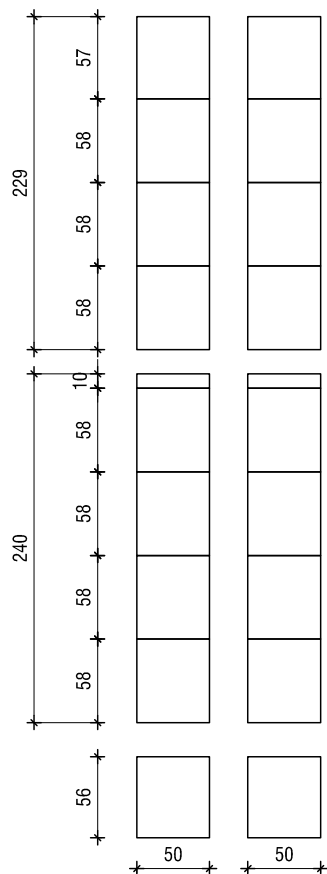


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

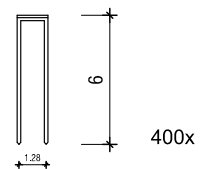
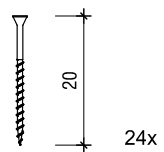




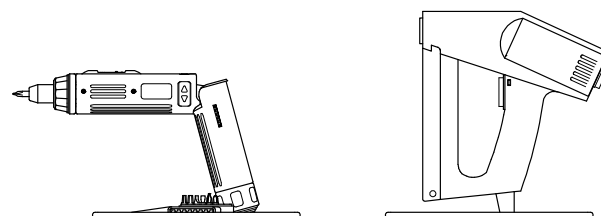
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

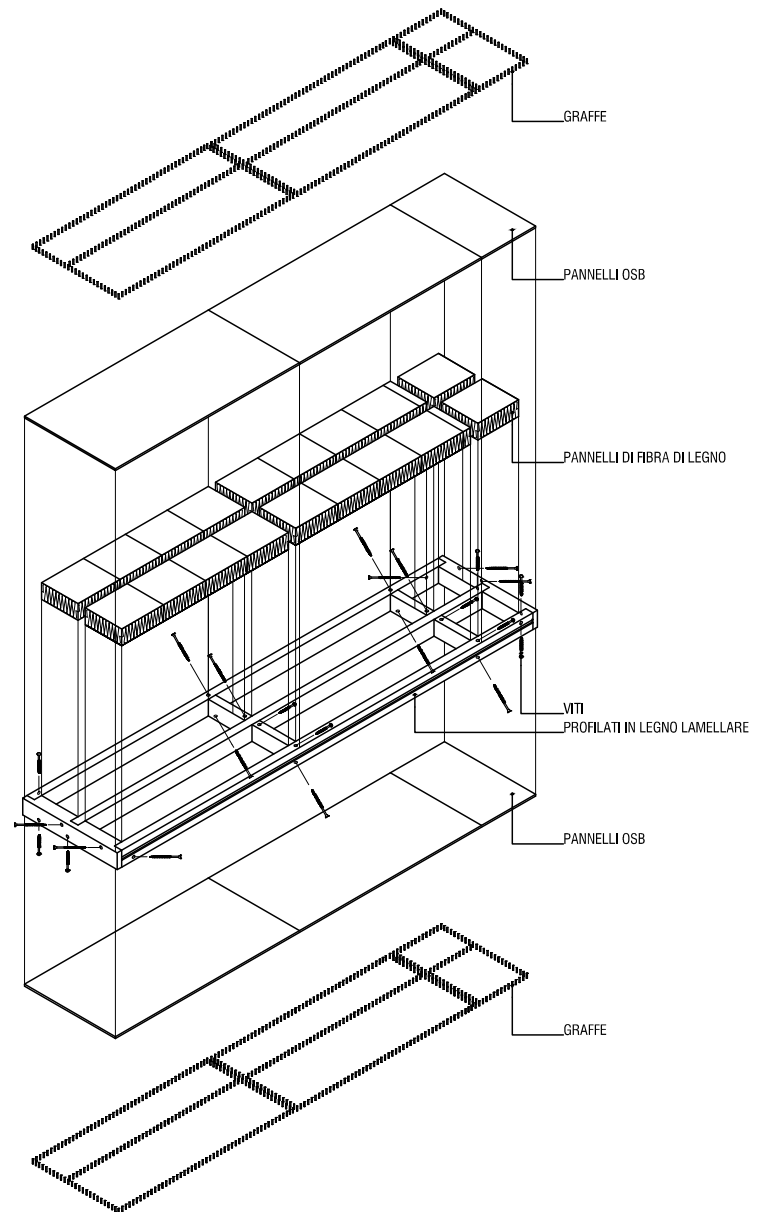


Attrezzatura  
necessaria

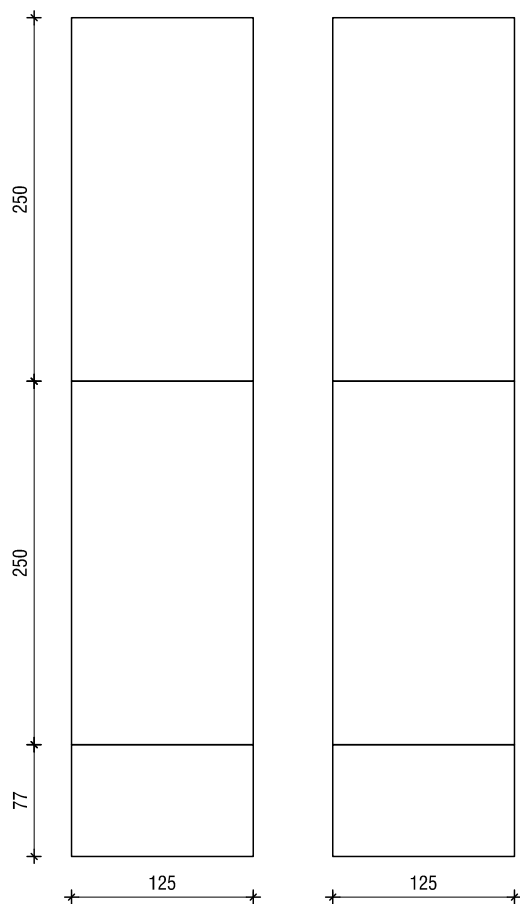




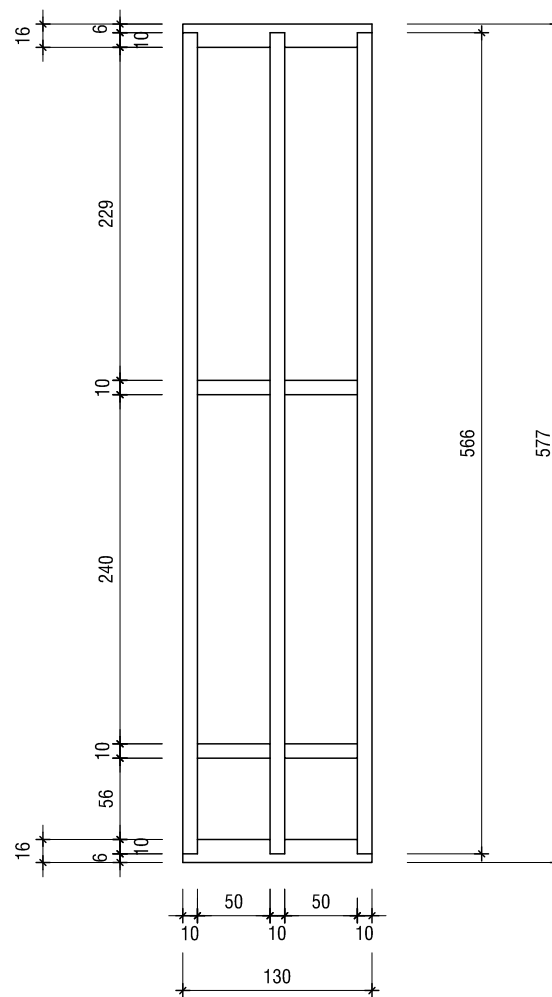
# Pannello isolato di solaio S04



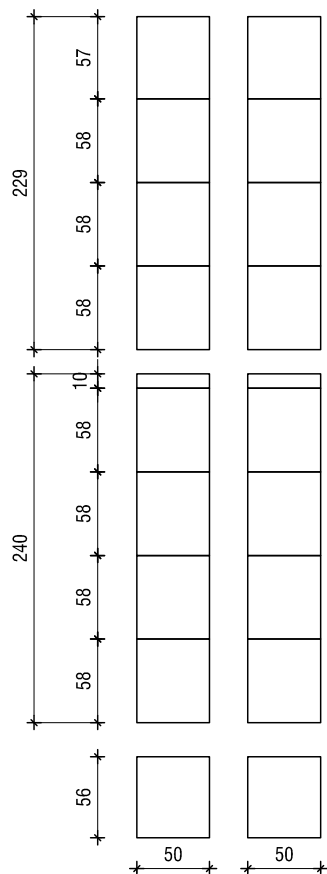
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



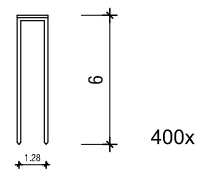
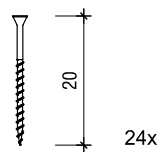
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



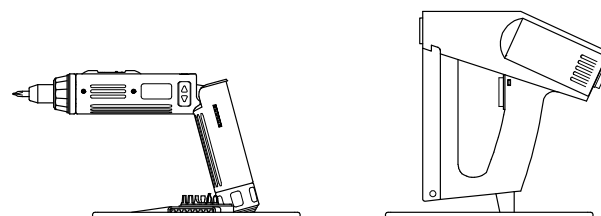
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

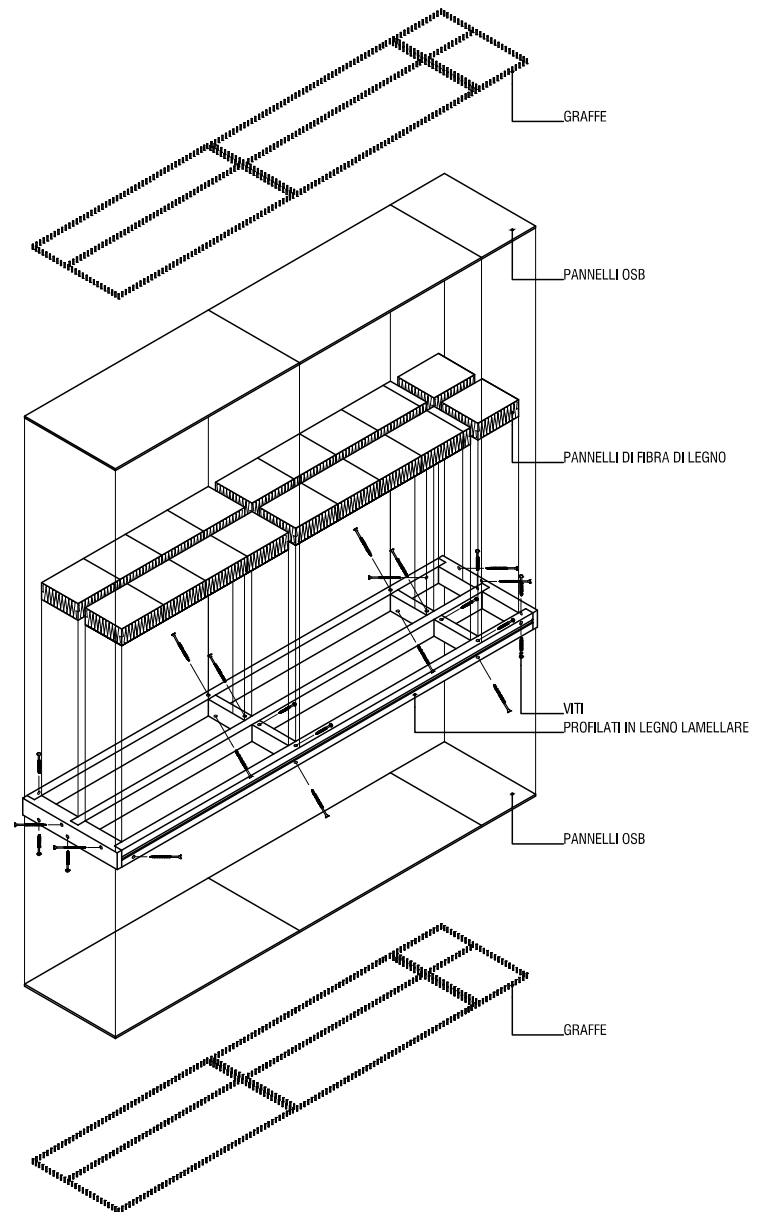


Attrezzatura  
necessaria

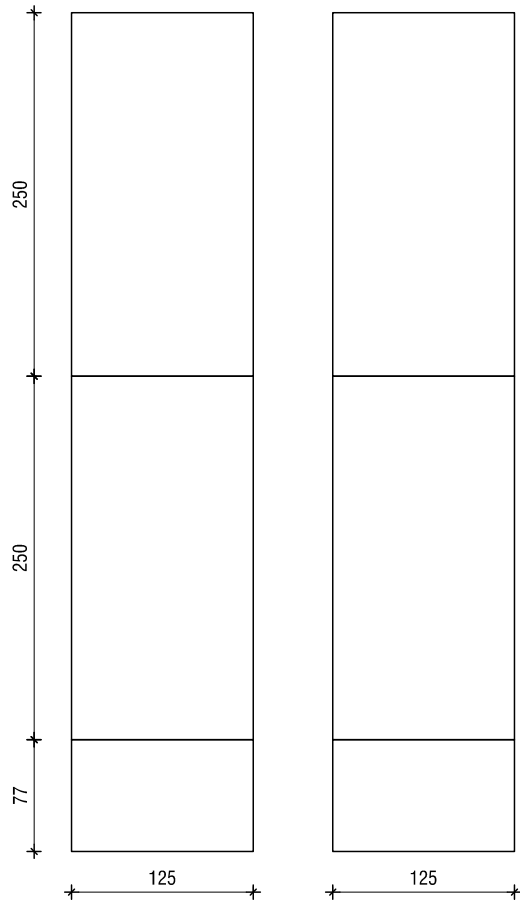




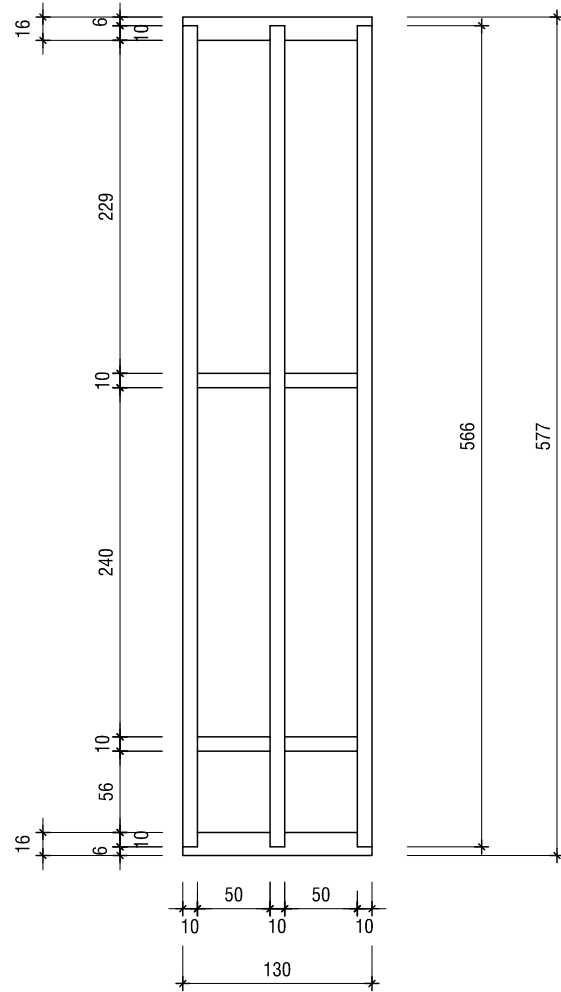
# Pannello isolato di solaio S05



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

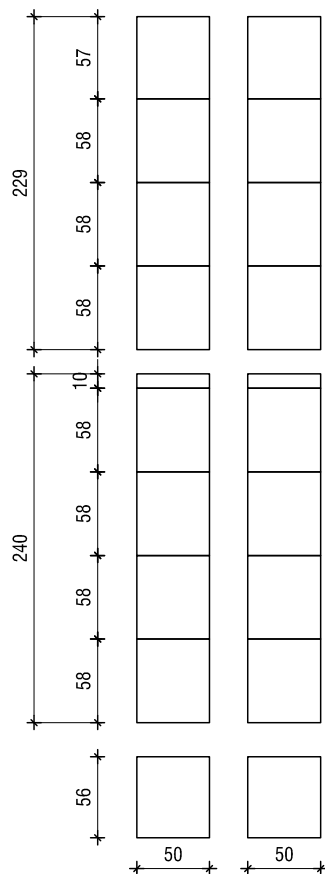


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

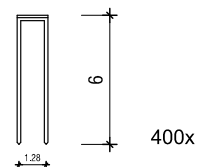
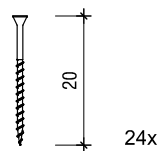




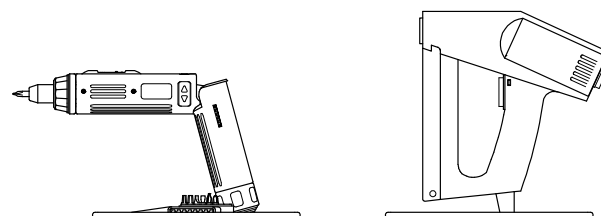
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

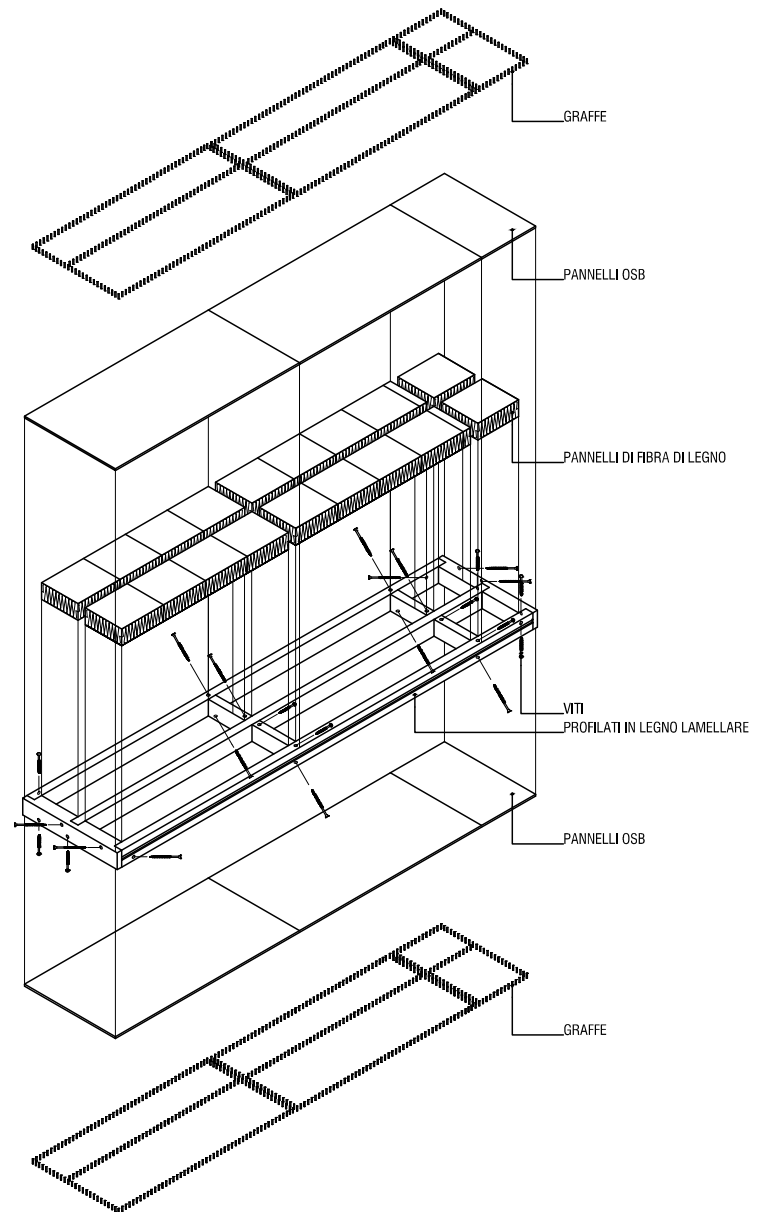


Attrezzatura  
necessaria

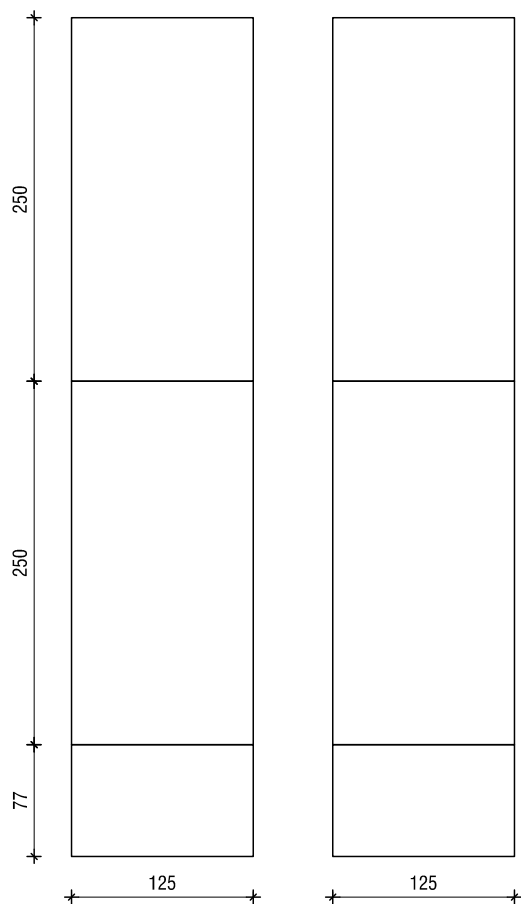




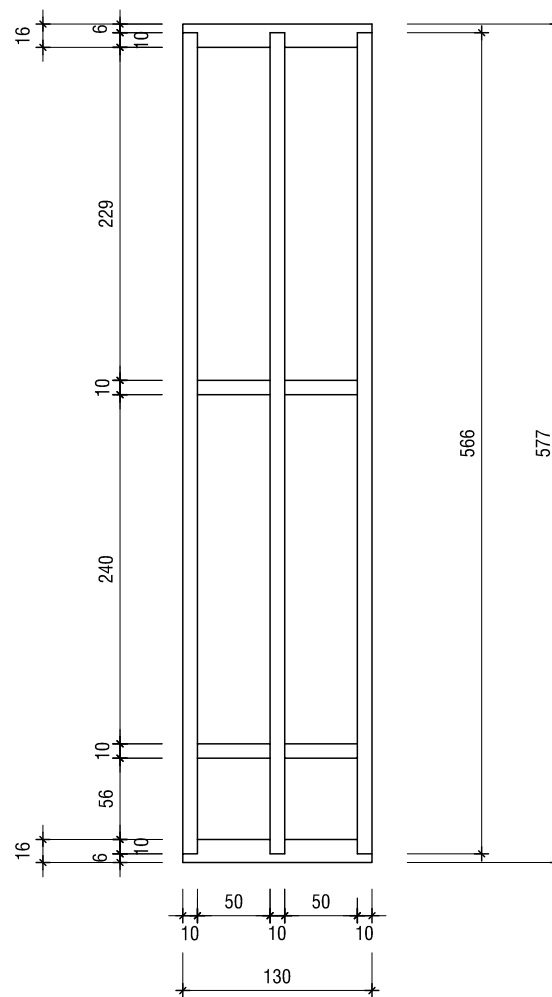
# Pannello isolato di solaio S06



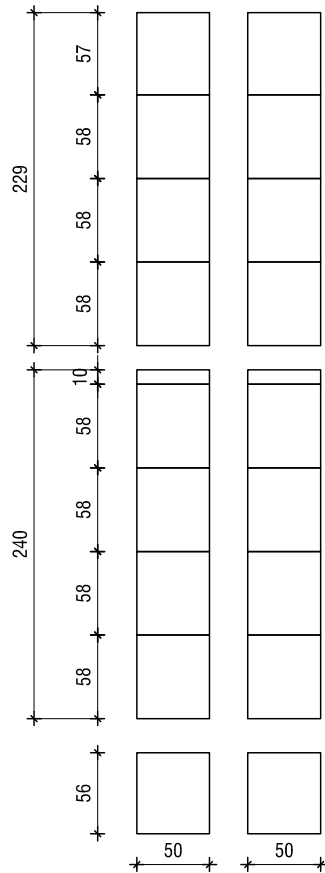
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



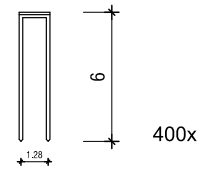
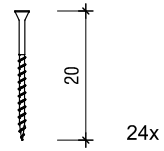
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



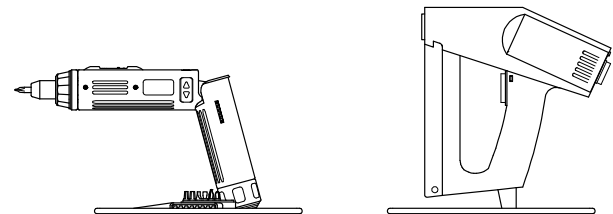
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

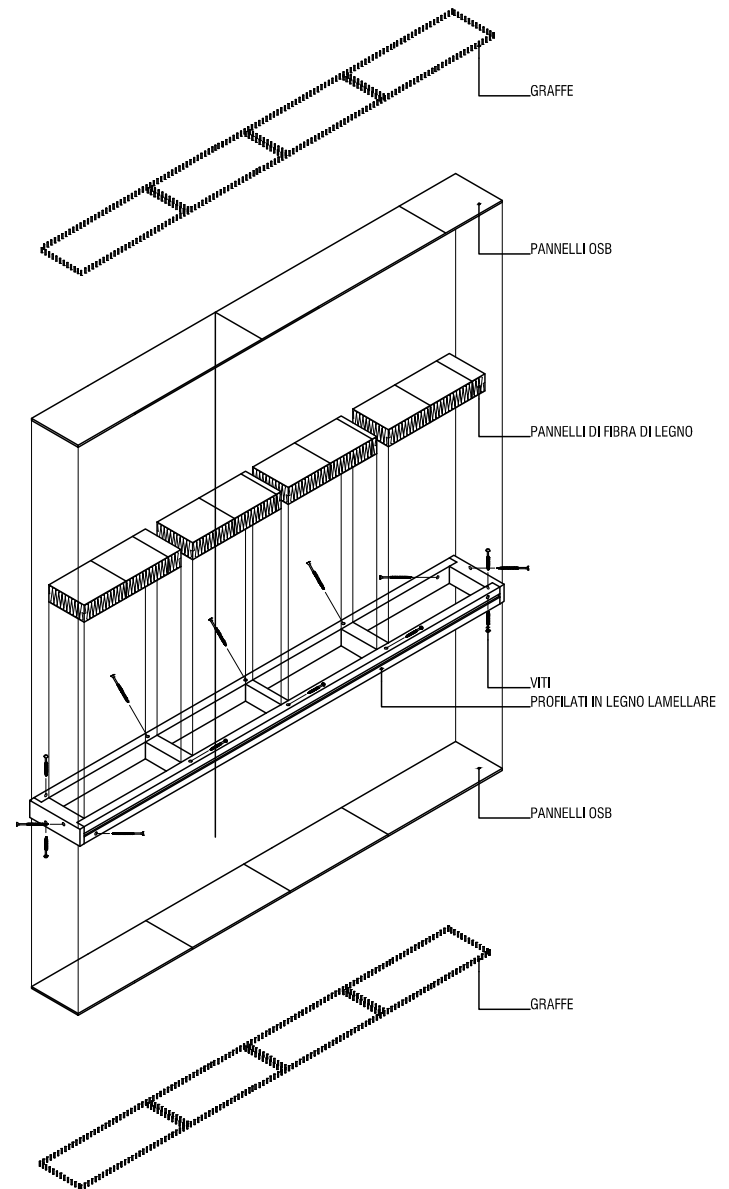


Attrezzatura  
necessaria

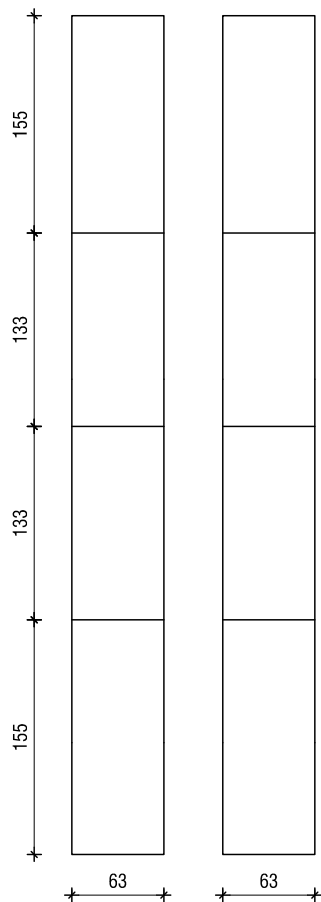




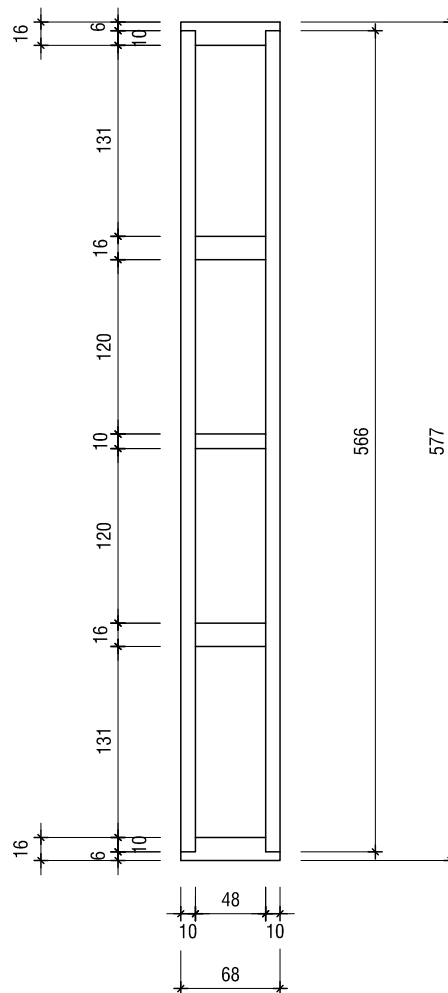
# Pannello isolato di solaio S07



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

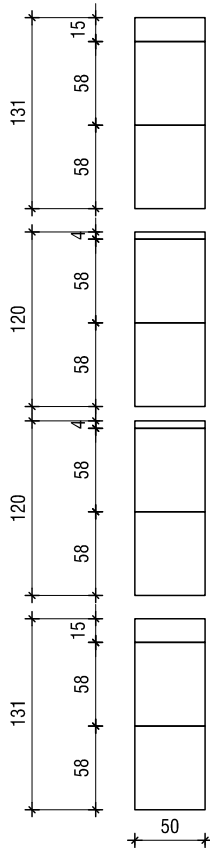


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

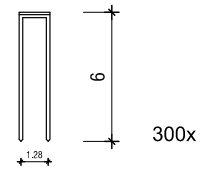
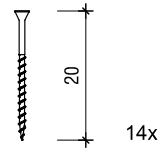




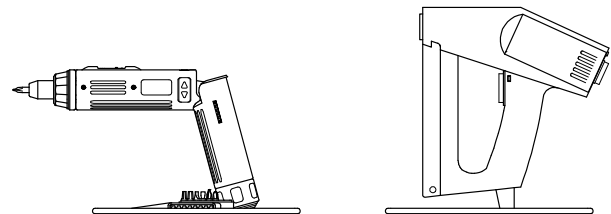
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



FERRAMENTA

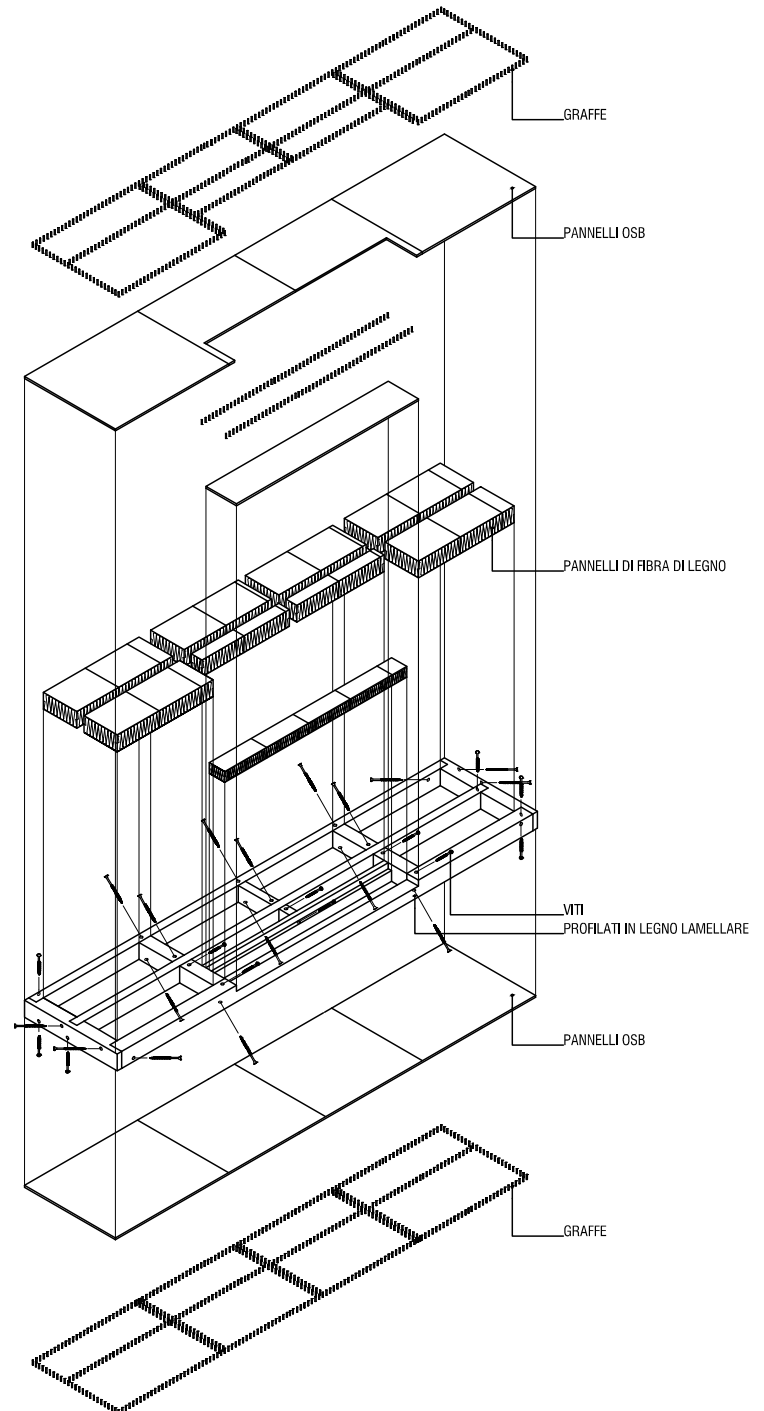


Attrezzatura  
necessaria

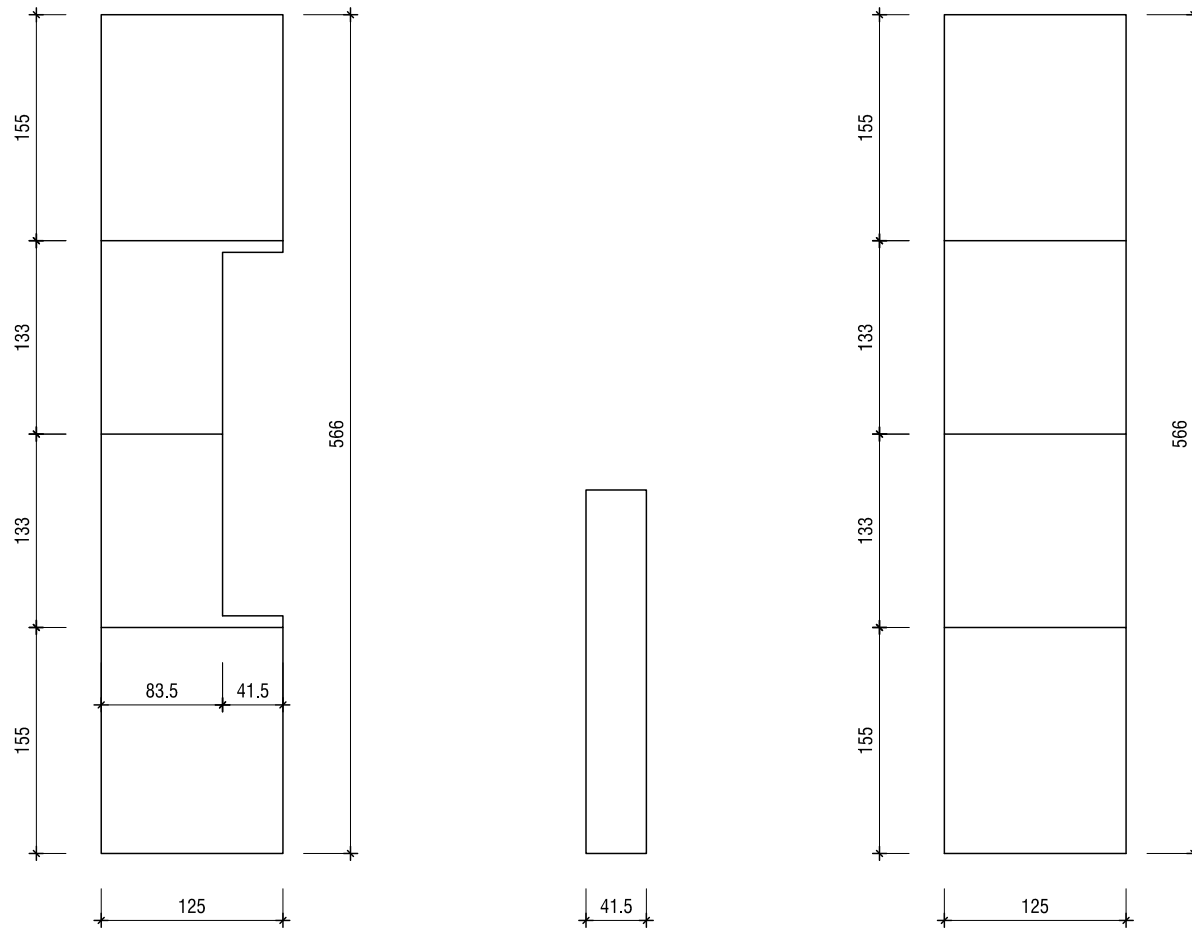




# Pannello isolato di solaio S08

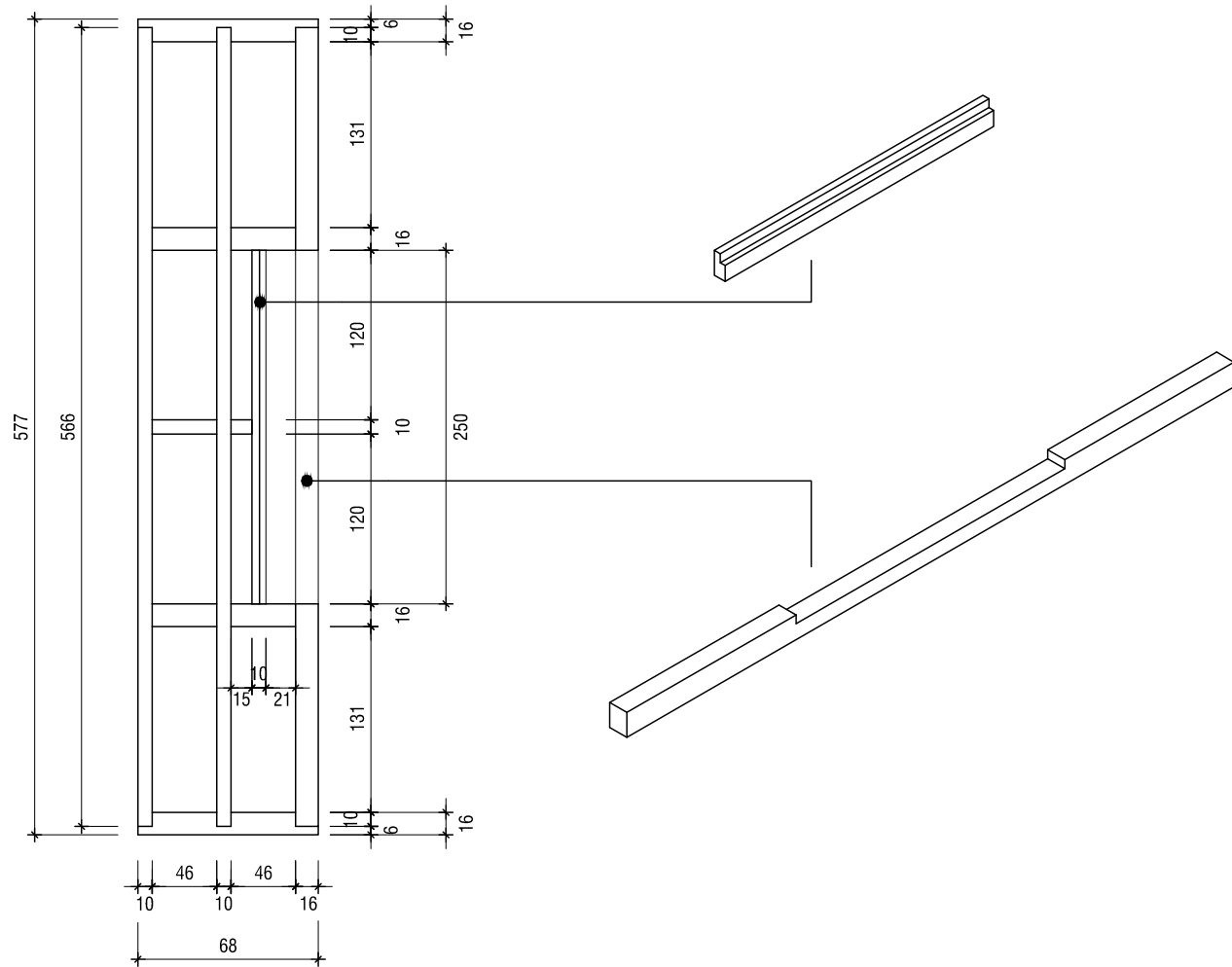


PANNELLI OSB (sp: 2.2)

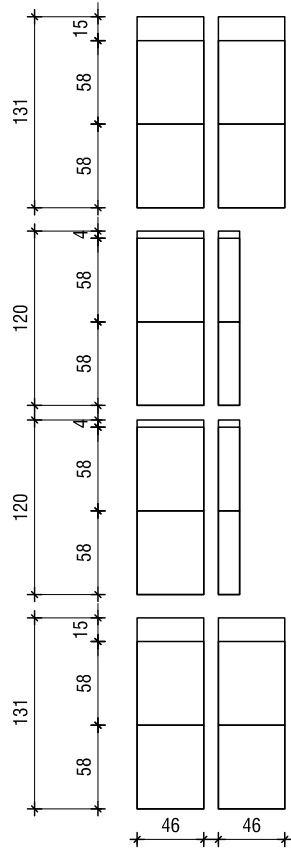


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

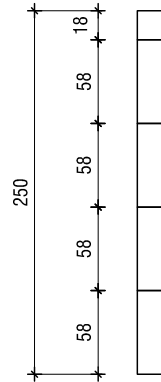
PROFILI SPECIALI



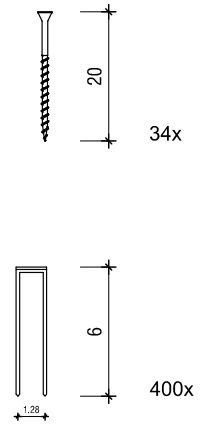
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 20)



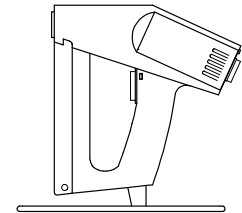
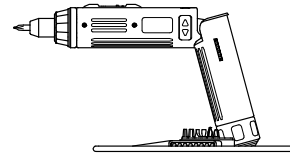
PANNELLI DI FIBRA  
DI LEGNO (sp: 13)



FERRAMENTA



Attrezzatura  
necessaria

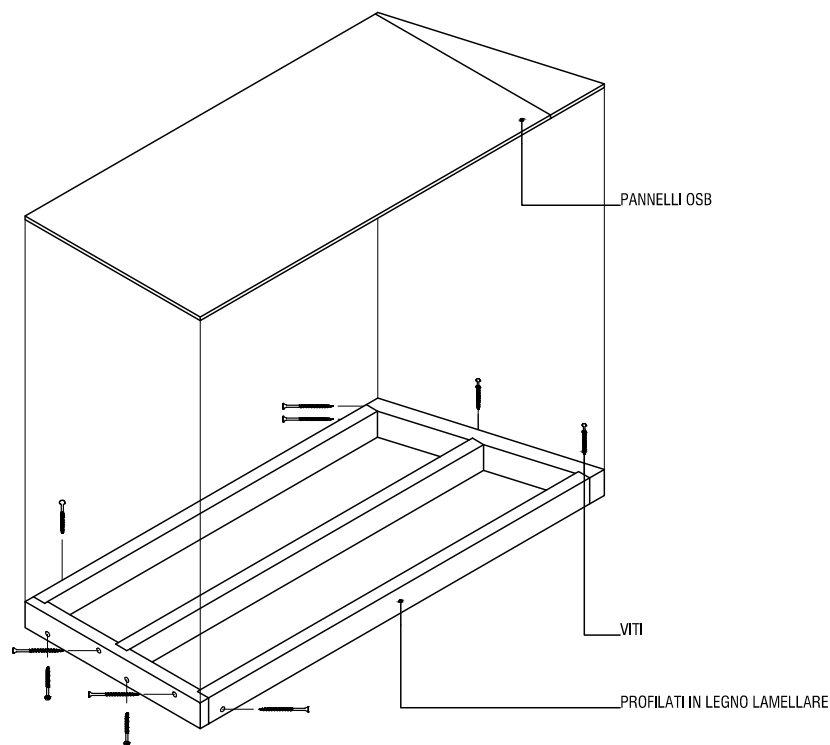
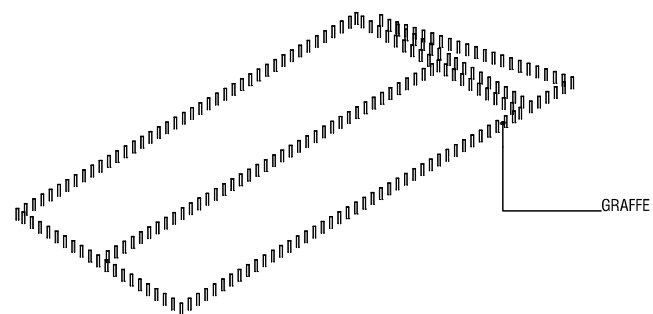




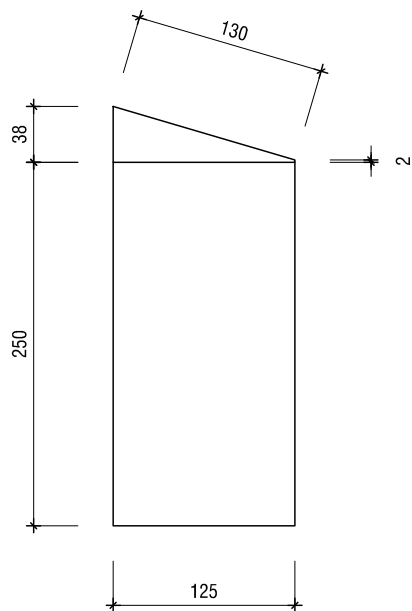




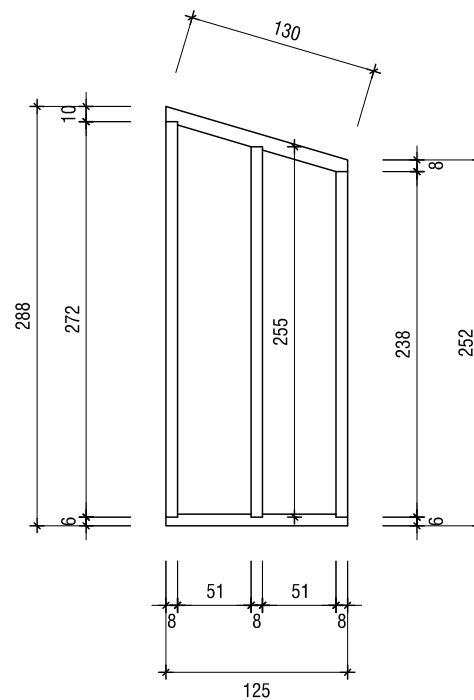
# Pannello di parete P01



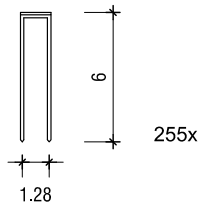
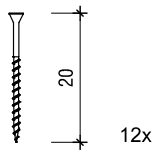
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



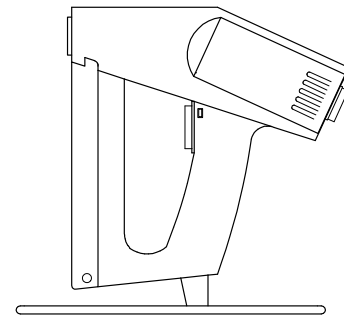
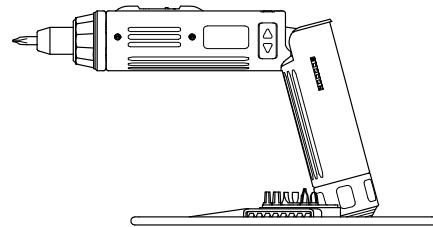
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

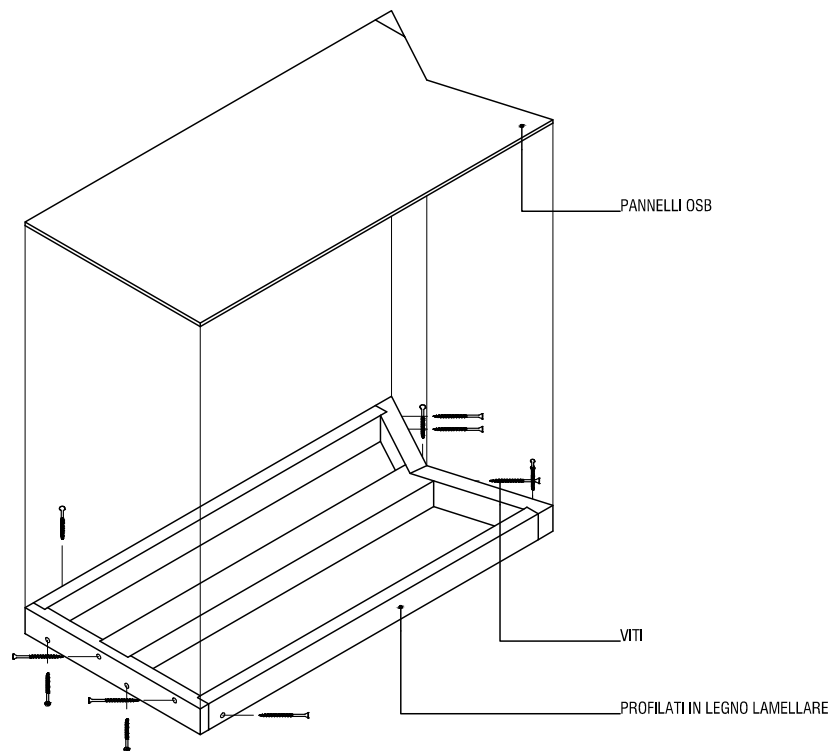
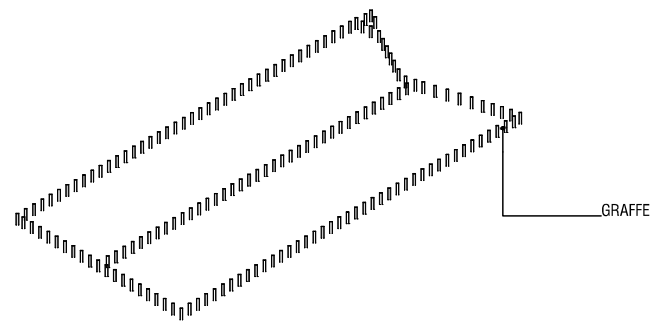


Attrezzatura  
necessaria

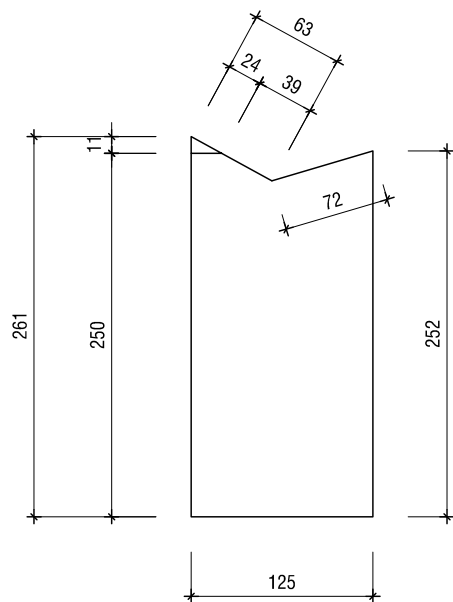




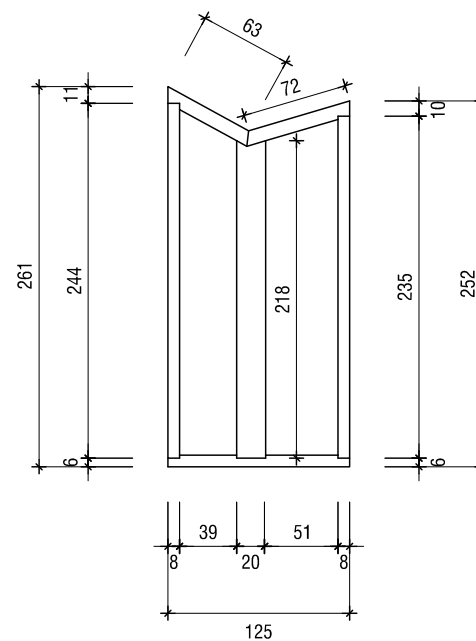
# Pannello di parete P02



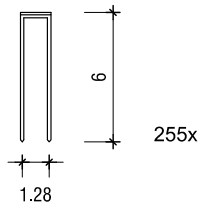
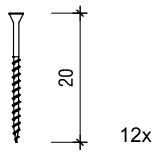
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



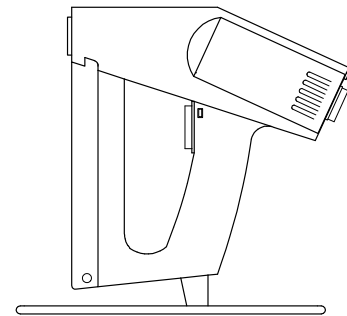
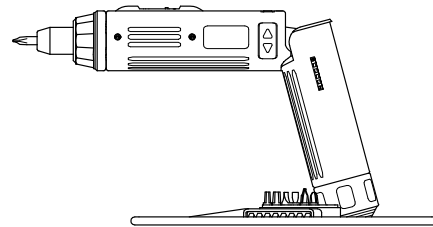
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA



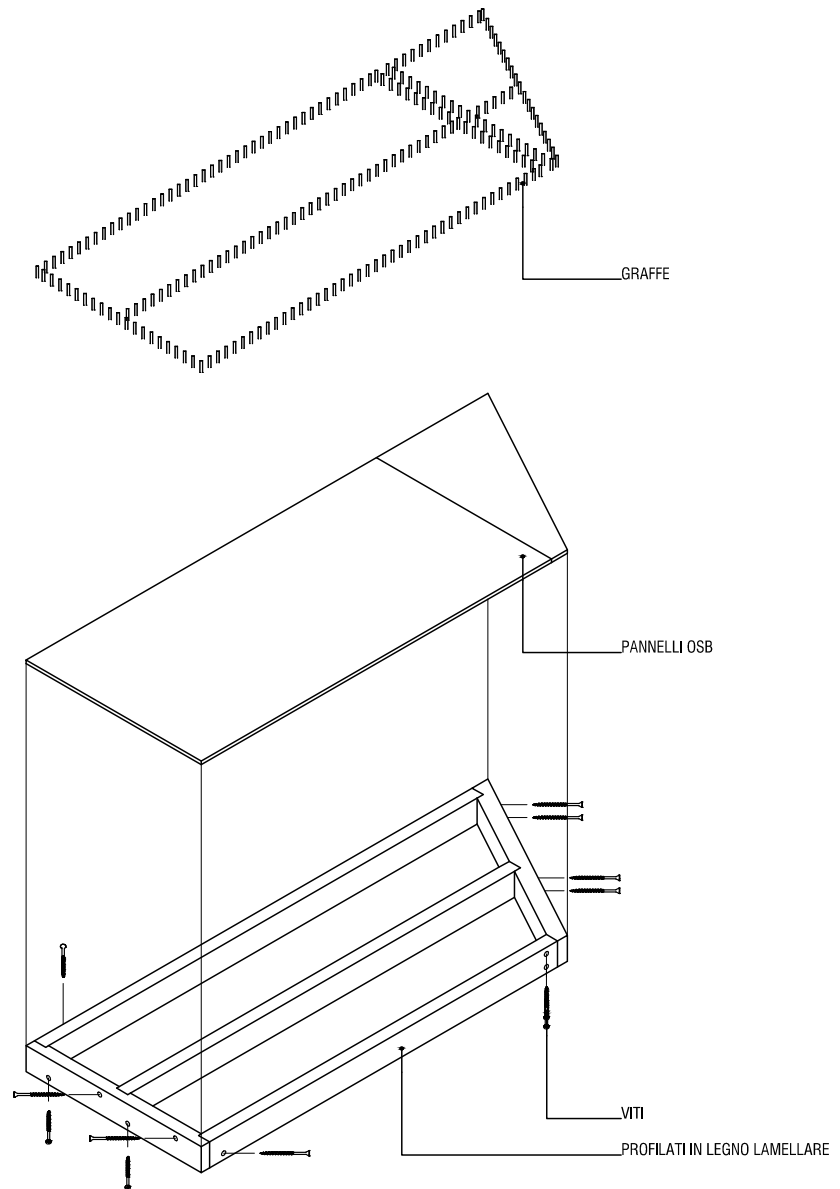
Attrezzatura  
necessaria



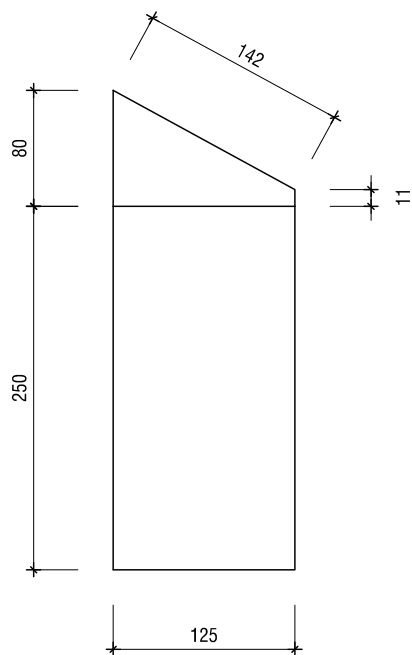




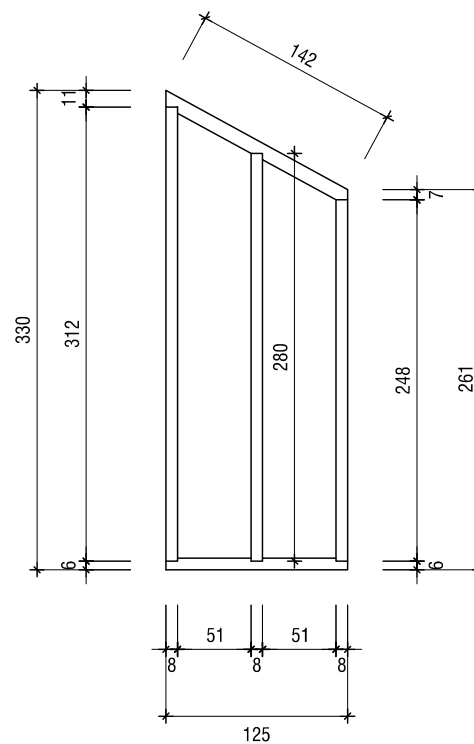
# Pannello di parete P03



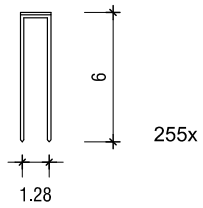
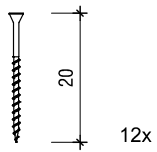
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



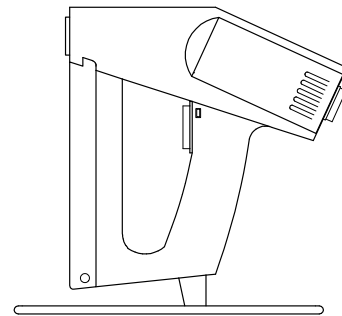
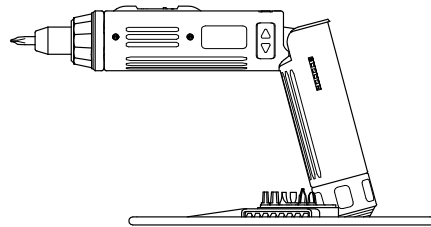
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



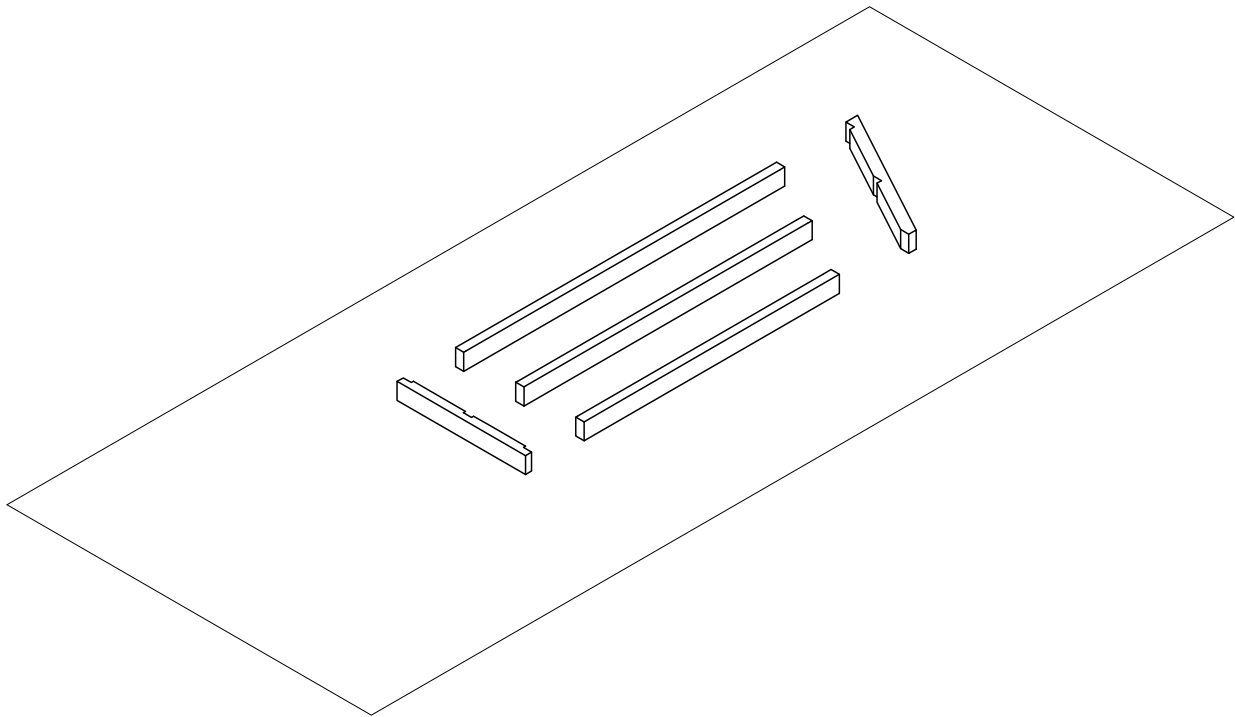
## FERRAMENTA



Attrezzatura  
necessaria

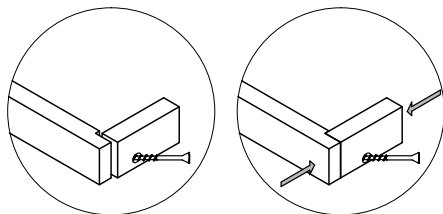


# 1



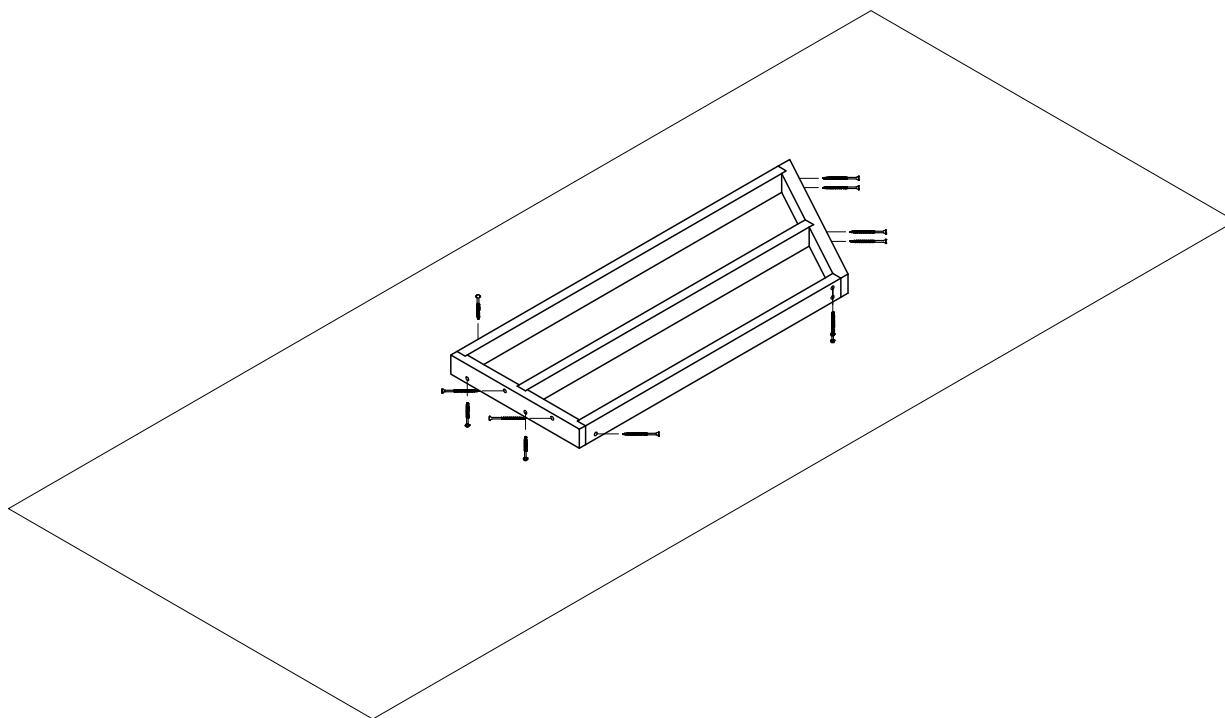
# 2

**IMPORTANTE:** fare attenzione, nell'avvitare la vite autofilettante, che i profilati non si distanzino. Si può ovviare al problema legando i profilati con delle cinghie.

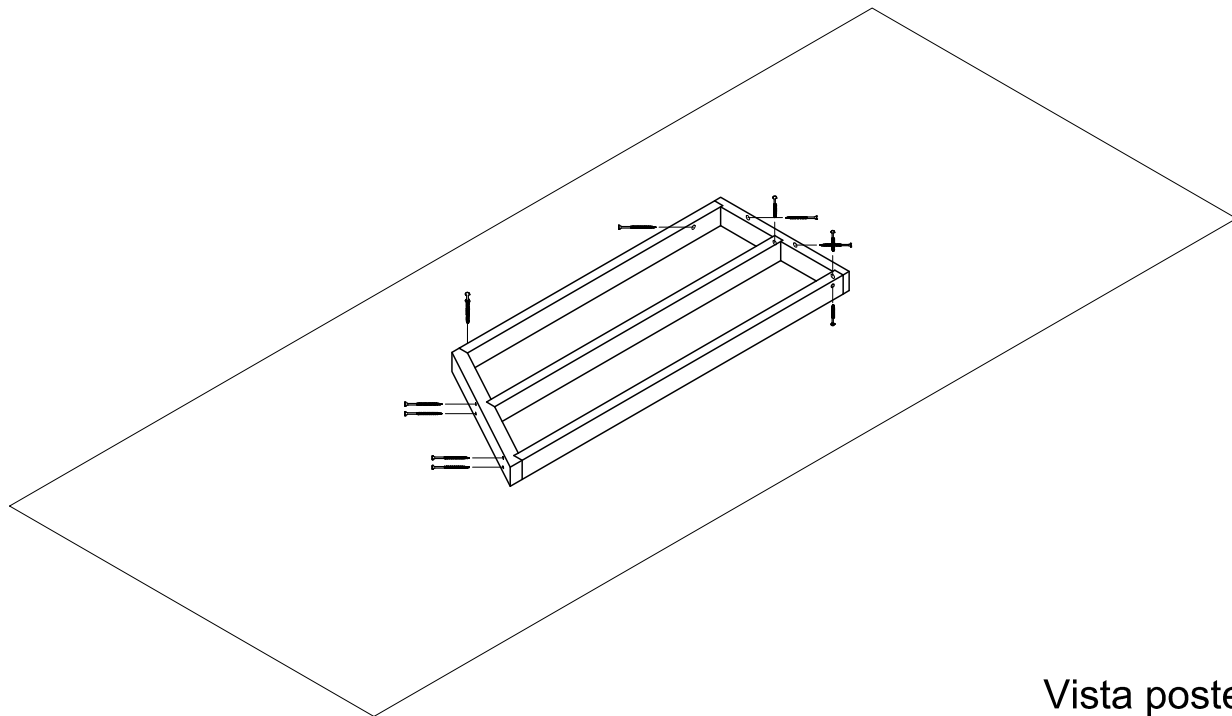


NO ×

SI ✓

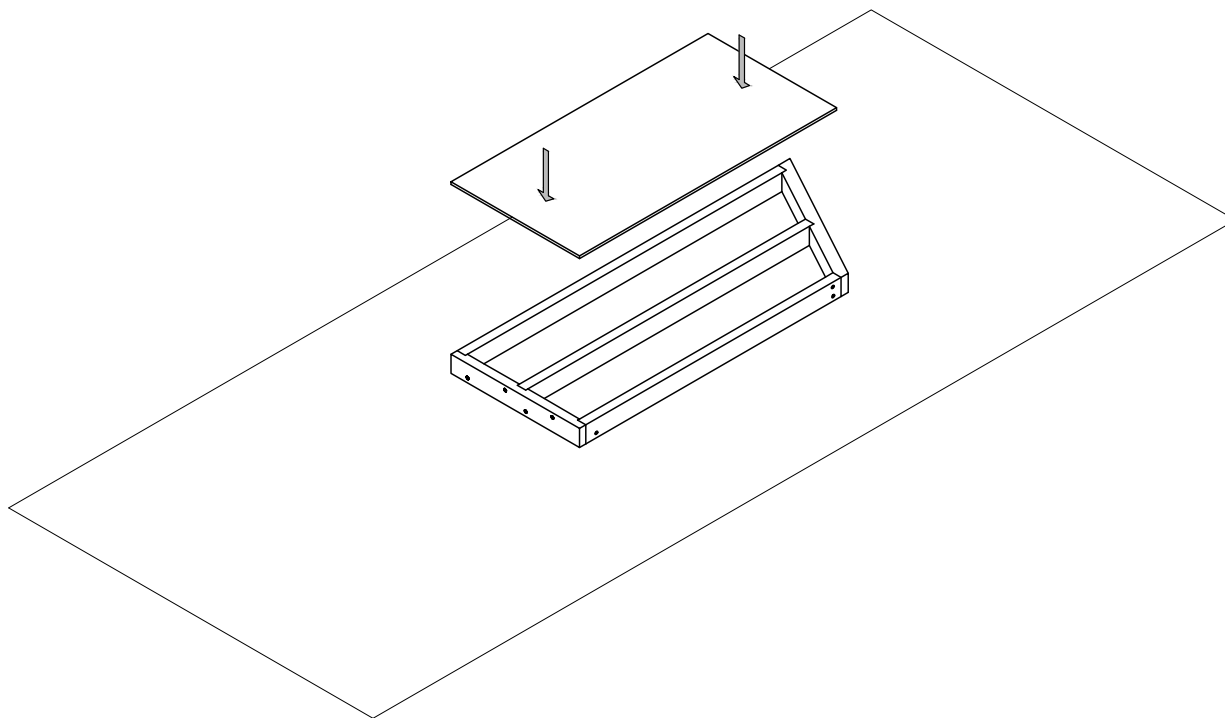


# 2

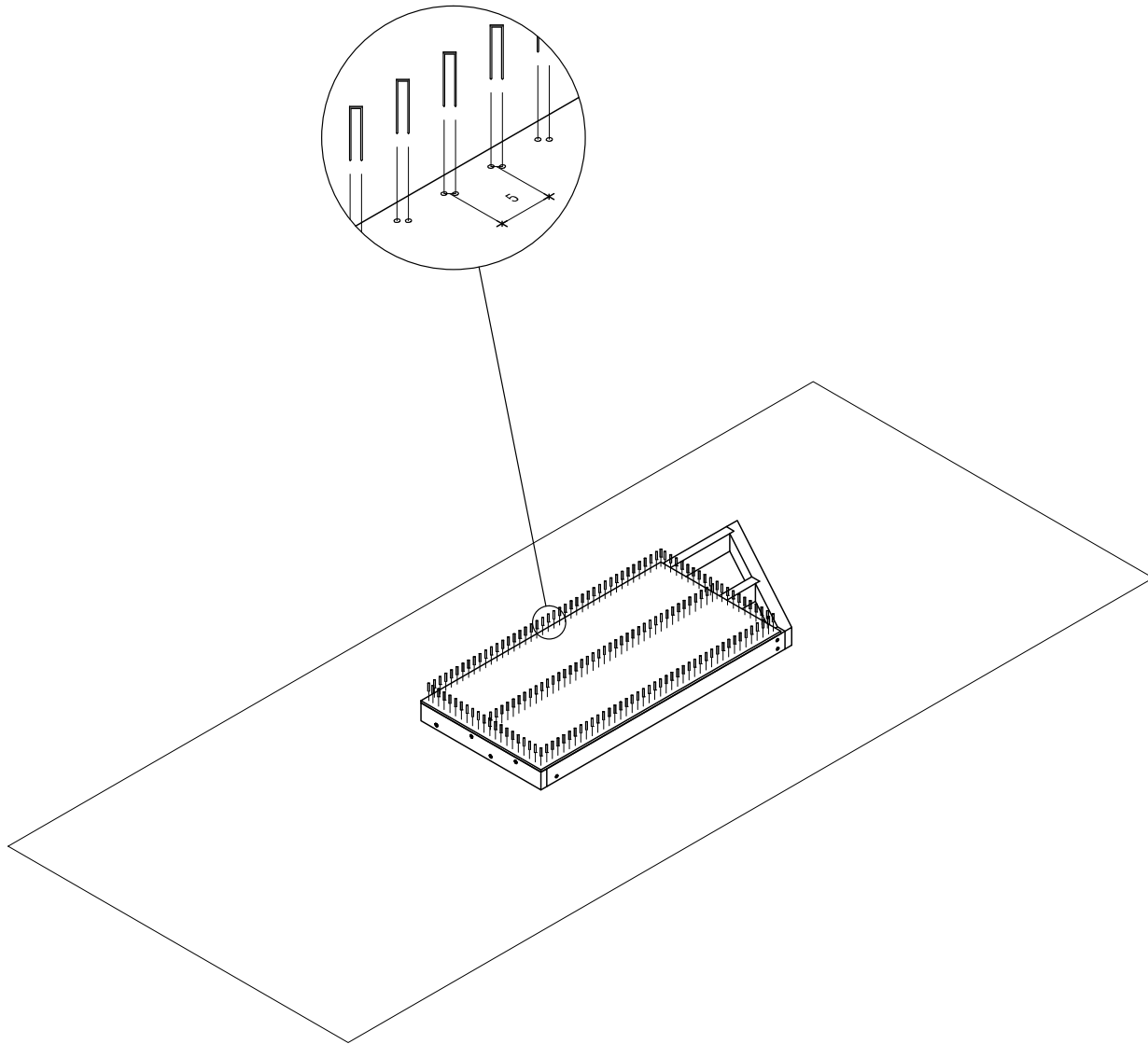


Vista posteriore

# 3

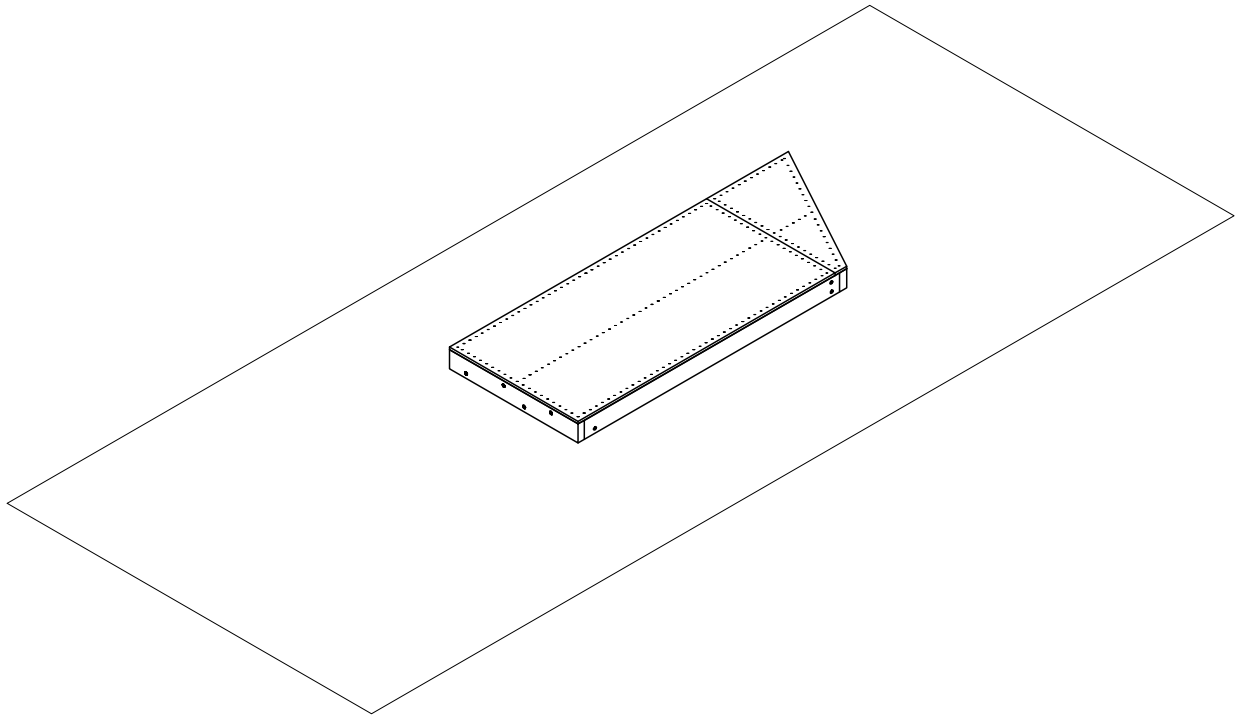


# 4



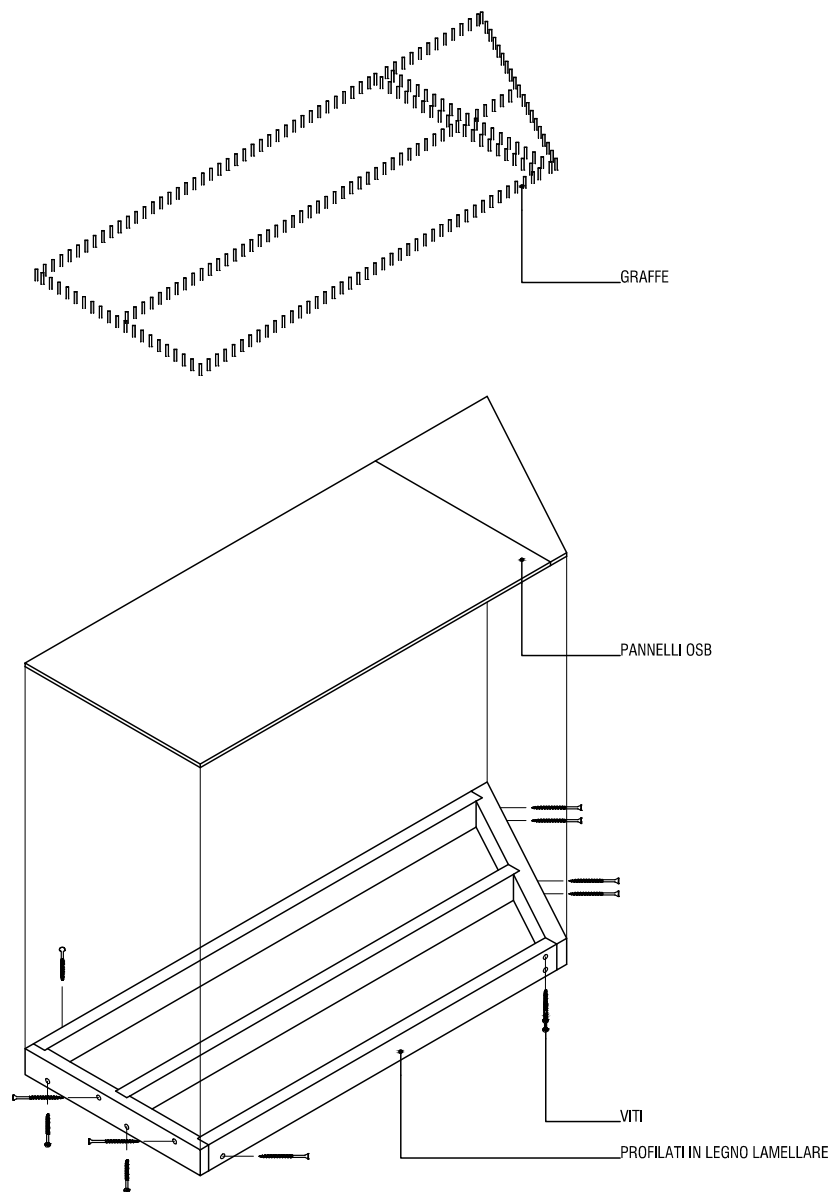


# 5

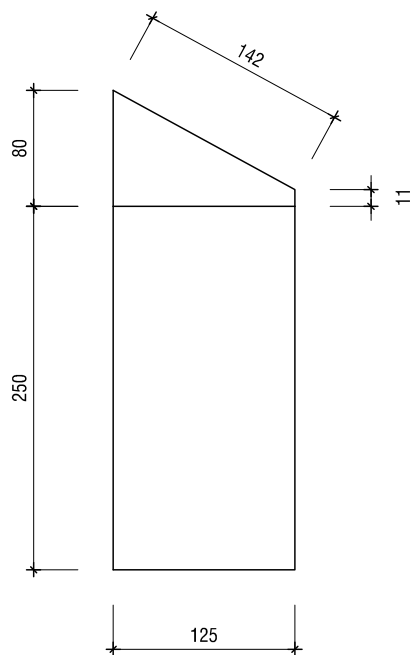




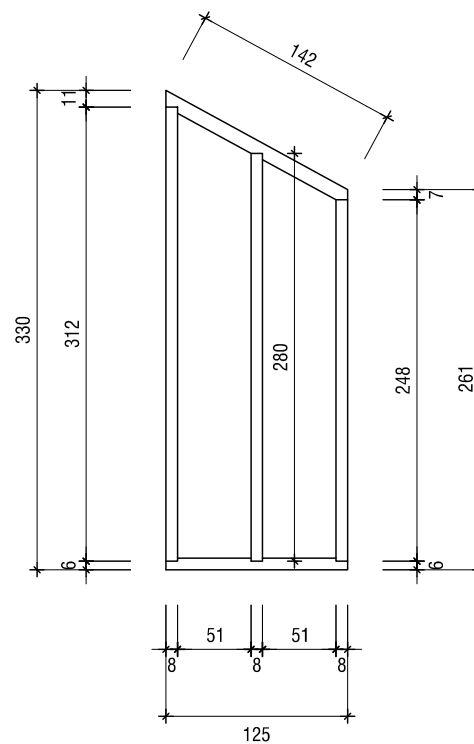
# Pannello di parete P03



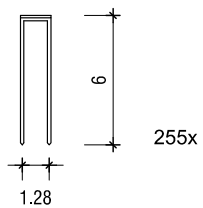
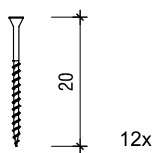
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



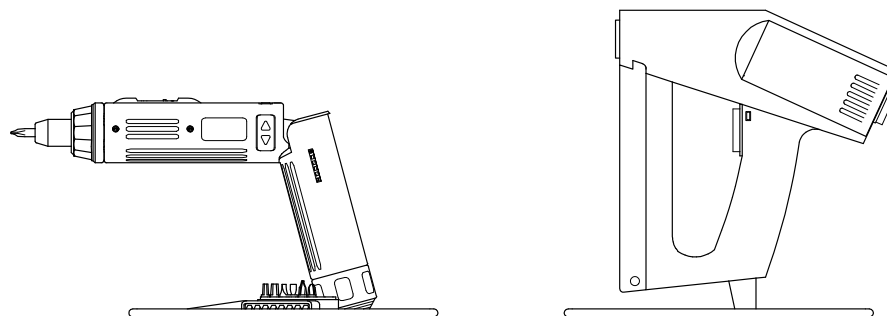
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

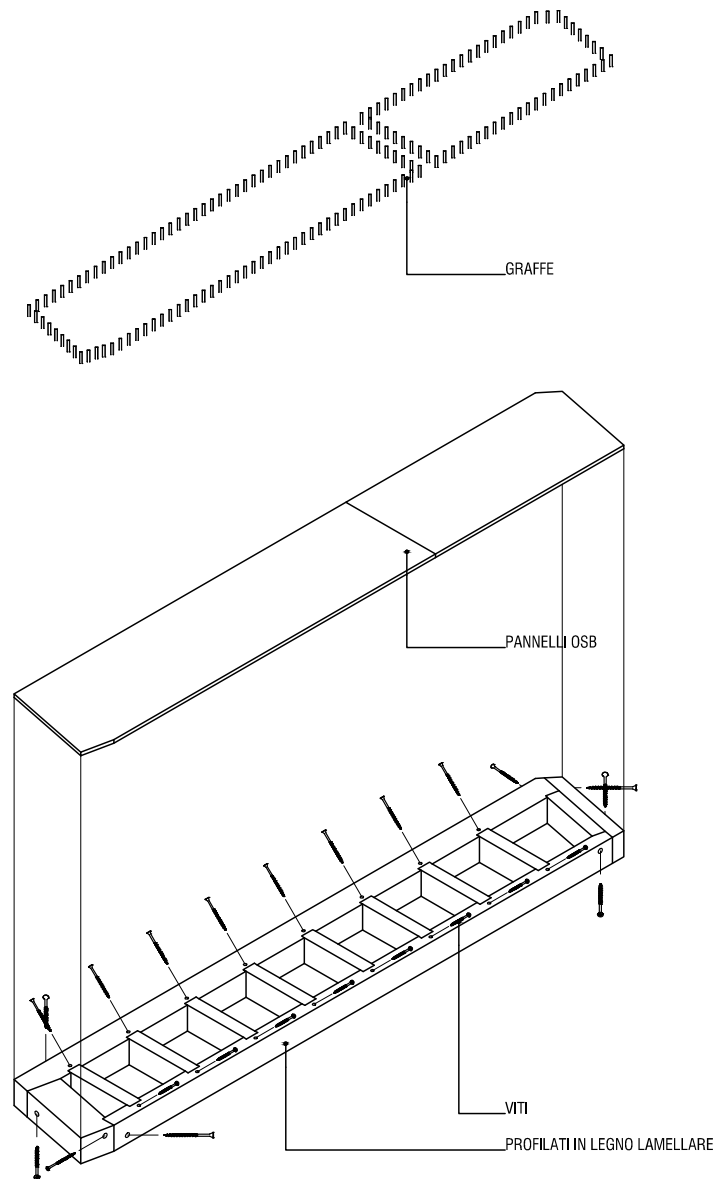


Attrezzatura  
necessaria

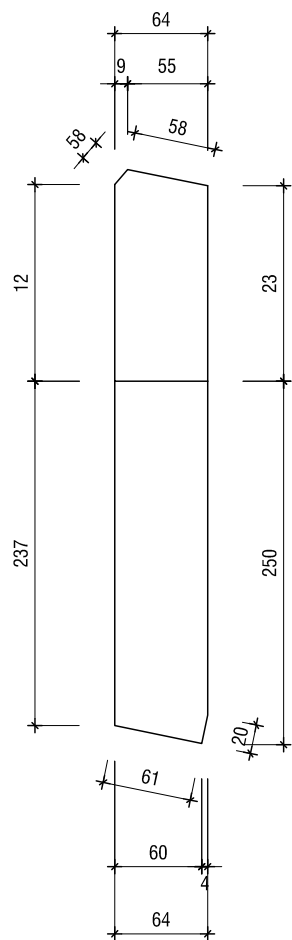




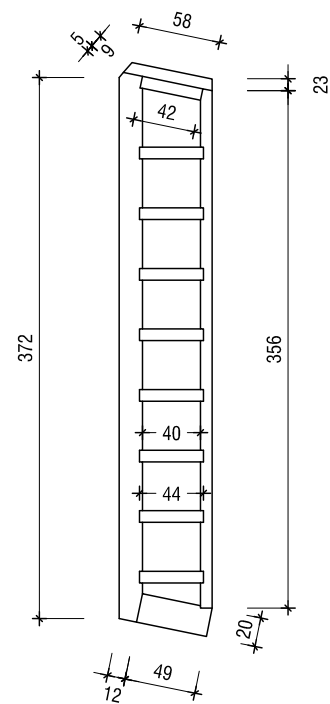
# Pannello di parete P05



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

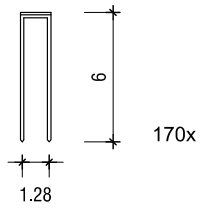
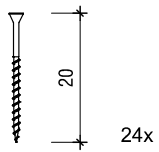


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

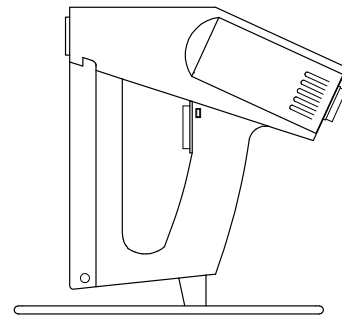
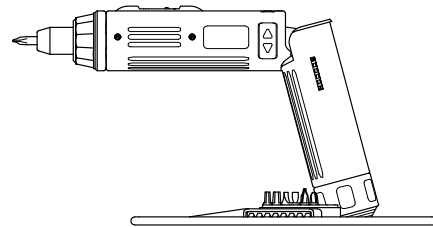




## FERRAMENTA

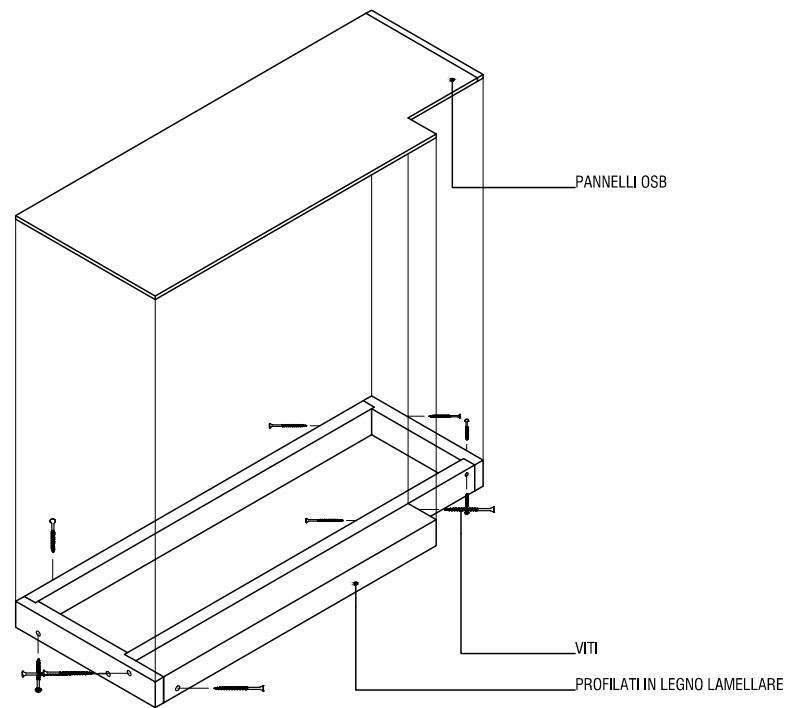
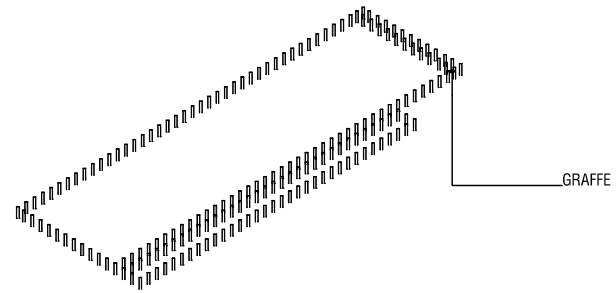


Attrezzatura  
necessaria

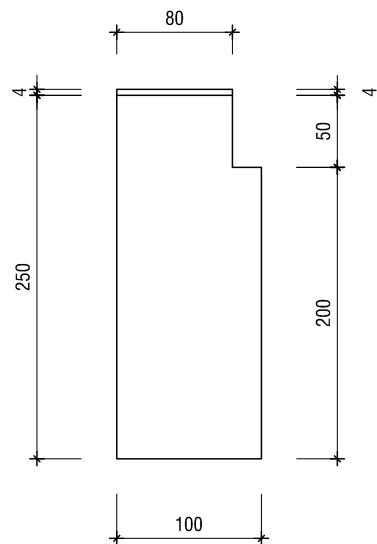




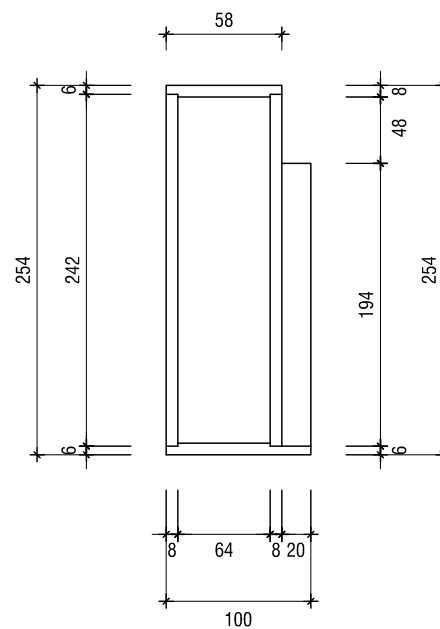
# Pannello di parete P06



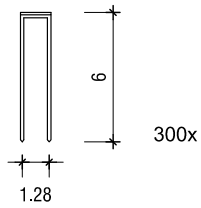
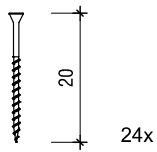
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



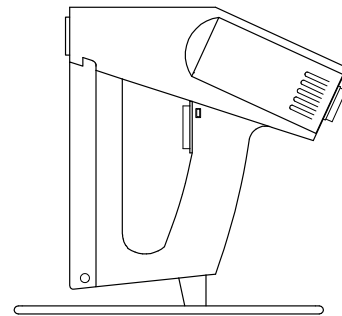
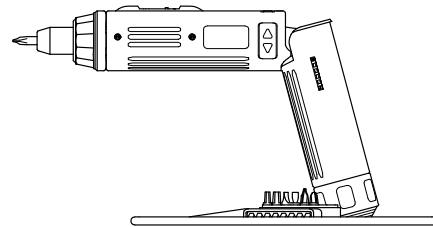
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



FERRAMENTA

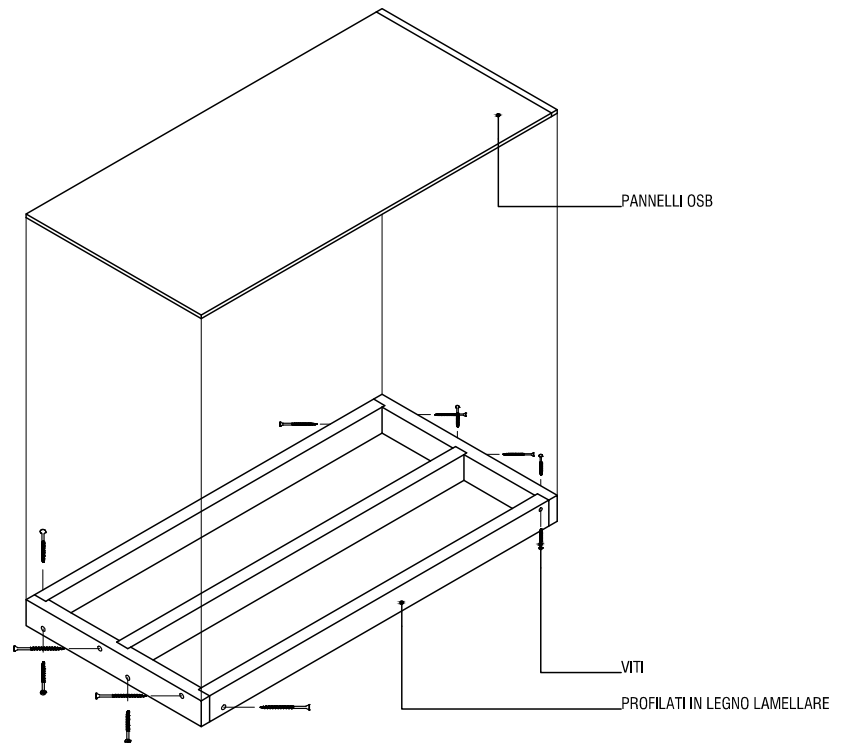
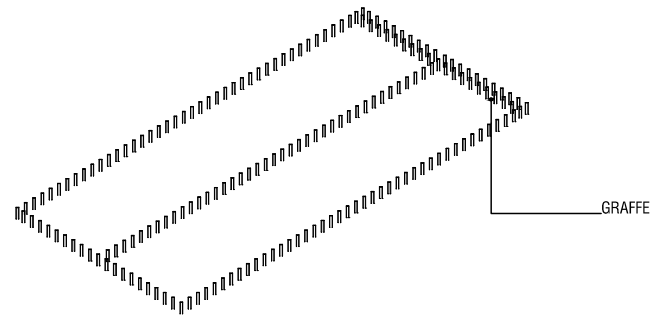


Attrezzatura  
necessaria

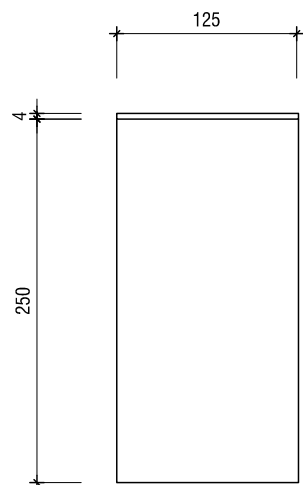




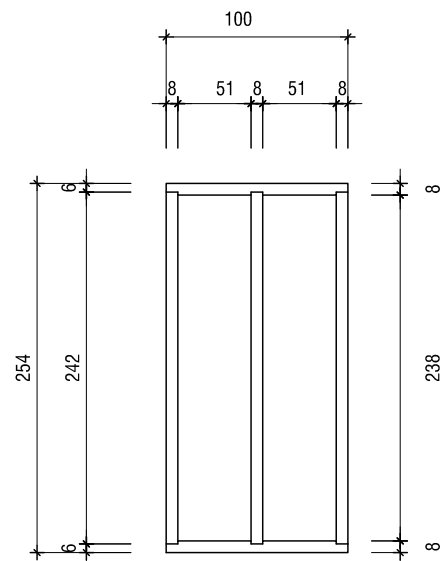
# Pannello di parete P07



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

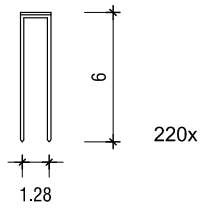
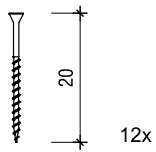


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

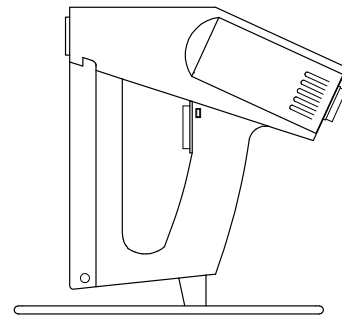
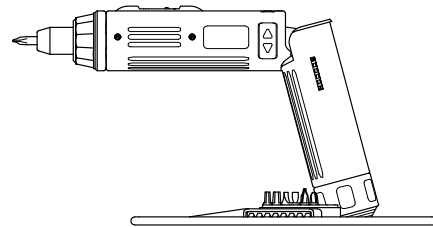




## FERRAMENTA

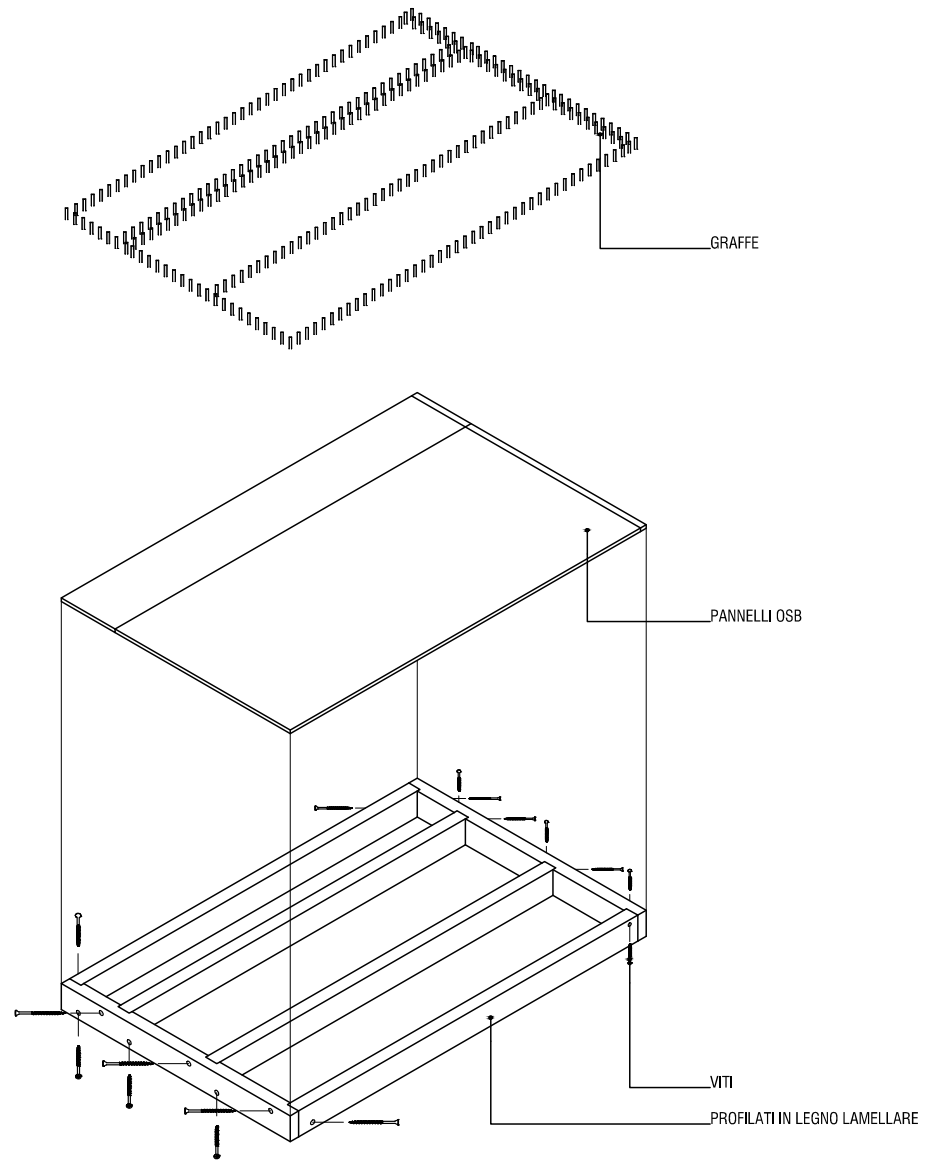


Attrezzatura  
necessaria

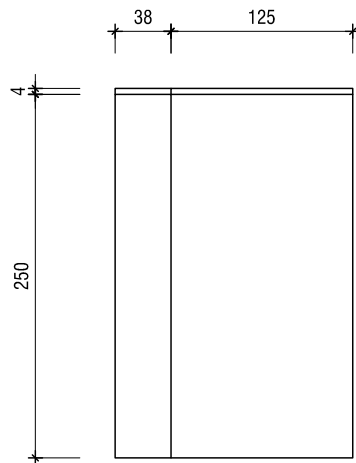




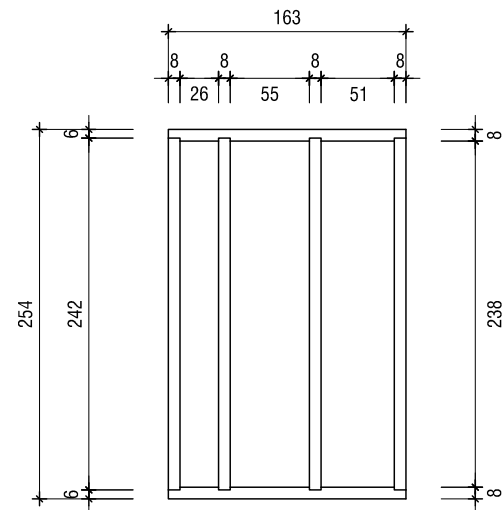
# Pannello di parete P08



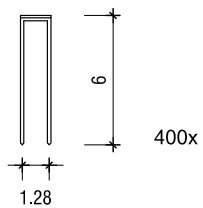
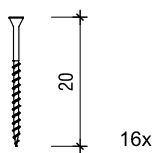
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



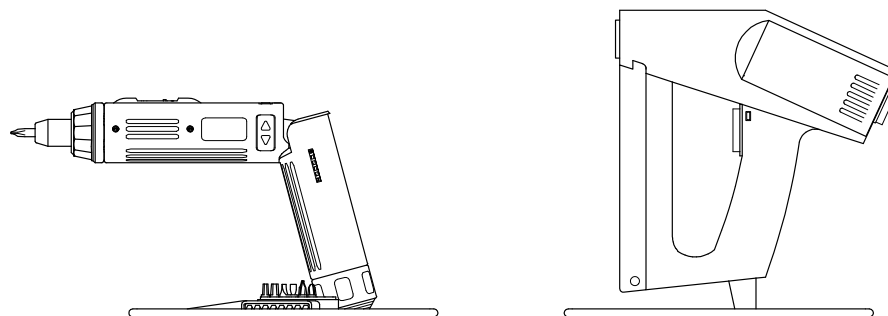
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

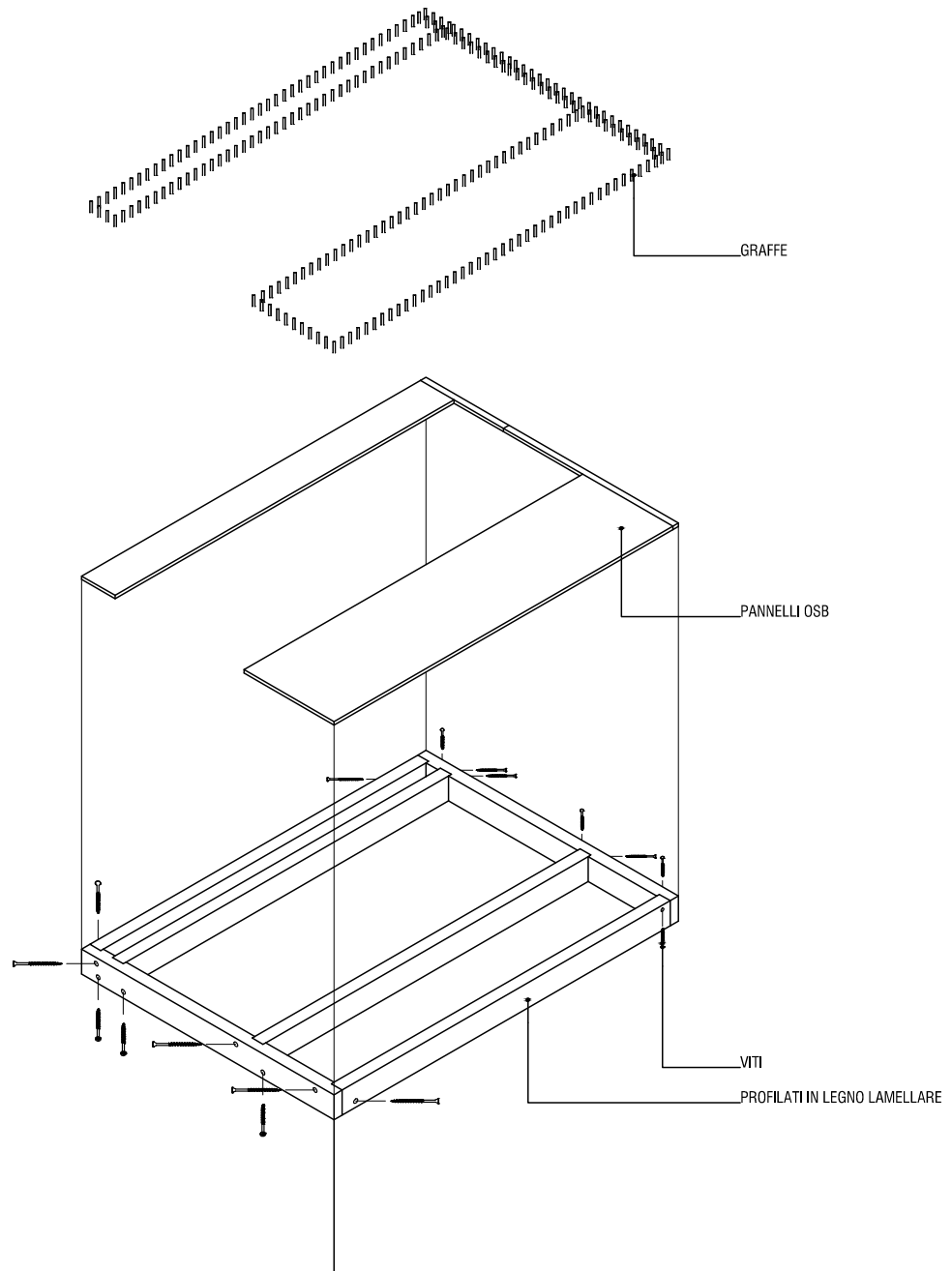


Attrezzatura  
necessaria

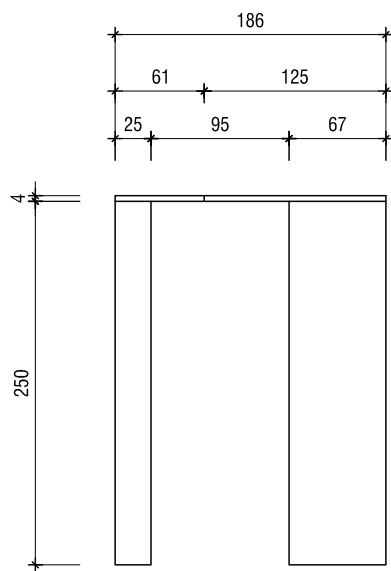




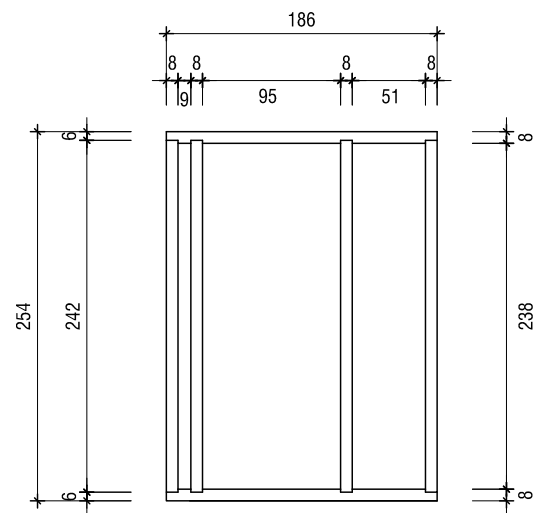
# Pannello di parete P09



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

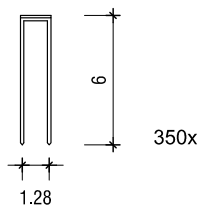
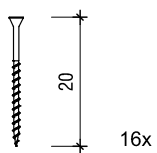


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

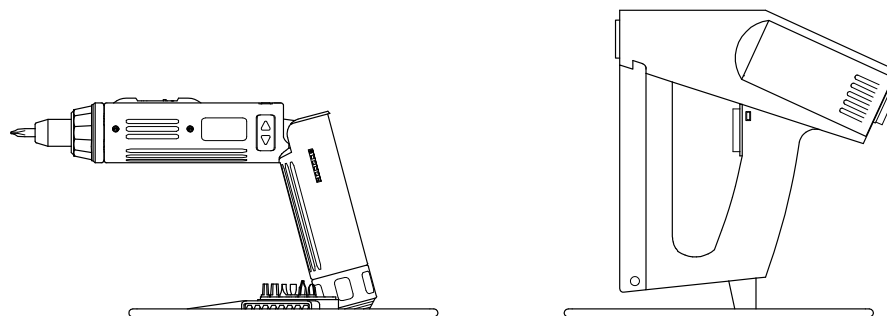




## FERRAMENTA

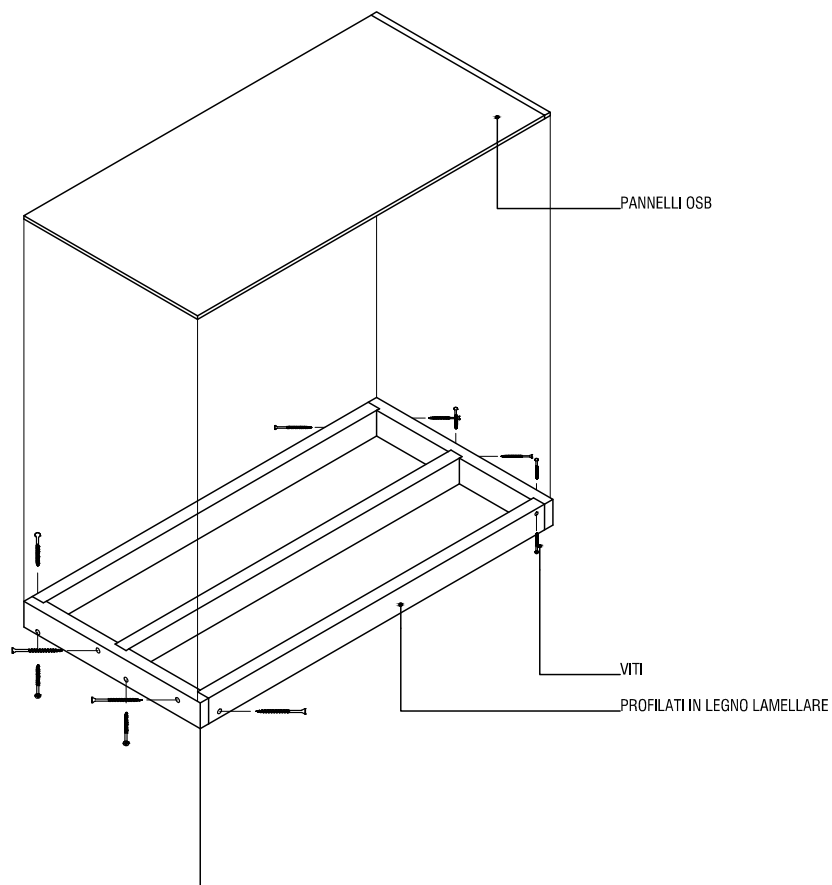
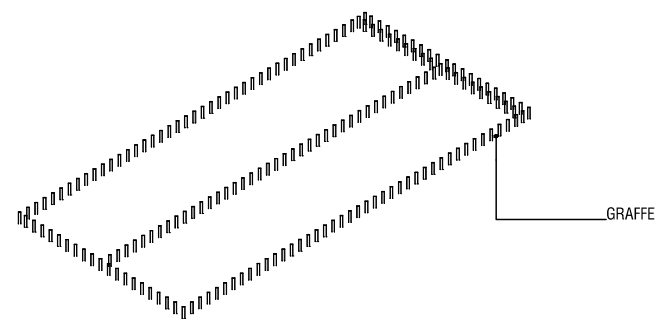


Attrezzatura  
necessaria

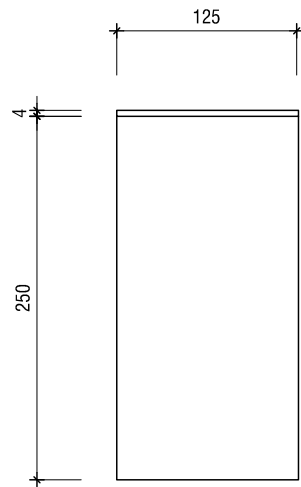




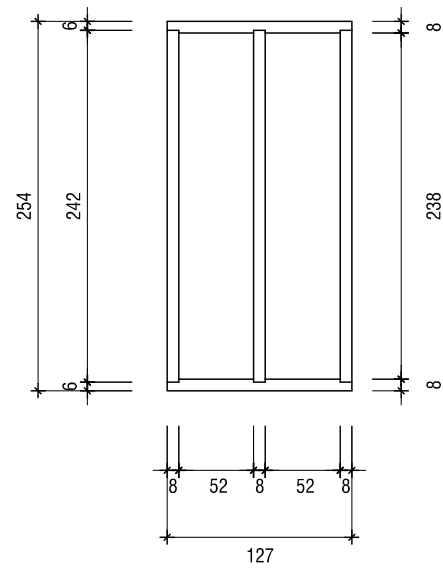
# Pannello di parete P10



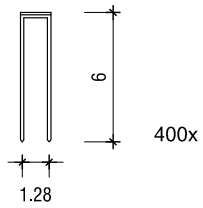
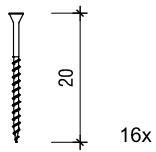
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



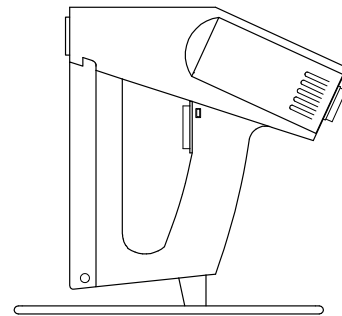
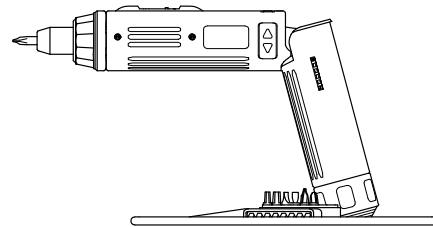
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

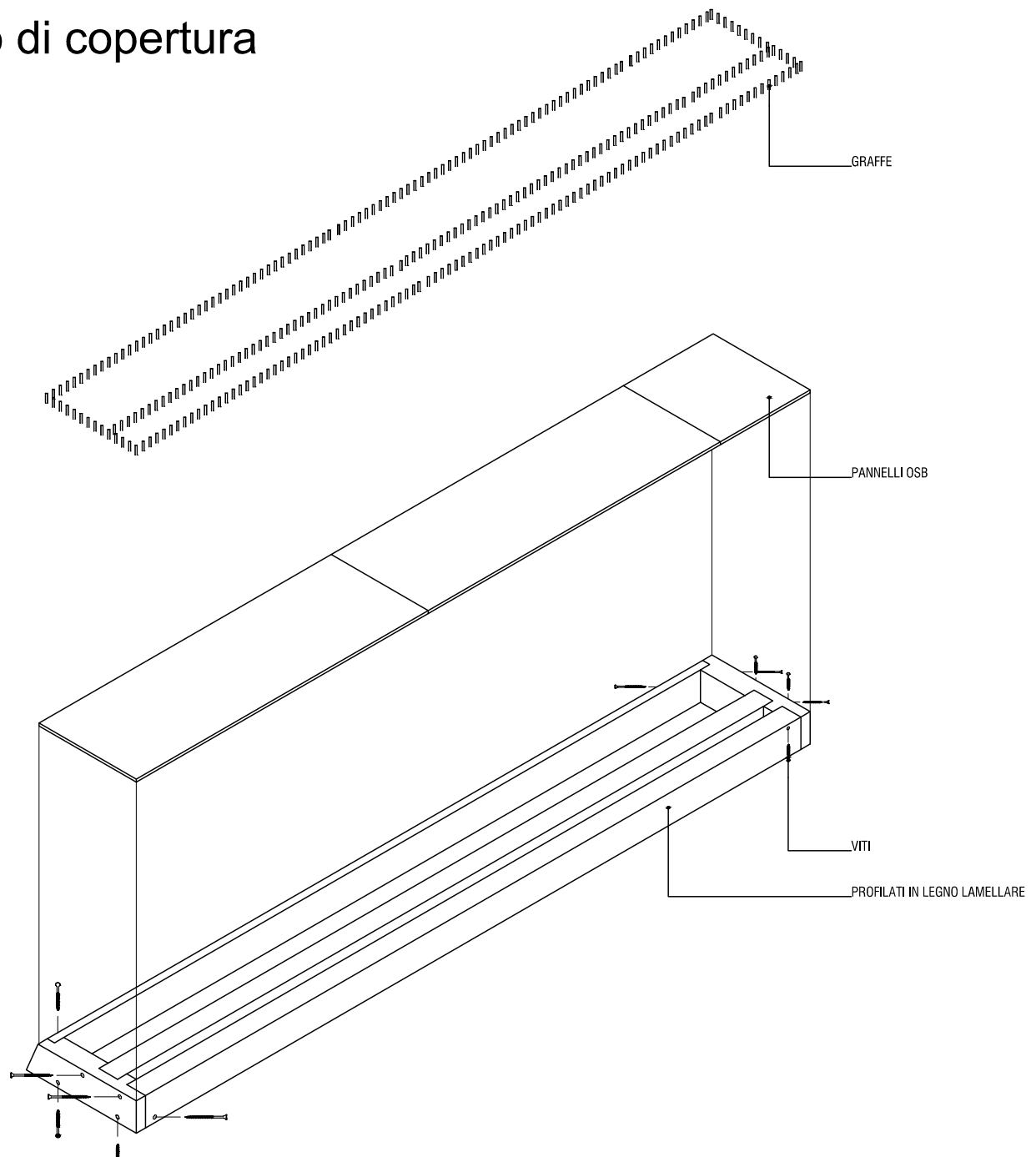


Attrezzatura  
necessaria

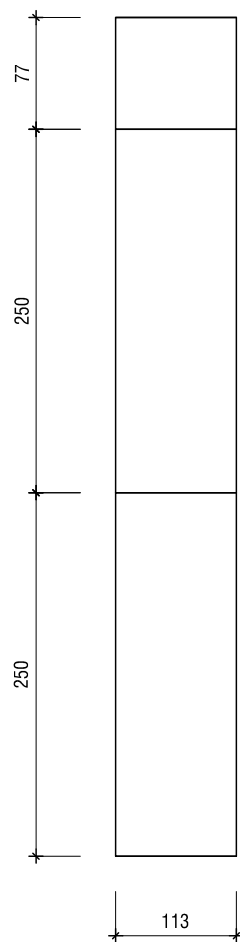




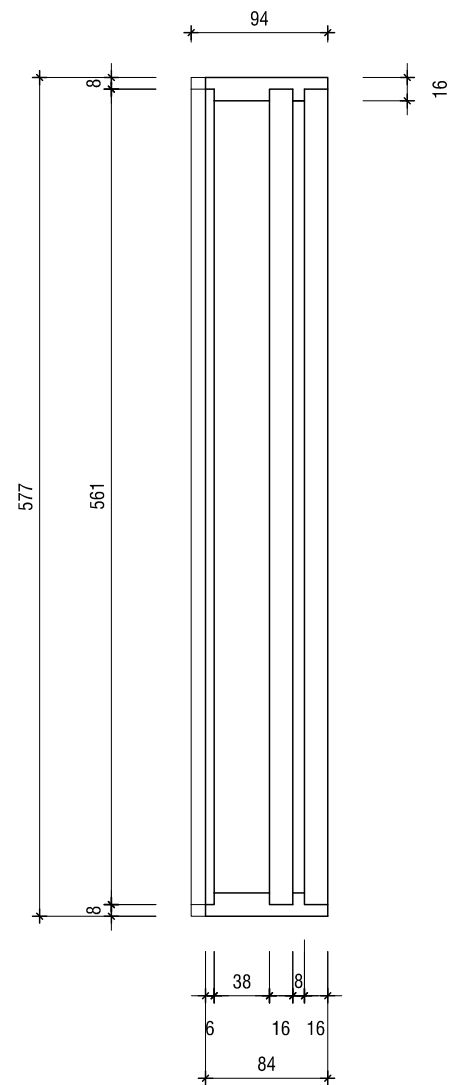
# Pannello di copertura C01



PANNELLI OSB (sp: 2.2)

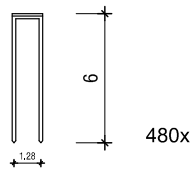
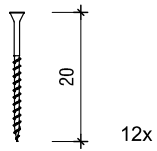


PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)

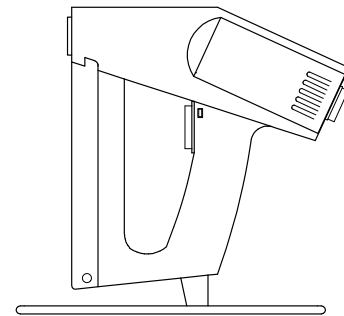
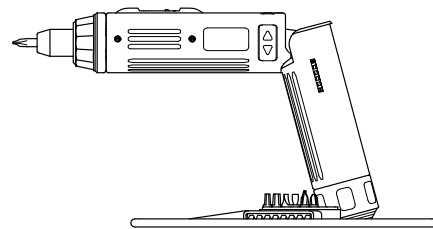




FERRAMENTA

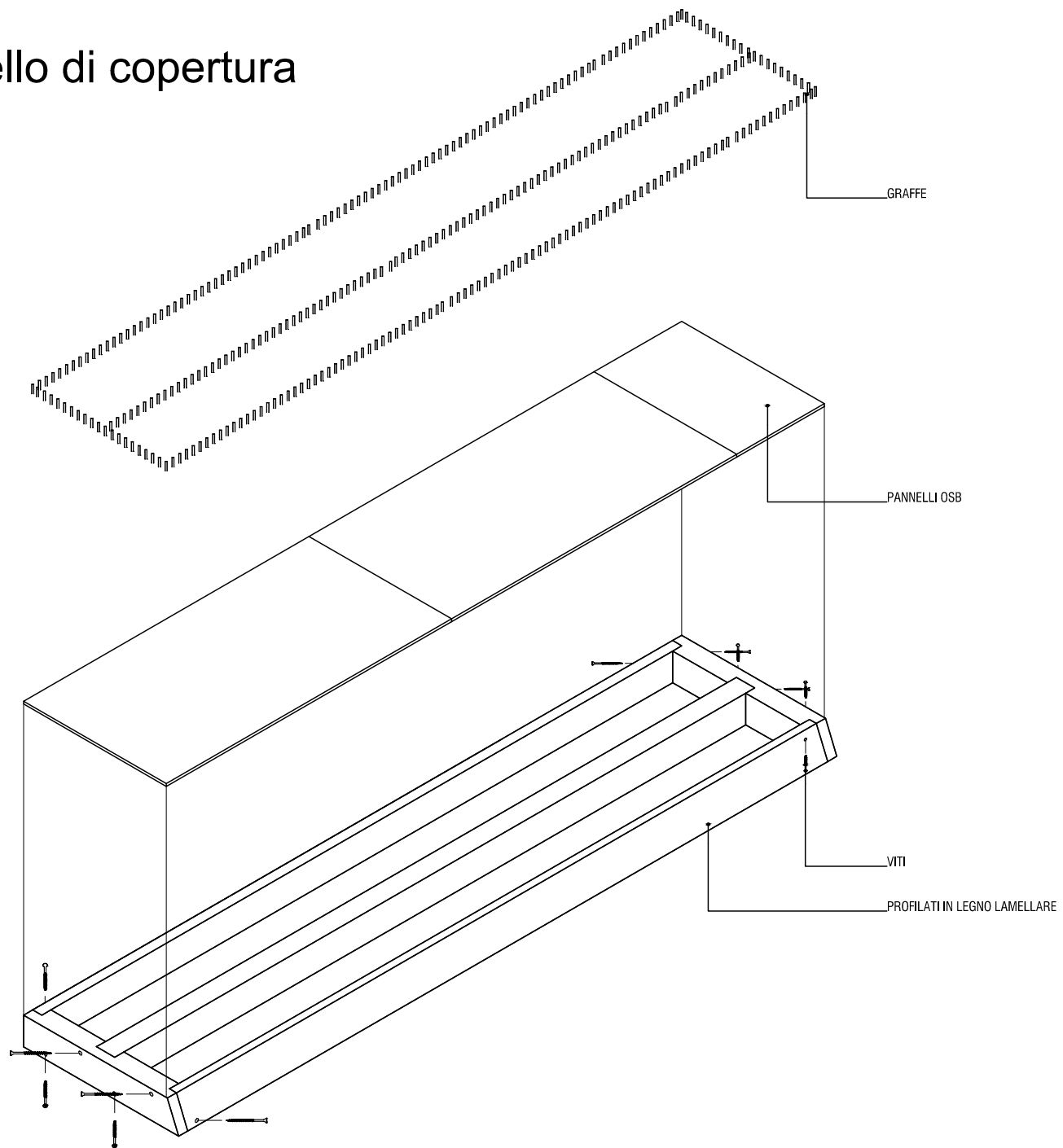


Attrezzatura  
necessaria

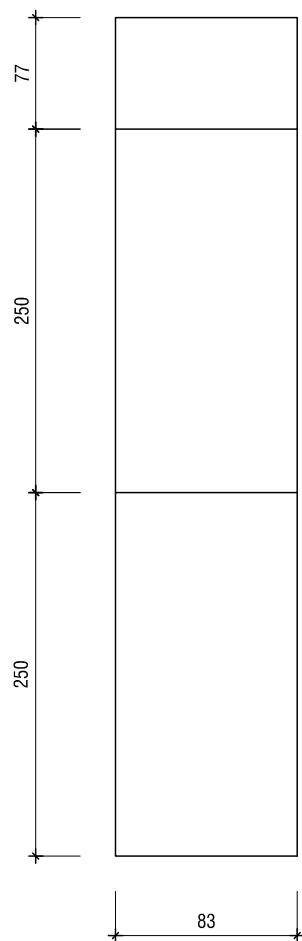




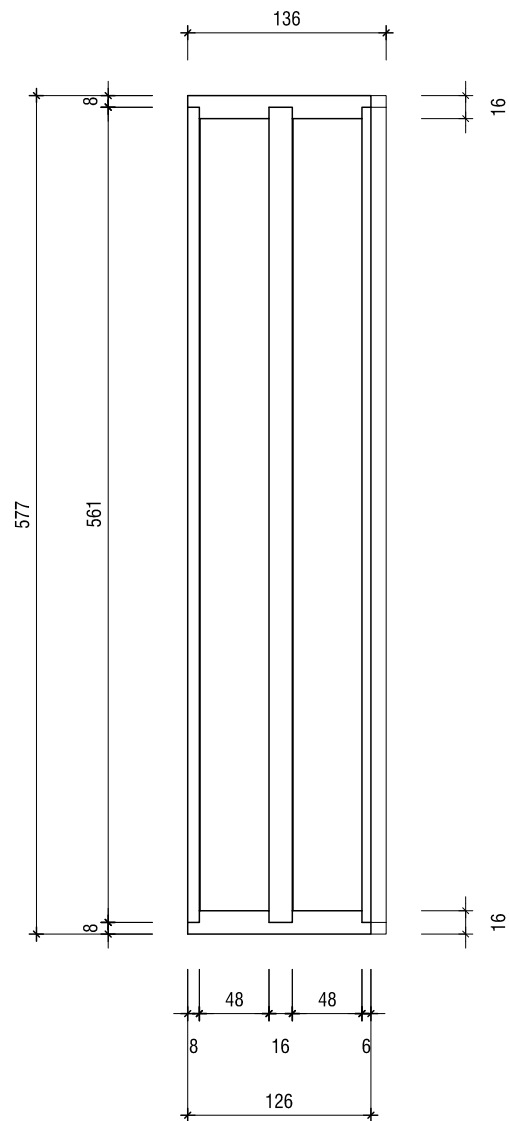
# Pannello di copertura C02



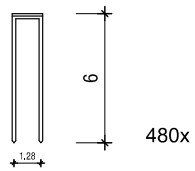
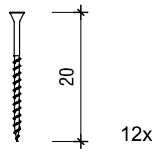
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



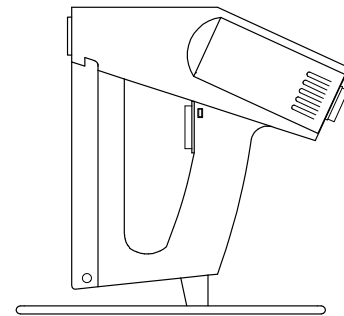
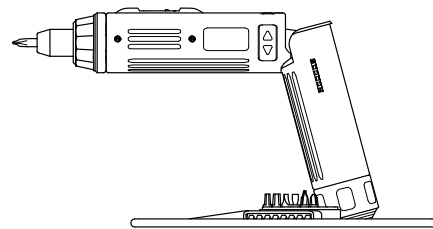
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



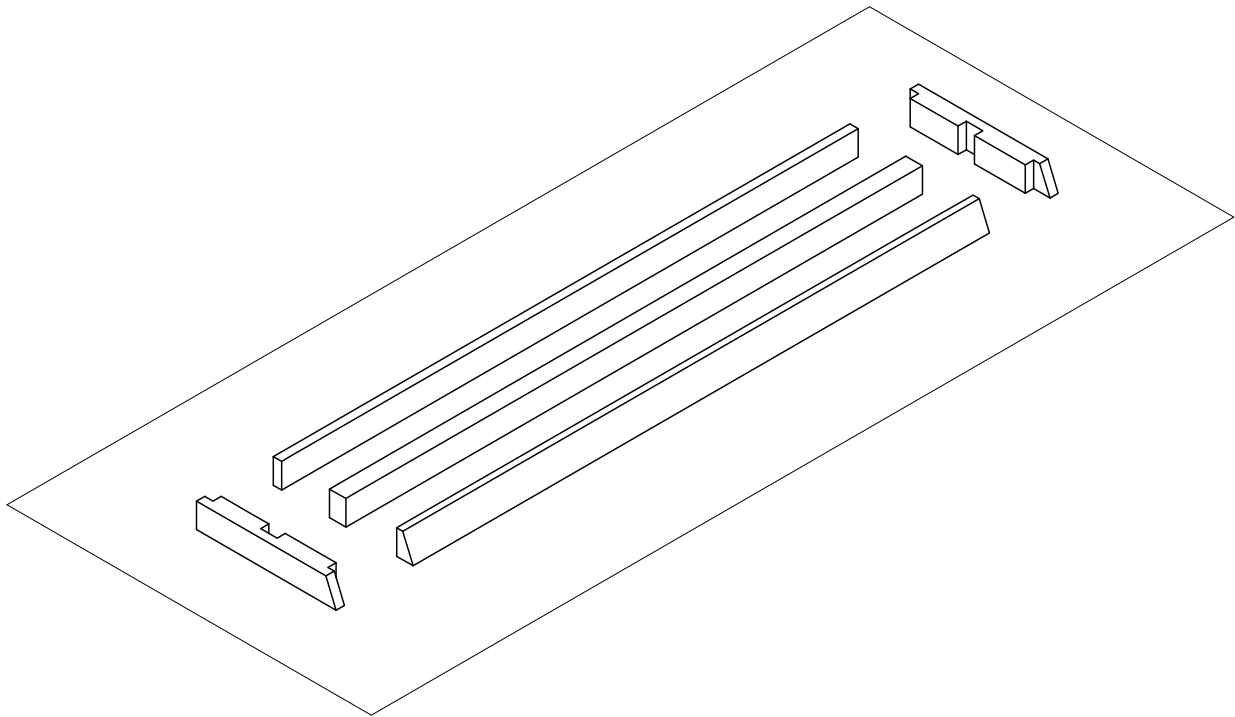
FERRAMENTA



Attrezzatura  
necessaria

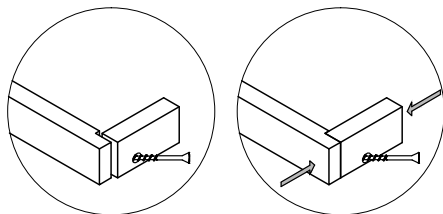


# 1



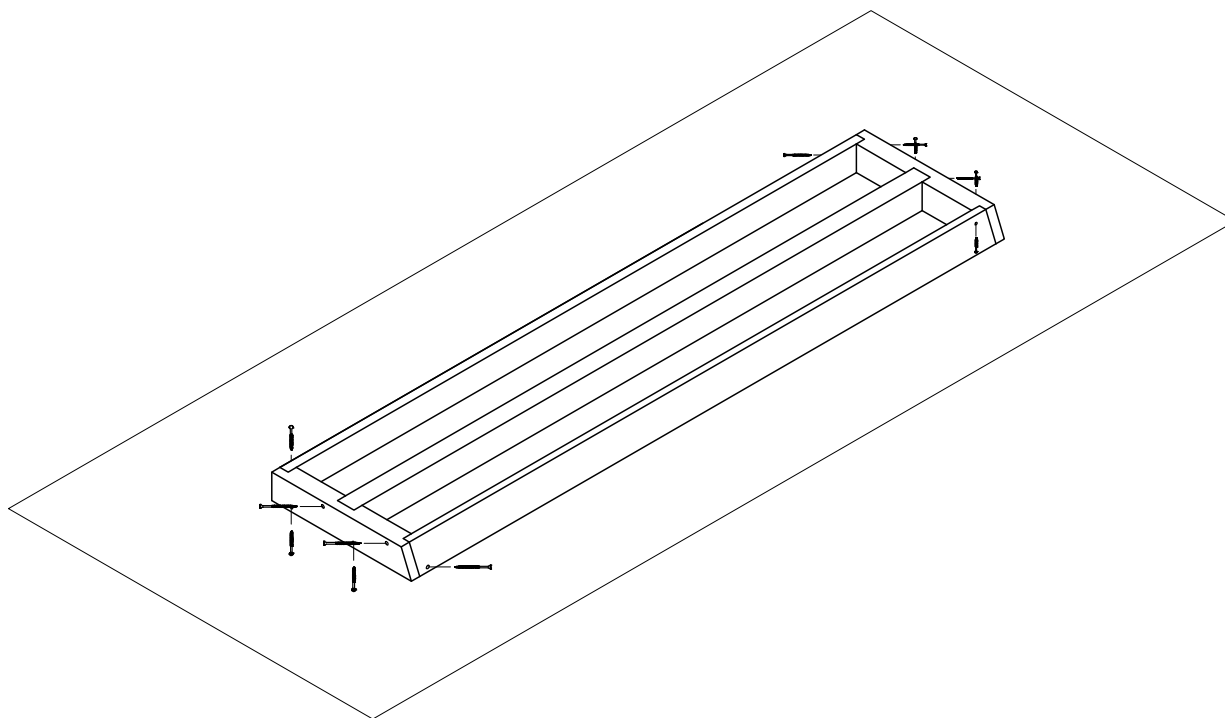
# 2

**IMPORTANTE:** fare attenzione, nell'avvitare la vite autofilettante, che i profilati non si distanzino. Si può ovviare al problema legando i profilati con delle cinghie.

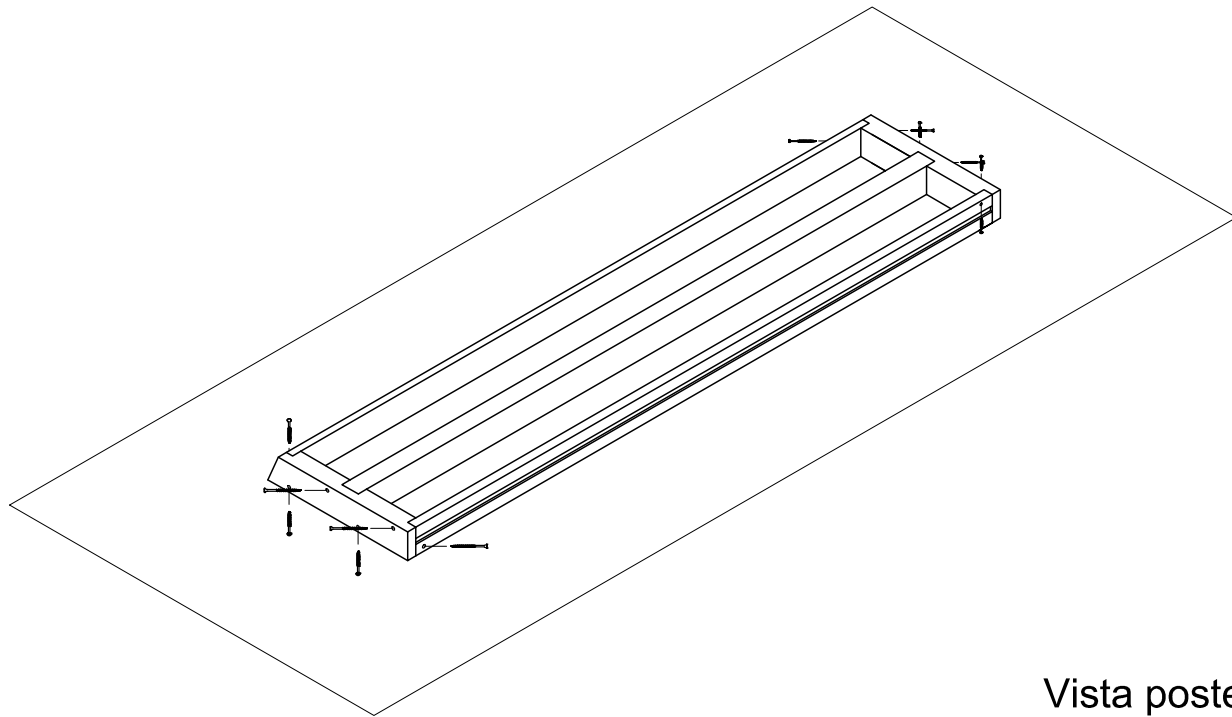


NO ×

SI ✓



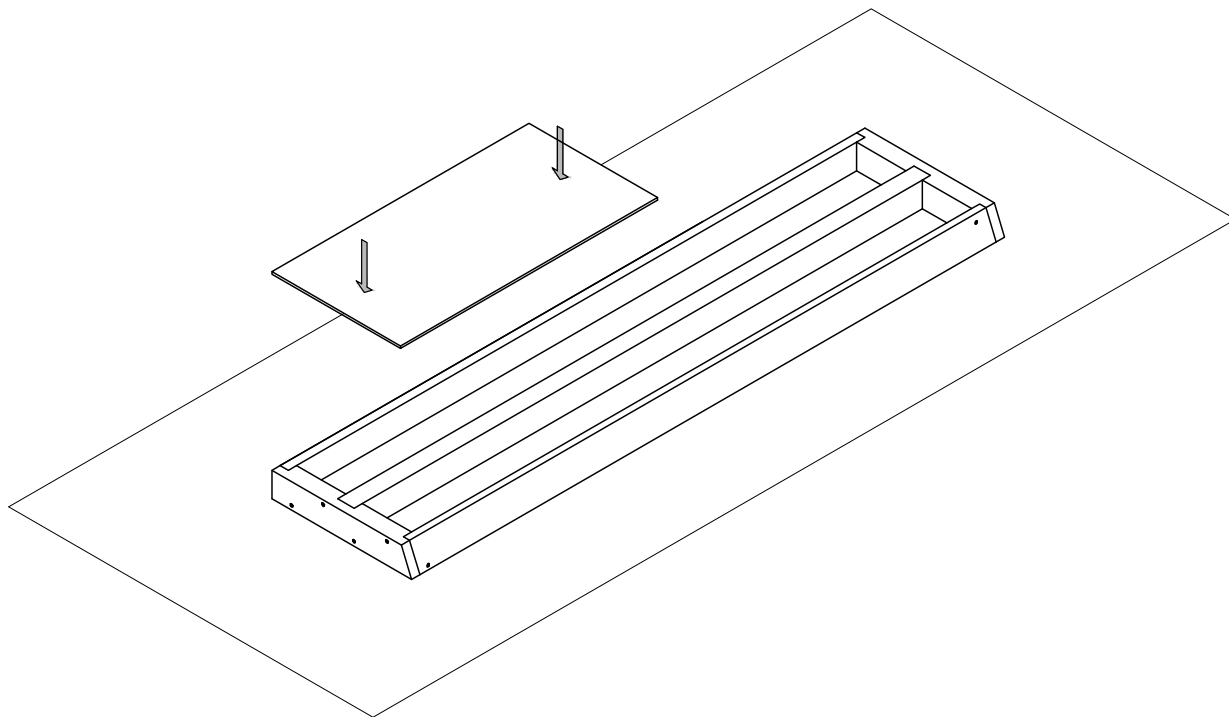
# 2



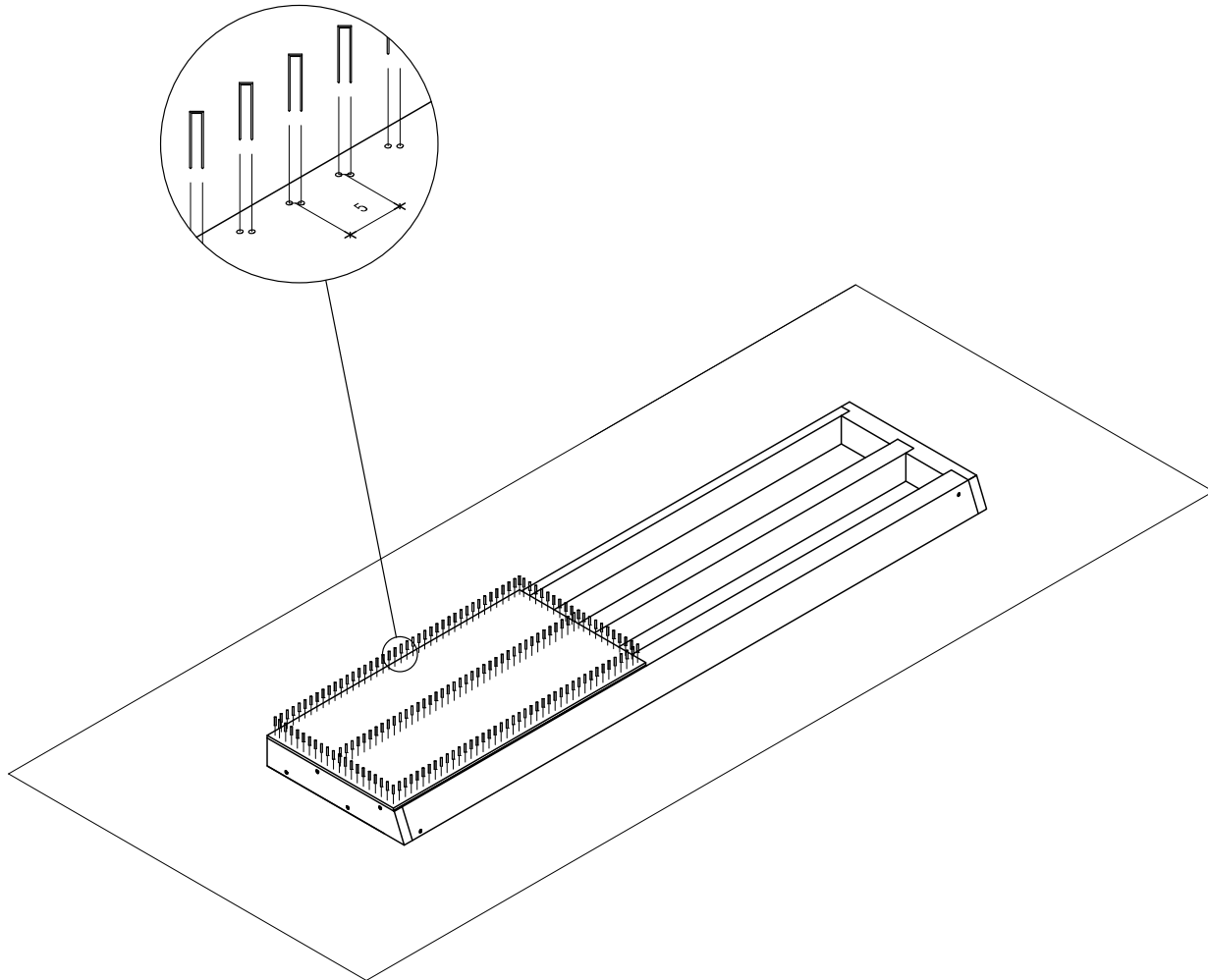
Vista posteriore



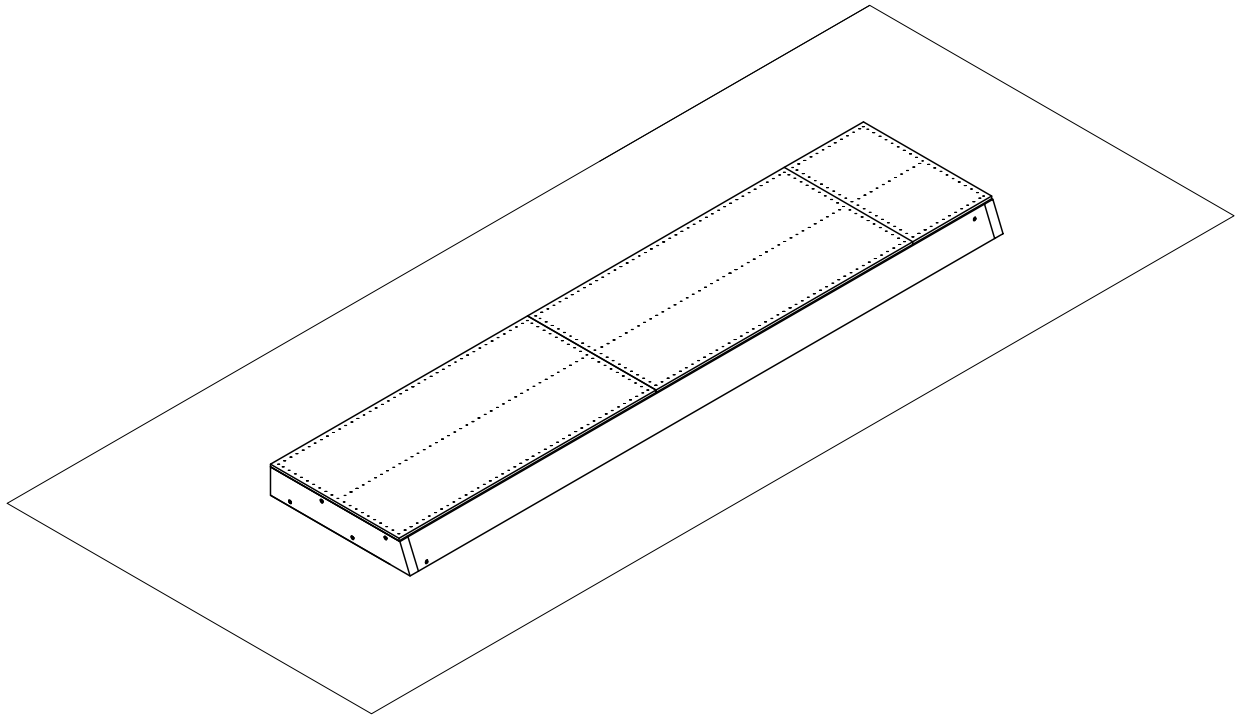
# 3



# 4

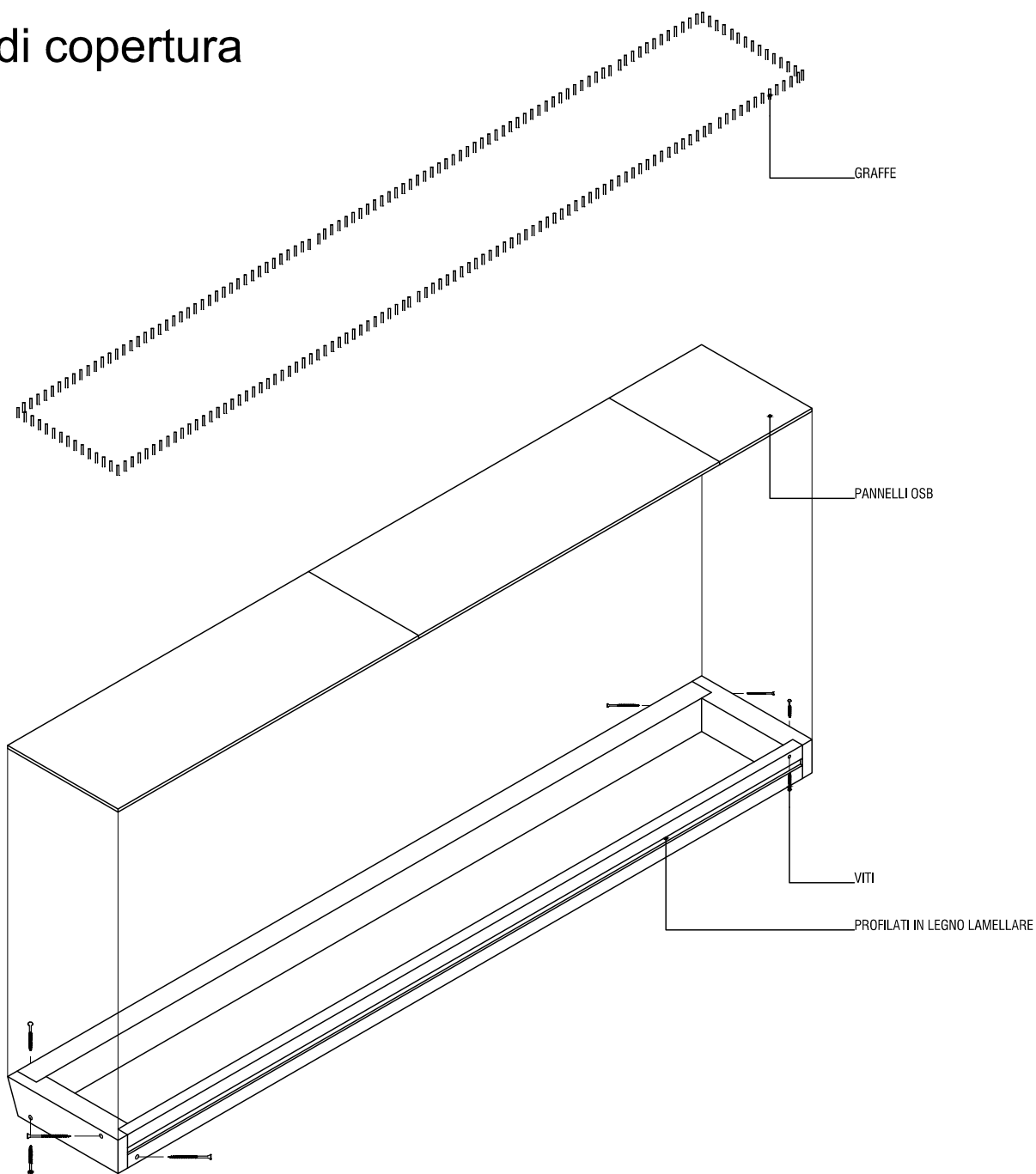


# 5

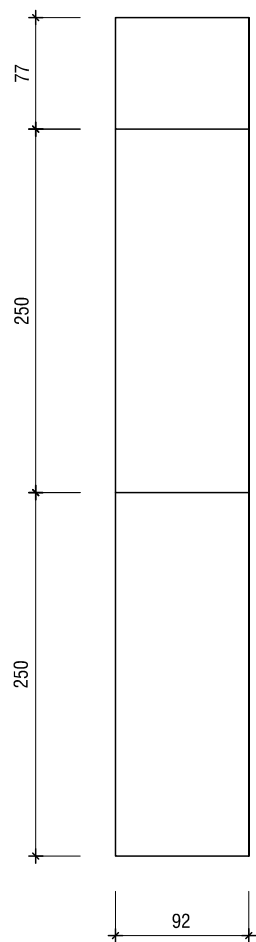




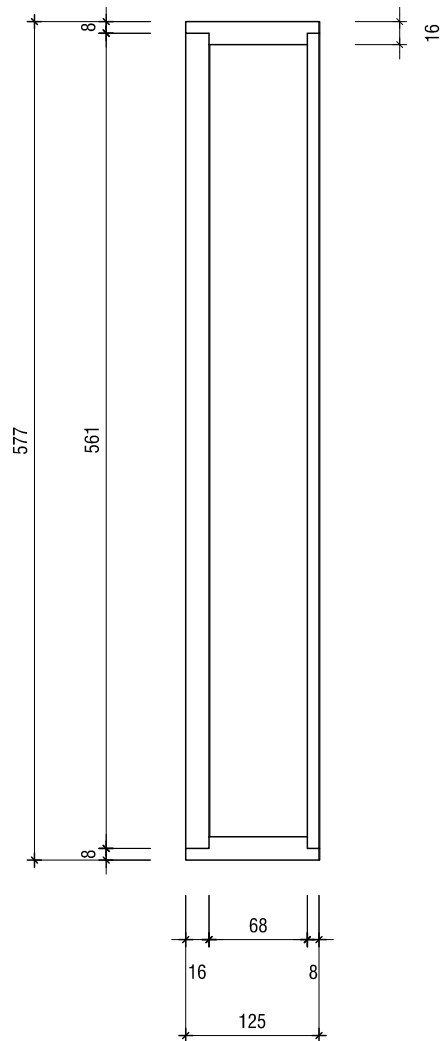
# Pannello di copertura C03



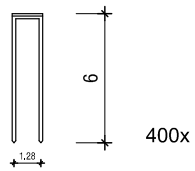
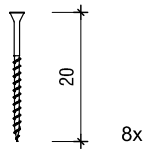
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



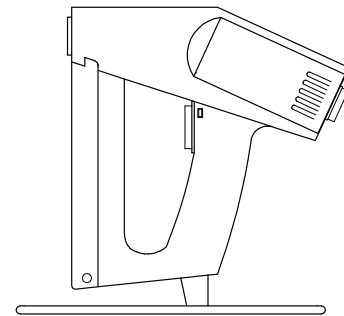
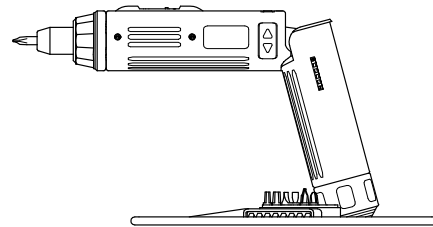
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



FERRAMENTA



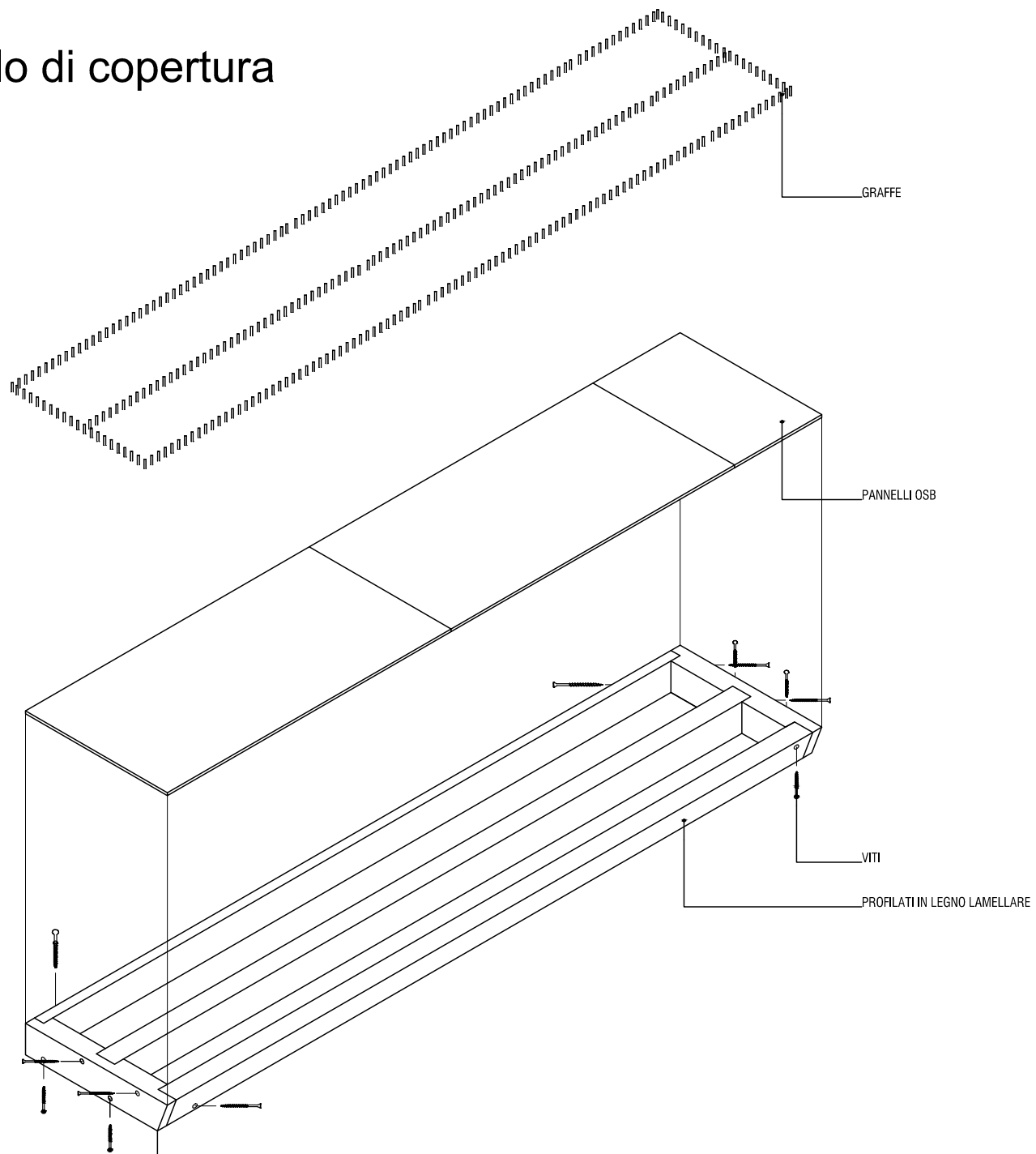
Attrezzatura  
necessaria



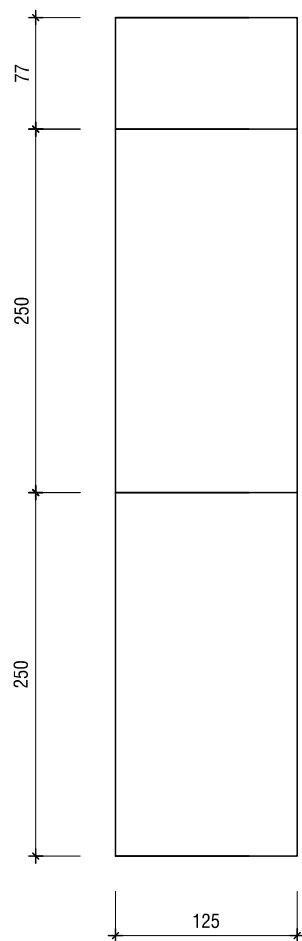




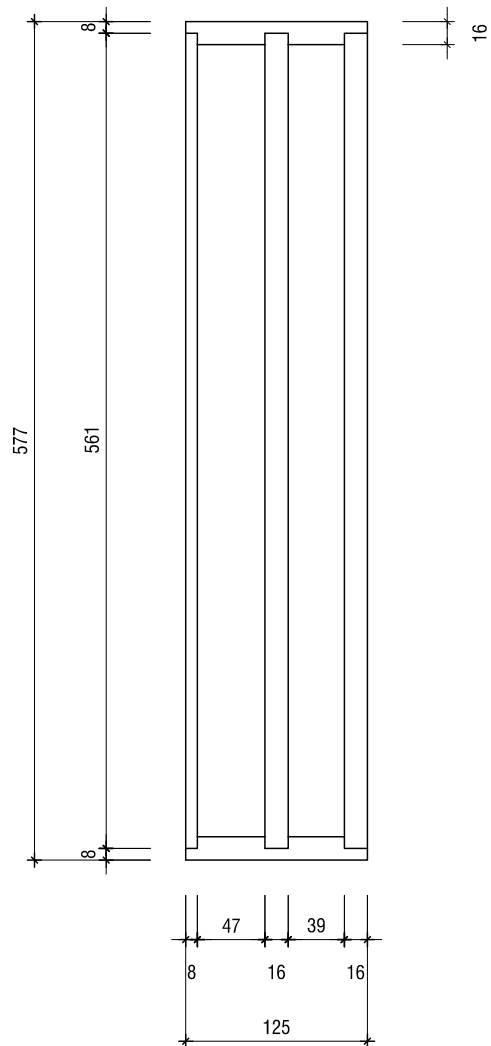
# Pannello di copertura C04



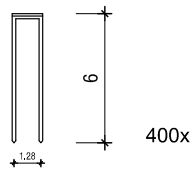
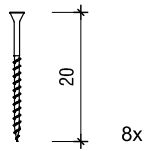
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



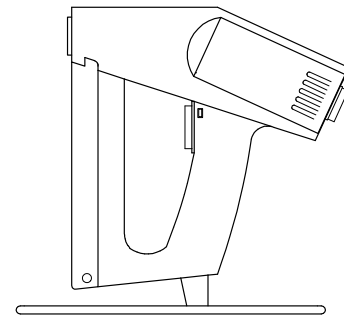
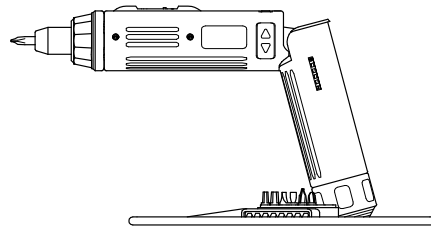
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

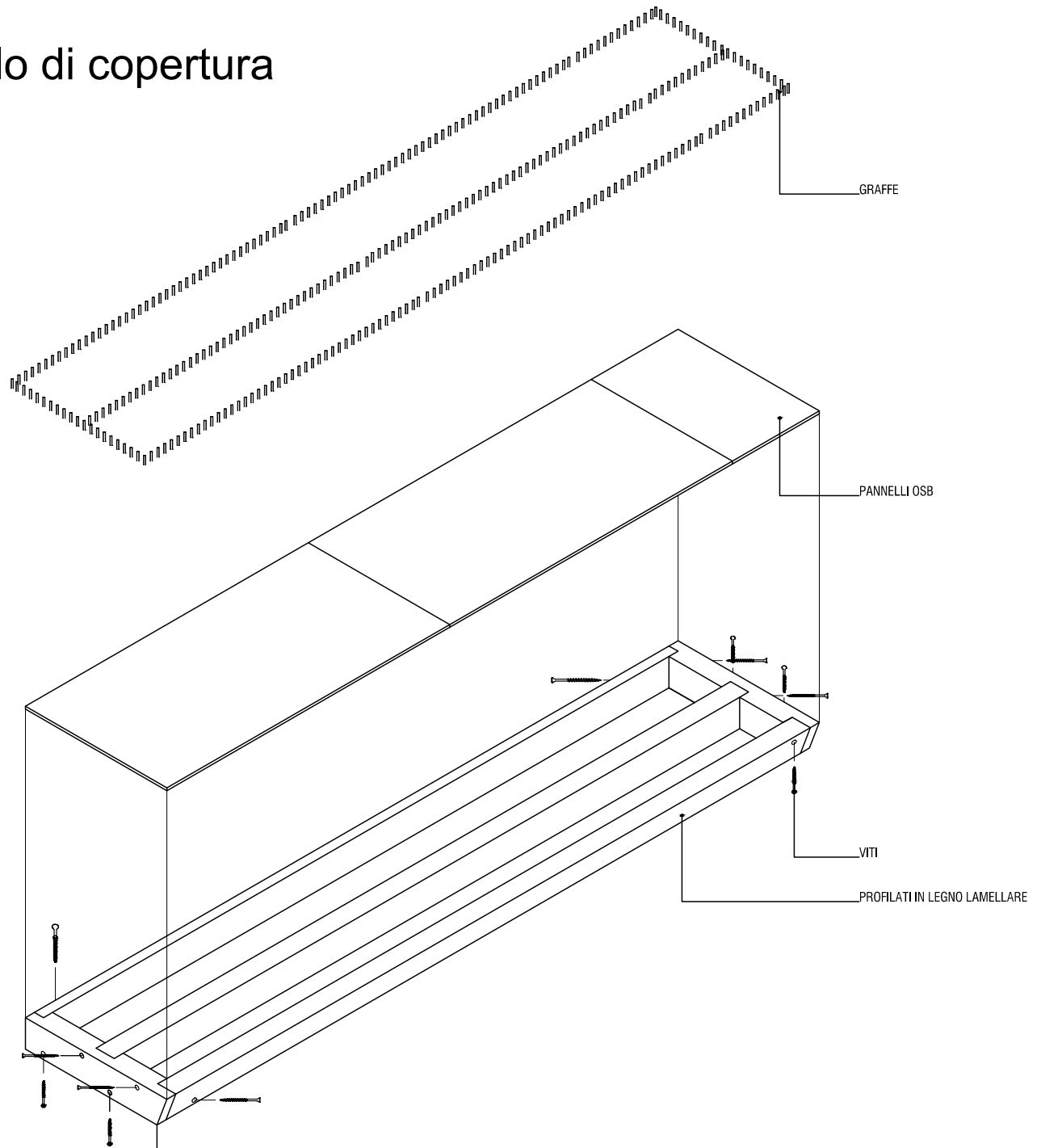


Attrezzatura  
necessaria

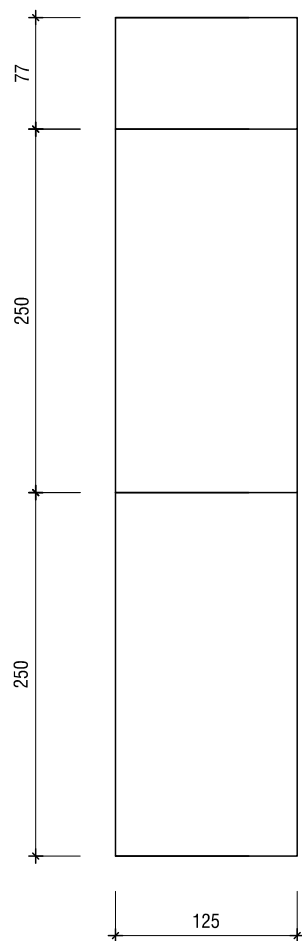




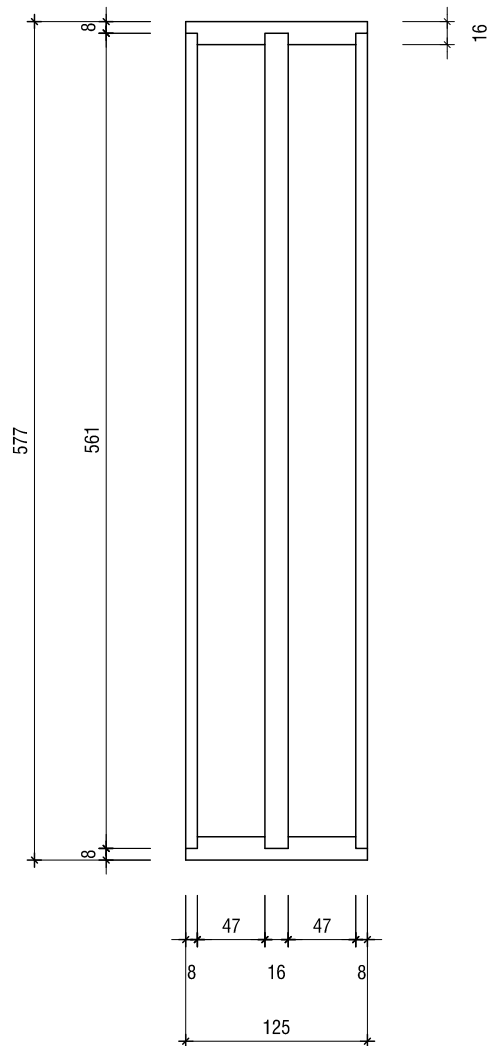
# Pannello di copertura C05



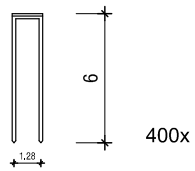
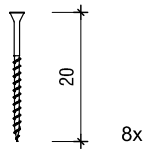
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



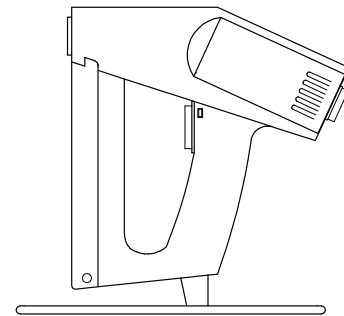
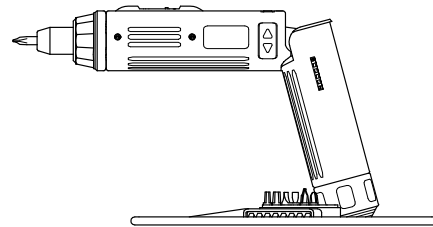
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



FERRAMENTA



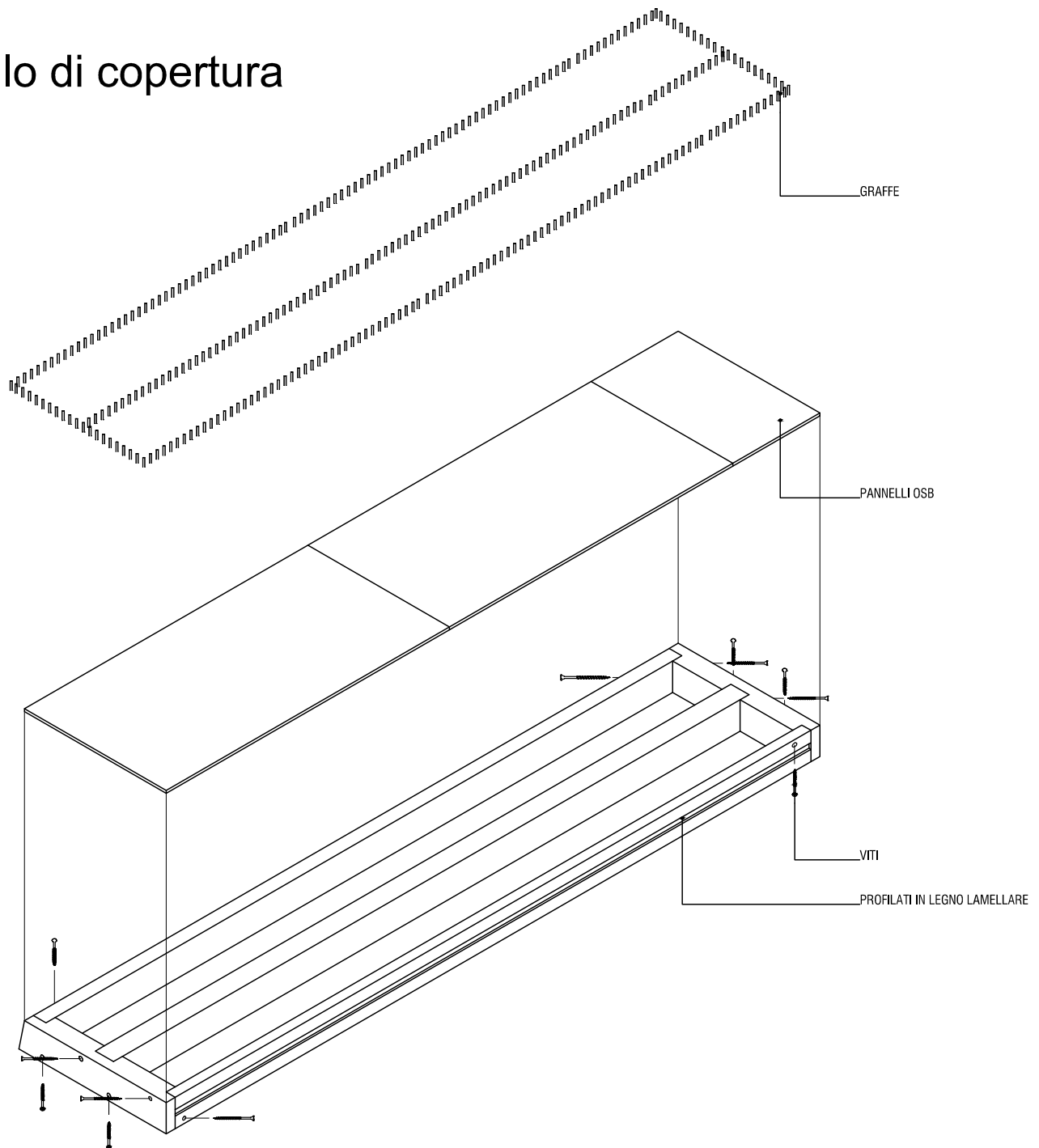
Attrezzatura  
necessaria



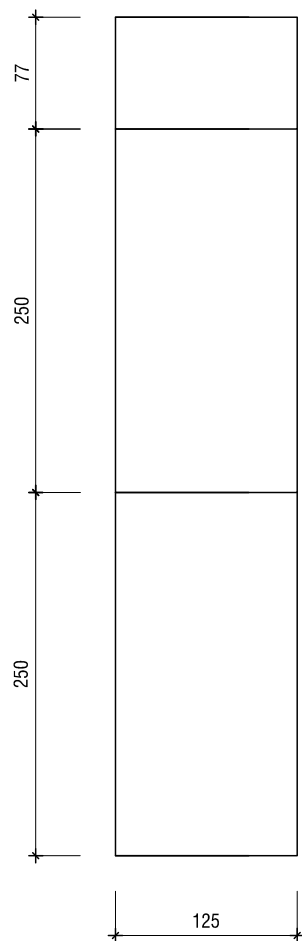




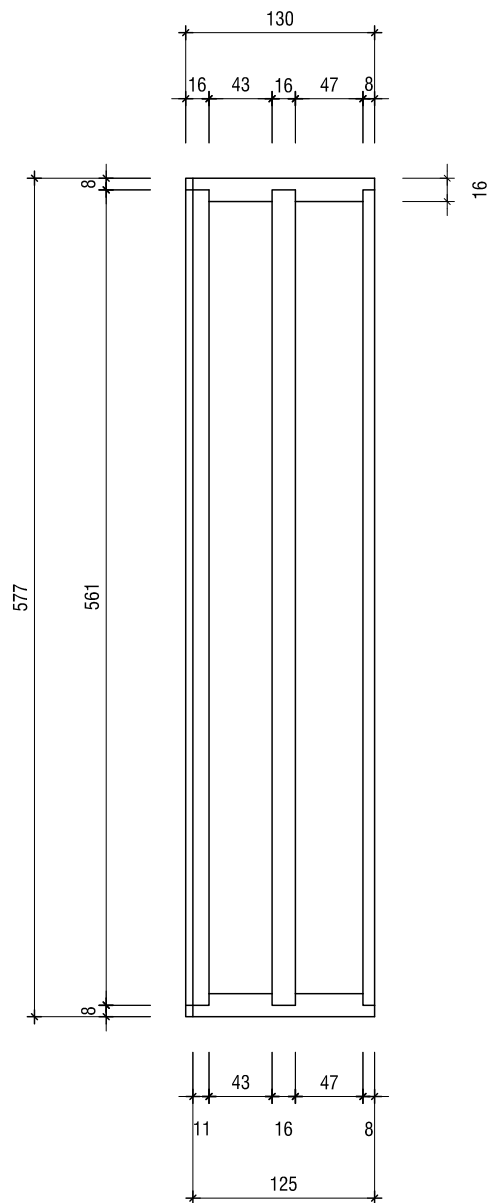
# Pannello di copertura C06



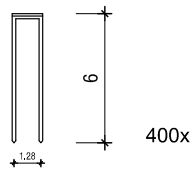
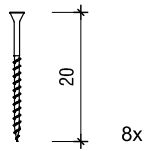
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



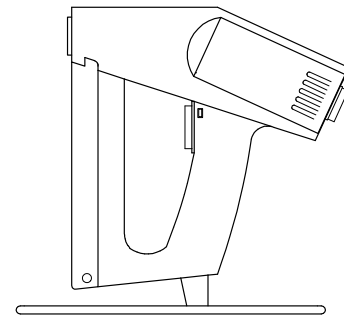
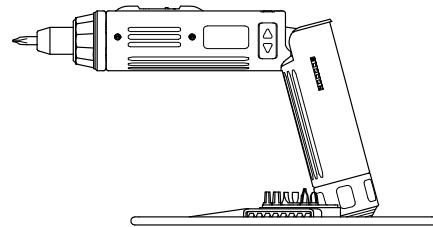
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



FERRAMENTA

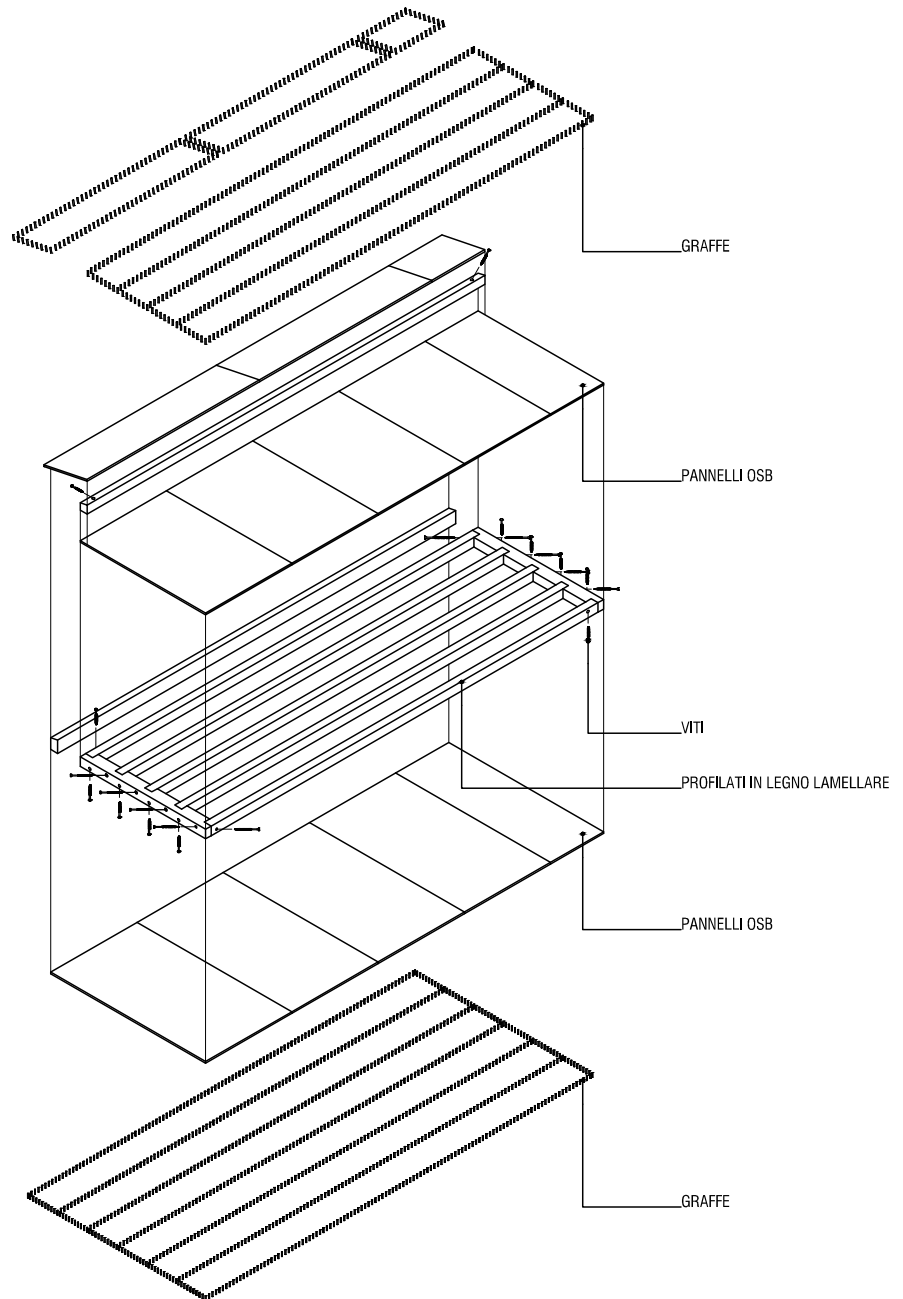


Attrezzatura  
necessaria

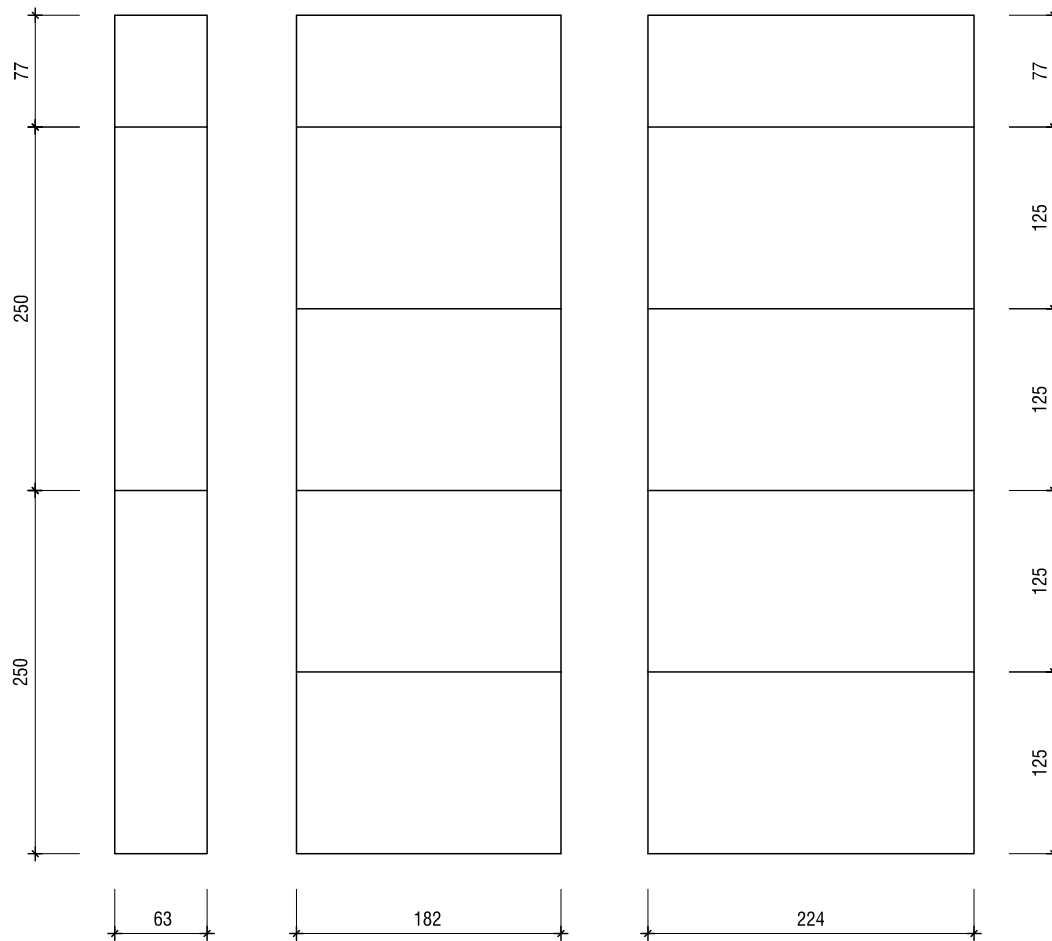




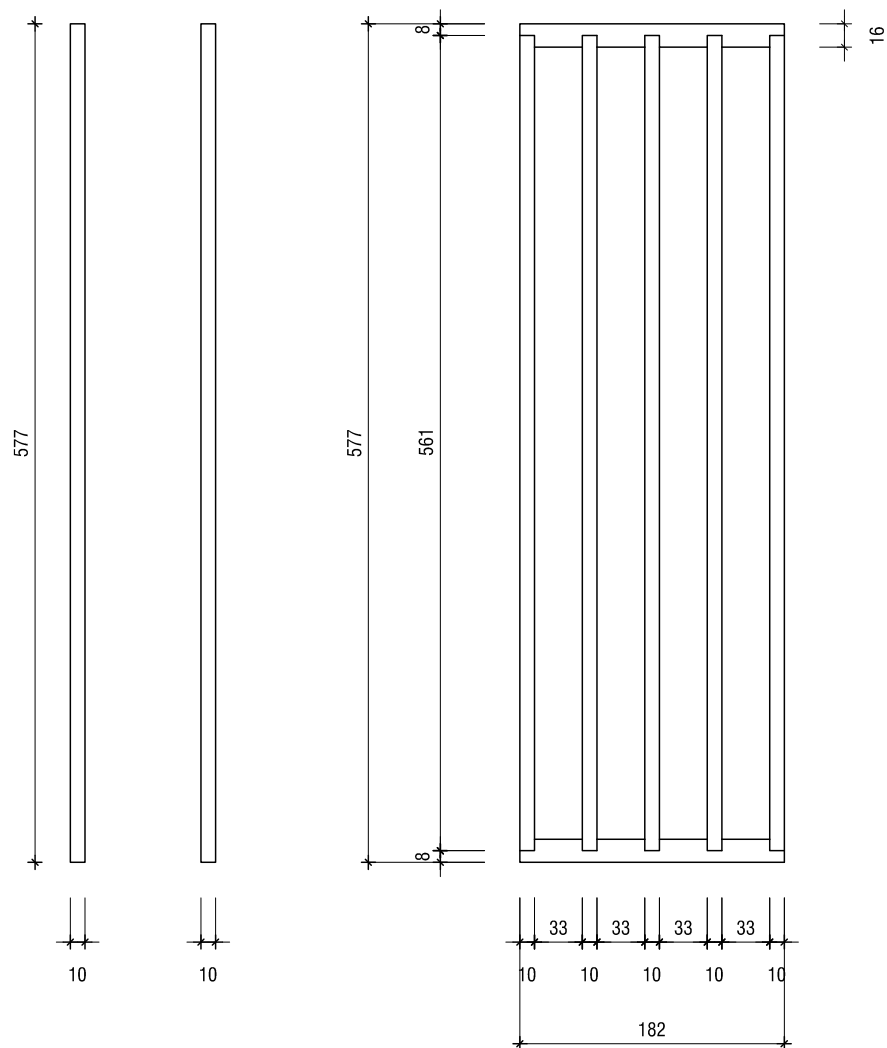
# Pannello di copertura C07



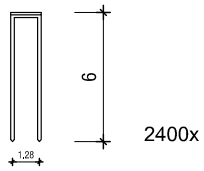
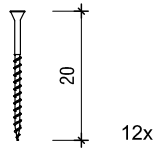
PANNELLI OSB (sp: 2.2)



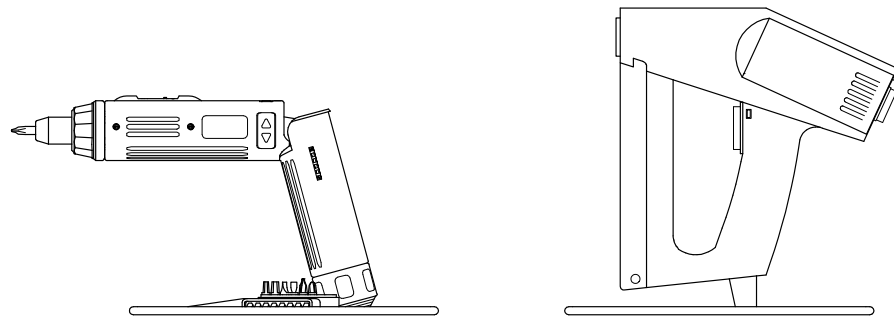
PROFILI IN LEGNO  
LAMELLARE (sp: 20)



## FERRAMENTA

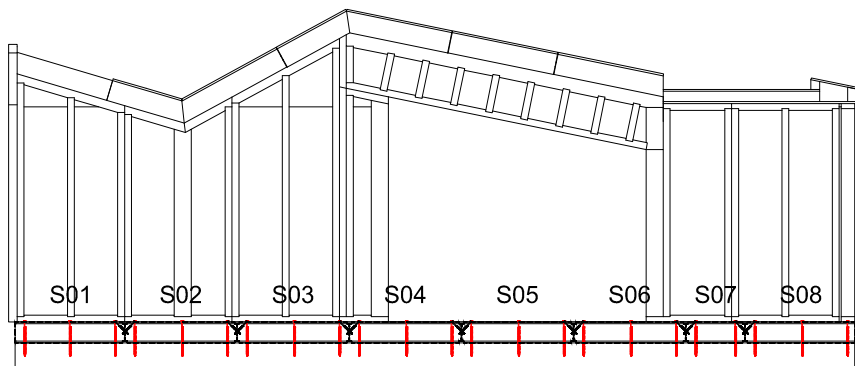


Attrezzatura  
necessaria



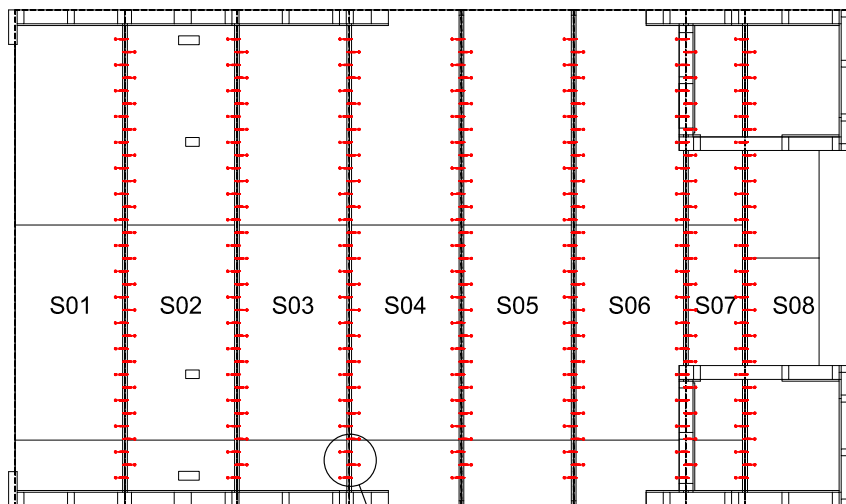






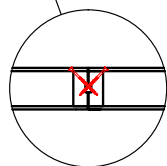
VITI NODO SOLAIO - FONDAZIONI 4x

$\phi 8$  - 400mm 23x



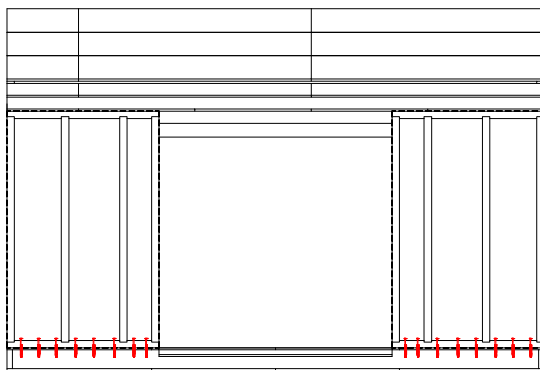
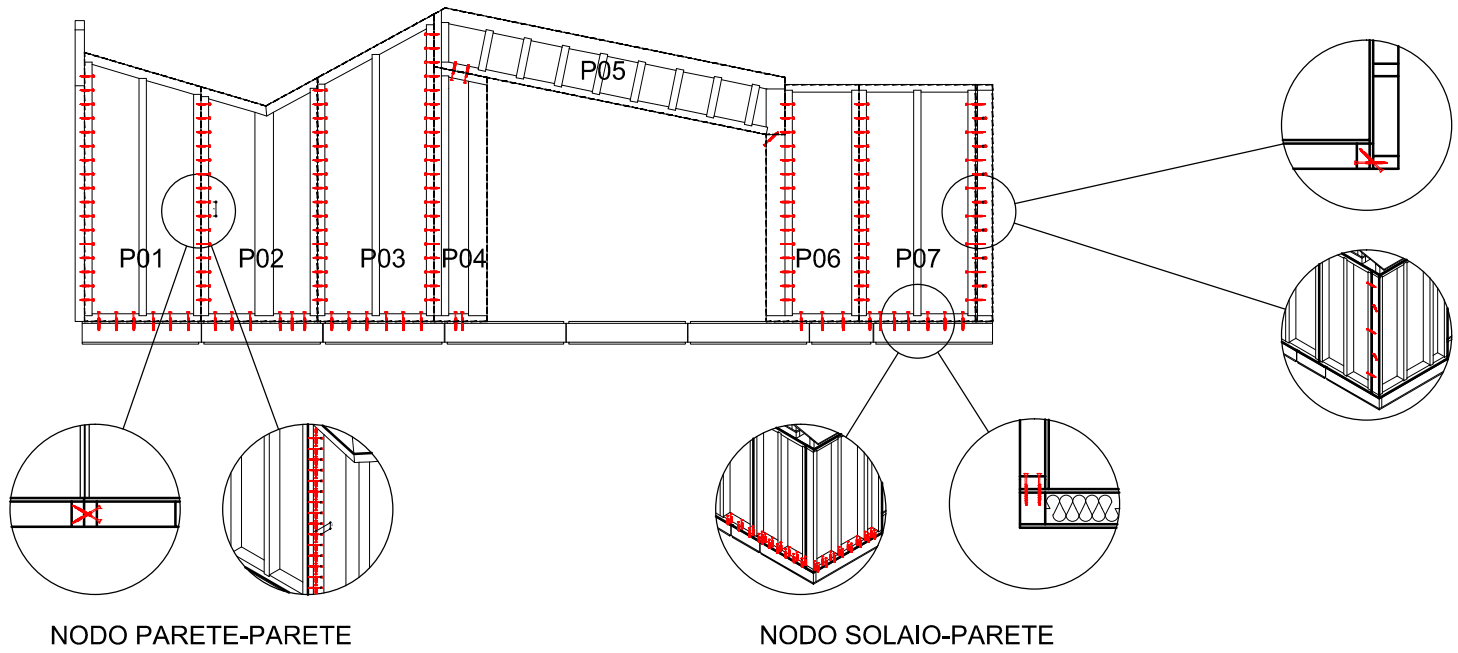
VITI NODO SOLAIO - SOLAIO

$\phi 8$  - 200mm 245x



VITI NODO PARETE - PARETE E NODO PARETE - SOLAIO

φ8 - 200mm 528x

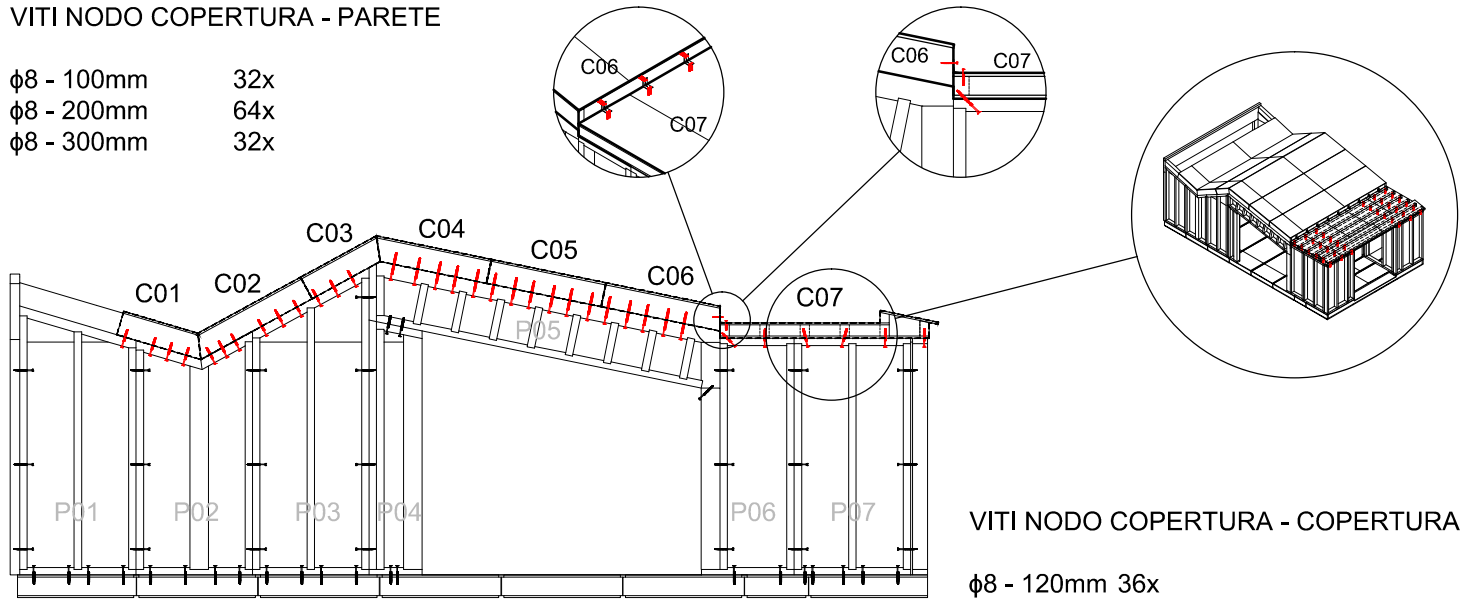


P08 - A

P08 - B

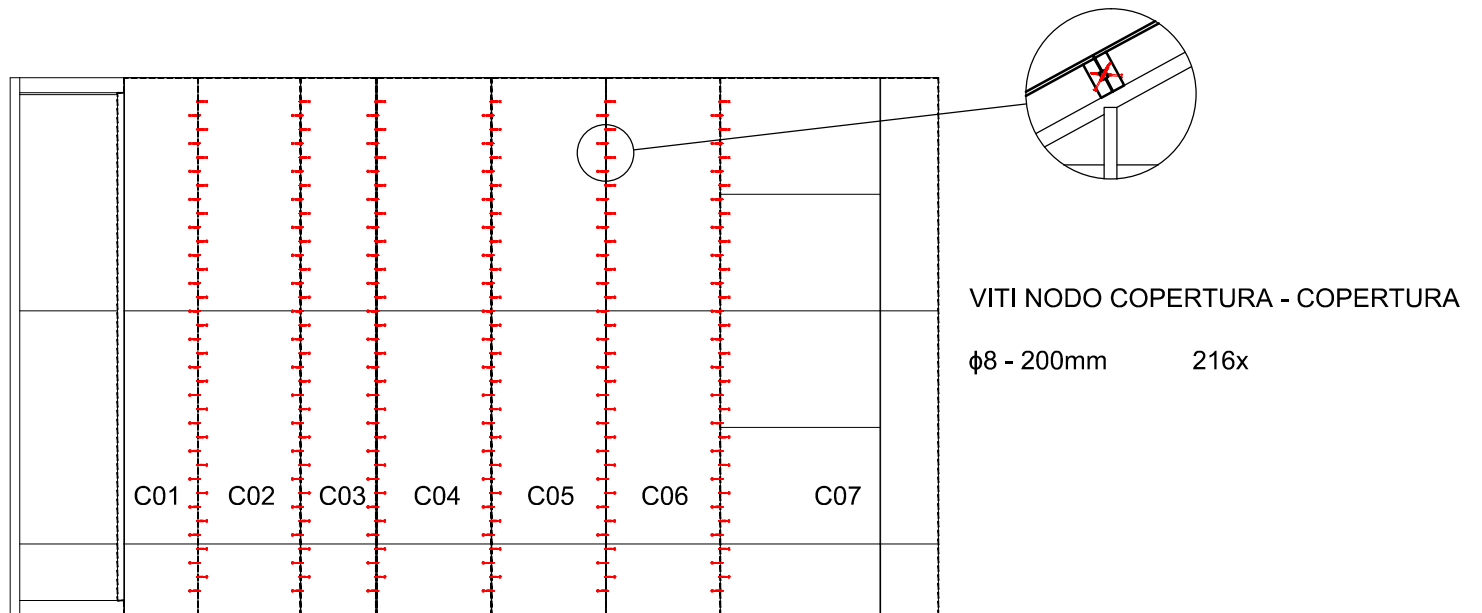
VITI NODO COPERTURA - PARETE

$\phi 8 - 100\text{mm}$      32x  
 $\phi 8 - 200\text{mm}$      64x  
 $\phi 8 - 300\text{mm}$      32x



VITI NODO COPERTURA - COPERTURA

$\phi 8 - 120\text{mm}$  36x



VITI NODO COPERTURA - COPERTURA

$\phi 8 - 200\text{mm}$      216x