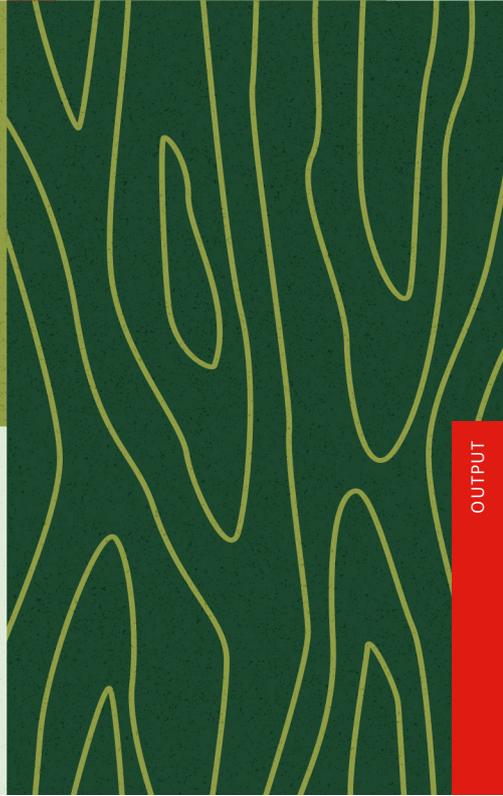




CO₂



OUTPUT



eurac
research

TINY FOP MOB

Un Real World Laboratory
in legno e canapa in viaggio
attraverso la Val Venosta

L'impegno comune di scienza e società per
sviluppare soluzioni sostenibili





Richiesta: FESR 1161

Asse: 1 – Ricerca e Innovazione
(rafforzare la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione)

Durata del progetto:
Gennaio 2021 – Giugno 2022

Area di specializzazione: Energia e Ambiente

Lead Partner: Center for Advanced Studies di Eurac Research

Partner del progetto: Istituto per le energie rinnovabili di Eurac Research, Libera Università di Bolzano, Schönthaler Manufatti in cemento Srl, Habicher Holzbau Srl

Website:
www.eurac.edu/it/tiny-fop-mob



Questo progetto è stato finanziato dal Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR).

efre · fesr
Südtirol · Alto Adige

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale



EUROPEAN UNION



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE

eurac
research



Freie Universität Bozen
Libera Università di Bolzano
Università Lieldia de Bulsan



I-39023 Eyrs (BZ), Vinschgauer Straße 33
T +39 0473 739 937, F +39 0473 739 720



Report di progetto

TINY FOP MOB

**Un Real World Laboratory in legno e canapa
in viaggio attraverso la Val Venosta**

L'impegno comune di scienza e società per
sviluppare soluzioni sostenibili

I nostri ringraziamenti vanno innanzitutto ai numerosi visitatori e relatori che hanno contribuito attivamente alla discussione durante i vari eventi. Loro hanno riempito di vita il Real World Laboratory. Un ringraziamento speciale va anche ai cinque comuni di Silandro, Laces, Curon Venosta, Prato allo Stelvio e Malles Venosta, in particolare ai sindaci Dieter Pinggera, Mauro Dalla Barba, Franz Alfred Prieth, Rafael Alber e Josef Thurner, per la loro ospitalità e disponibilità a prendere parte al progetto *Tiny FOP MOB*. Vorremmo ringraziare anche il Social Innovation Hub BASIS Vinschgau Venosta, in particolare Hannes Götsch, Vittoria Brolis (ex dipendente), Magda Tumler e Paul Kofler, che ci hanno assistito in loco, così come i nostri sostenitori da tutto l'Alto Adige e oltre. Infine, i nostri ringraziamenti vanno al Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) per il finanziamento del progetto.

La riproduzione e distribuzione del contenuto è autorizzata con riconoscimento del copyright e la seguente citazione della fonte: Habicher, D., Gigante, S., Kofler, I. et al. (2022). Relazione di progetto *Tiny FOP MOB - Un Real World Laboratory in legno e canapa in viaggio attraverso la Val Venosta*. Scienza e società lavorano insieme per soluzioni sostenibili. Bolzano: Eurac Research.

Gestione del progetto scientifico:

Ingrid Kofler & Daria Habicher

Coordinamento del progetto:

Daria Habicher

Team di progetto (in ordine alfabetico):

Stefania Altavilla, Francesco Babich, Lorenzo Bonelli, Yuri Borgianni, Josef Folie, Silvia Gigante, Alexander Habicher, Daria Habicher, Markus Habicher, Thomas Habicher, Irene Lara Ibeas, Ingrid Kofler, Chiara Nezzi, Guido Orzes, Silvia Ricciuti, Laura M. Ruiz-Pastor, Werner Schönthaler, Martina Thöni, Simone Torresin, Valeria von Miller, Fabian Zwick.

Autori (in ordine alfabetico):

Stefania Altavilla, Francesco Babich, Lorenzo Bonelli, Yuri Borgianni, Silvia Gigante, Daria Habicher, Irene Lara Ibeas, Ingrid Kofler, Chiara Nezzi, Guido Orzes, Silvia Ricciuti, Laura M. Ruiz-Pastor, Simone Torresin, Valeria von Miller, con il supporto dei tirocinanti Alex Cereghini, Anita Mancini, Johanna Mölgg, Valentin Wallnöfer.

Illustrazioni: Oscar Diodoro

Foto

BASIS Vinschgau Venosta
Cinemepics
Center for Advanced Studies

Informazioni

Eurac Research
Viale Druso 1
39100 Bolzano (IT)
Tel.: +39 0471055800
E-Mail: advanced.studies@eurac.edu

Indice

Prefazione..... 6

1. Introduzione.....9

- 1.1. Dall'idea all'attuazione.....12
- 1.2. Ricerca transdisciplinare e Real World Laboratory per affrontare sfide complesse.....14
- 1.3. Attività orientate alla ricerca e al trasferimento al e nel Real World Laboratory..... 17

2. La realizzazione del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*..... 19

- 2.1. Dalla progettazione alla realizzazione 22
- 2.2. La scelta dei materiali..... 25

3. Le attività del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*.....29

- 3.1. Le questioni su edilizia e alloggi in sintesi..... 34
- 3.2. Risultati del sondaggio su sostenibilità e consapevolezza ambientale41
- 3.3. Prove di laboratorio con la costruzione di due pareti nel Facade System Interactions Lab.....45
- 3.4. Esperimenti sul *Tiny FOP MOB*.....47
- 3.5. Risultati della valutazione del comfort del *Tiny FOP MOB*.....49
- 3.6. Percezione del Real World Laboratory..... 51
- 3.7. Analisi del ciclo di vita nell'ambito del progetto *Tiny FOP MOB*..... 55
- 3.8. Circolarità del *Tiny FOP MOB*..... 59

4. Prospettive..... 63

5. I partner di progetto.....69

Appendice.....72

Bibliografia 74

Indice delle figure

- **Figura 1:** I due pilastri del progetto *Tiny FOP MOB* (Eurac Research), 13
- **Figura 2:** I 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Nazioni Unite, 2015), 16
- **Figura 3:** Rappresentazione 3D del prototipo (Habicher Holzbau Srl), 22
- **Figura 4:** Pianta del prototipo (Habicher Holzbau Srl), 23
- **Figura 5:** Profilo della Val Venosta, 32
- **Figura 6:** Il viaggio del *Tiny FOP MOB* attraverso la Val Venosta (Eurac Research), 33
- **Figura 7:** Dati sociodemografici degli intervistati (Eurac Research), 41
- **Figura 8:** Nuvola di parole riguardo i desideri per un futuro sostenibile (Eurac Research), 42
- **Figura 9:** Concordezza con le affermazioni relative alla consapevolezza ambientale (Eurac Research), 43
- **Figura 10:** Il Facade System Interactions Lab (MultiLab) di Eurac Research, 45
- **Figura 11:** Sensori di facciata (sinistra), Blower-door-test (centro), disposizione dei sensori per il test di valutazione dell'ambiente (destra), 46
- **Figura 12:** Dispositivi di monitoraggio multi-parametro all'interno (a) e all'esterno (b) del *Tiny FOP MOB*, 47
- **Figura 13:** Livelli di CO₂ misurati all'interno e all'esterno del prototipo tra il 26 e il 31 luglio (Eurac Research), 48
- **Figura 14:** Accordo con le affermazioni riguardanti la percezione del *Tiny MOB FOP* (Libera Università di Bolzano), 51
- **Figura 15:** Interno (a-b) e fissazione durante un'osservazione con occhiali eye-tracking (c), 52
- **Figura 16:** Suddivisione delle aree di interesse, 52
- **Figura 17:** Emissioni di CO₂ durante la produzione del mattone di canapa (Libera Università di Bolzano), 58
- **Figura 18:** Circolarità del prototipo *Tiny FOP MOB* secondo il Circularity Calculator (Libera Università di Bolzano), 60

Indice dei box

- **Box 1:** Definizione di trasformazione socio-ecologica, 14
- **Box 2:** Sette caratteristiche di un Real World Laboratory, 15
- **Box 3:** Definizione di sviluppo sostenibile, 16
- **Box 4:** Informazioni sulla canapa come materiale da costruzione, 26
- **Box 5:** Informazioni sul legno come materiale da costruzione, 27
- **Box 6:** Suggerimenti per una maggiore sostenibilità nel settore edilizio, 40

Indice delle tabelle

- **Tabella 1:** Confronto della quantità di CO₂e per kg di mattone (Libera Università di Bolzano), 56
- **Tabella 2:** Confronto della quantità di CO₂e per m² di parete (Libera Università di Bolzano), 57
- **Tabella 3:** Parametri analizzati, 61

Prefazione

Abbiamo il dovere di percorrere nuove strade. Molti dei nostri modi abituali di vivere e lavorare possono portarci prosperità e libertà a breve termine, ma a lungo risultare sono dannosi per il nostro ambiente, le popolazioni nelle regioni più povere, gli animali e gli ecosistemi, fino a minacciare i mezzi di sostentamento per i nostri figli e nipoti. E onestamente, molto di quello che facciamo e produciamo ogni giorno non fa bene neanche a noi. Siamo quindi invitati a lasciare la strada più battuta per percorrerne di nuove.

La buona notizia è che abbiamo un'idea abbastanza chiara di cosa dobbiamo cambiare. Da molti anni le Nazioni Unite stanno lavorando verso la realizzazione dello "sviluppo sostenibile" (inglese Sustainable Development). Scienziati da tutto il mondo stanno studiando cause ed effetti dei nostri insostenibili stili di vita ed economie, e ci indicano la via d'uscita dalle crisi ambientali e sociali. Quindi, la conoscenza c'è, è l'effettivo cambiamento che non esiste ancora, o almeno non abbastanza.

La seconda buona notizia è che se necessario noi umani siamo creativi, anzi molto creativi. E abbiamo il potenziale per cambiare le cose in modo lungimirante, per esempio per produrre energia da altre fonti che non siano combustibili fossili, o per costruire senza sprecare enormi quantità di energia o usare materiali problematici. Possiamo anche modificare il nostro comportamento sociale: per esempio, invece di vivere in continua competizione tra di noi, possiamo concentrarci di più su cooperazione, scambio e apprendimento collettivo. E un'altra buona notizia: siamo in grado di mettere in discussione le nostre credenze e i nostri modelli culturali. La "crescita", per esempio, è un modello antico e un principio profondamente radicato nella storia culturale umana. Per secoli ci ha servito bene e ha portato sicurezza e prosperità. Oggi, però, se continuiamo a seguire questo modello, ci porterà direttamente al disastro. Quindi è il momento di dirgli addio.

Nonostante tutta la nostra conoscenza e le nostre buone intenzioni, tuttavia, siamo ancora molto lontani da un modo di vivere veramente sostenibile, e questa è la notizia non tanto buona. Ciò che ci ostacola sono modi di pensare, strutture e abitudini obsolete. Ecco perché siamo qui: per provare qualcosa di nuovo, muovere i primi passi nella giusta direzione, non importa quanto piccoli o a volte minuscoli possano essere. Lo sviluppo sostenibile è una questione di atteggiamento - e di decidersi a iniziare.

L'obiettivo è quello di muoversi insieme verso un futuro sostenibile, e come nel progetto *Tiny FOP MOB*, verso una cooperazione tra scienza e pratica. Le nuove forme di scienza, come la ricerca transdisciplinare e trasformativa, sottolineano l'importanza di tale cooperazione interdisciplinare e interprofessionale, poiché permette di combinare i punti di forza dei rispettivi partner e di creare sinergie. O per dirla in un altro modo, quando si tratta di sviluppo sostenibile, scienza e pratica sono ciascuna cieche da un occhio: la scienza per il concreto, la pratica per l'astratto, solo messe insieme ottengono la visione reale. Questa cooperazione, se ci si impegna davvero, è spesso faticosa ma assolutamente utile, perché ci si deve impegnare a comprendere il punto di

vista, gli interessi e gli argomenti dell'altro, e si viene sfidati a mettere in discussione la propria posizione. Questo è un arricchimento.

I Real World Laboratory (tedesco Reallabore) offrono linee guida e una preziosa occasione per una cooperazione positiva tra scienza e pratica, mettono in discussione i modelli esistenti e cercano e testano nuove soluzioni per un futuro sostenibile. I Real World Laboratory non sono certamente l'unica soluzione, ma sono innovativi, possono aiutare a rendere grandi le idee ingegnose e a tirare fuori le innovazioni sociali e tecniche portandole all'attenzione di tutti. In questo modo, una piccola idea che sembra inverosimile all'inizio può diventare importante e poi, ad un certo punto, addirittura la nuova normalità.

Il *Tiny FOP MOB* ha percorso nuove strade, ha fatto il suo giro per la Val Venosta, ha portato qualcosa di nuovo nel mondo, ha permesso incontri, ha reso la provincia un po' più colorata, e ha dimostrato che l'edilizia ecologica e sostenibile è possibile.

Oliver Parodi

Direttore del Centro sulla trasformazione per la sostenibilità e il cambiamento culturale di Karlsruhe (tedesco Karlsruher Transformationszentrum für Nachhaltigkeit und Kulturwandel – KAT)

1.

Introduzione



Introduzione

La Terra è al limite della sua capacità di sopportazione. I fondamenti naturali della vita umana sono in pericolo e le richieste di un'urgente trasformazione socio-ecologica della società ed economia stanno diventando sempre più pressanti. L'umanità è entrata in una nuova era, il cosiddetto Antropocene, l'era dell'uomo. E infatti, come suggerisce il termine, l'uomo ha un ruolo fondamentale: attraverso le sue attività, interviene nel normale funzionamento dell'ecosistema terrestre. Il cosiddetto "imperial mode of living" (italiano stile di vita imperiale) delle regioni e dei popoli situati prevalentemente nel Nord del mondo implica un consumo eccessivo di risorse e comporta una serie di sfide socio-ecologiche e dinamiche di disuguaglianza. I problemi ambientali e le rimostranze sociali sono consapevolmente o inconsapevolmente spostati "all'estero", spesso nel Sud del mondo. Lo sfruttamento del Sud del mondo è quindi una delle ragioni per cui i modelli di produzione e consumo occidentali e moderni attualmente prevalenti possono essere garantiti e mantenuti.¹

Soprattutto a partire dagli anni '50 sono visibili sviluppi pericolosi, come l'aumento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera e il conseguente aumento della temperatura terrestre, la scarsità d'acqua, l'acidificazione degli oceani, la deforestazione, che sta procedendo ad un ritmo troppo rapido, e la drastica perdita di biodiversità. Il cosiddetto limite di sopportazione del pianeta in alcuni casi è già stato superato, gli ecosistemi corrono il rischio di perdere il loro equilibrio naturale e i fondamenti stessi della vita umana sono a rischio.²

Anche l'Alto Adige non può sottrarsi alle sfide poste dall'Antropocene e ha riconosciuto che è necessario muovere dei passi verso una maggiore sostenibilità. Quali sono le possibili soluzioni concrete per avviare uno sviluppo sostenibile nei settori dell'urbanistica, edilizia, mobilità o nelle catene di approvvigionamento alimentare? Come si possono cambiare modelli non sostenibili di pensiero e di azione, o addirittura i comportamenti? Il modo in cui si forma questo cambiamento socialmente ed ecologicamente compatibile è più importante e rilevante che mai per il presente. Nuovi modi di vivere e modelli economici devono essere implementati, così da sviluppare una società resiliente e sostenibile, per arginare la crisi climatica e per poter raggiungere gli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030.³ L'innovazione individuale, settoriale o tecnologica non è sufficiente; quello che è necessario invece è un cambiamento culturale dell'intera società. In questo contesto, il comitato tedesco sul cambiamento globale (tedesco Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) parla della necessità di una "Grande Trasformazione" verso la sostenibilità.⁴ Il progetto e Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* (abbreviazione dal tedesco di **piccolo** Forschungs- und **PraxisMOB**il) vuole stimolare una riflessione sulla sostenibilità e dare un contributo alla trasformazione socio-ecologica della società e dell'economia.

1.1. Dall'idea all'attuazione

Un settore dal notevole impatto negativo su clima e ambiente è quello dell'edilizia, il quale è responsabile di circa il 40 per cento delle emissioni mondiali di CO₂ legate all'energia e di quasi la metà dei rifiuti prodotti a livello mondiale. Questo è vero anche per Alto Adige.⁵ Inoltre, la vita utile media di un edificio è diminuita drasticamente negli ultimi decenni: mentre molti edifici storici nelle città europee sono stati in uso per più di cento anni, la vita utile media per quelli più recenti è di soli 40-50 anni.⁶ Anche se materiali da costruzione ecologici come il legno e la canapa vengono già impiegati, sono necessarie ulteriori soluzioni innovative per il futuro, che cambieranno radicalmente non solo il modo di costruire, ma più generalmente anche quello di vivere e di condurre attività economiche. Questo significa che, non solo il consumo di energia e i materiali usati sono importanti, ma l'intero processo di costruzione, dalla selezione delle materie prime, alla pianificazione e costruzione fino all'uso, conversione e riciclaggio, dovrebbero essere progettati in modo sostenibile. Non solo dovrebbero partecipare a questa discussione le imprese esecutrici, ma anche i pianificatori, la pubblica amministrazione, la ricerca, persino la popolazione. Il modo in cui costruiremo e vivremo nel futuro non è limitato ai singoli oggetti, ma dovremmo pensare insieme a come affrontare le risorse limitate delle superfici insediabili, come saranno le comunità in cui vivremo in futuro e, ultimo ma non meno importante, come rendere attraenti città e paesi.

I temi riguardanti lo sviluppo sostenibile e con questo anche il tema del costruire e abitare in modo sostenibile e lungimirante sono argomenti socialmente rilevanti. Per guidare discussioni e cambiamenti nell'ambito dello sviluppo sostenibile e trovare soluzioni concrete per le diverse sfide esiste un metodo collaudato ed efficace nella pratica scientifica: i Real World Laboratory (tedesco Reallabor). Il Real World Laboratory è un luogo dove i processi di cambiamento sociale e soluzioni sostenibili, pratiche e socialmente rilevanti sono discussi e plasmati in uno scambio tra scienza, politica, economia e popolazione.⁷

Il Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*, creato nell'ambito del quinto bando FESR Ricerca e Innovazione (per rinforzare la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione), è da una parte un esempio pratico e concreto di sostenibilità, e dall'altra un luogo di incontro, scambio e apprendimento. In questo senso, il *Tiny FOP MOB* è un progetto unico che include costruzione, educazione e ricerca. Il progetto comprendeva la pianificazione, la costruzione e l'uso effettivo di un Real World Laboratory CO₂ negativo su ruote, costruito con i materiali naturali legno, canapa e calce. Come prodotto sostenibile, è una chiara dimostrazione di come il settore edilizio possa contribuire all'uso ponderato delle risorse e dell'ambiente combinando materiali sostenibili già esistenti. Trovare un'alternativa alle soluzioni non rigenerative tradizionali per il settore edilizio e abitativo era uno degli obiettivi del progetto (Pilastro 2).

Nel periodo tra luglio 2021 e giugno 2022, il Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* ha percorso le strade di cinque diversi comuni della Val Venosta, una valle nell'ovest della Provincia autonoma di Bolzano-Alto Adige (Italia). Durante questo viaggio, sono stati intrapresi numerosi esperimenti e ricerche, si sono svolti laboratori, sono stati offerti dialoghi imprenditoriali e altre forme di discussione. In questo modo, il progetto ha potuto contribuire sia alla sensibilizzazione e informa-

zione sullo sviluppo sostenibile sia del settore edile e abitativo sostenibile. Il secondo obiettivo (Pilastro 1) è stato quello di utilizzare la ricerca transdisciplinare e l'unità mobile pratica come piattaforma di discussione, aumentando così la consapevolezza dell'urgenza e della rilevanza della sostenibilità socio-ecologica ed economica (vedi Fig. 1).

Oltre ai due obiettivi principali del progetto, sono stati identificati altri obiettivi trasversali: il progetto dovrebbe promuovere uno scambio tra esponenti di scienza e pratica così come tra il centro e le aree più periferiche, in quanto la maggior parte delle attività di ricerca si svolgono nel capoluogo di provincia Bolzano. Mostrando un esempio concreto di edilizia sostenibile, raccogliendo numerosi dati e aumentando la consapevolezza, la sensibilizzazione e l'informazione, il progetto dà un piccolo contributo alla trasformazione socio-ecologica della società e dell'economia.

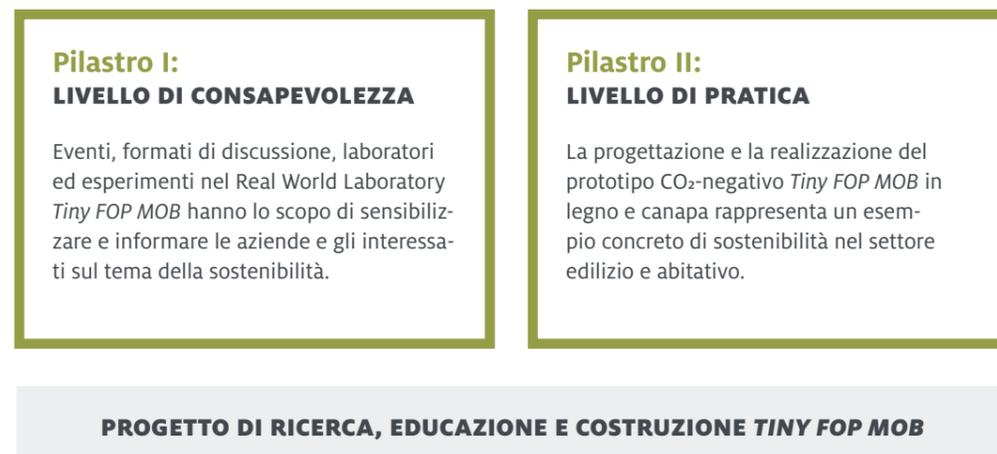


Figura 1: I due pilastri del progetto *Tiny FOP MOB* (Eurac Research)

1.2. Ricerca transdisciplinare e Real World Laboratory per affrontare sfide complesse

Per essere in grado di affrontare sfide complesse e interconnesse nell'ambito della trasformazione socio-ecologica (vedi Box 1 per la definizione), è necessario pensare e agire in modo congiunto oltre i confini disciplinari e settoriali. Riconoscendo questa necessità, negli ultimi anni nella ricerca si è affermato un approccio transdisciplinare. L'idea della transdisciplinarietà viene innescata da una necessità pratica (in questo caso nel settore edile e abitativo) e si impegna ad integrare conoscenze, metodi e pratiche con lo scopo di cercare soluzioni congiunte e avviare processi di cambiamento.⁸

Definizione di trasformazione socio-ecologica

Tra le sfide più urgenti del nostro tempo si contano il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità, la crescente scarsità di risorse e la disuguaglianza sociale, e le dilaganti tensioni politiche. Per preservare e sviluppare ulteriormente le conoscenze della modernità senza mettere in pericolo i fondamenti naturali della vita, è necessario un profondo cambiamento, una cosiddetta trasformazione socio-ecologica di società ed economia. Trasformazione socio-ecologica è il termine usato per descrivere il processo di cambiamento strutturale, sistemico e approfondito, che allo stesso tempo è un processo collettivo di ricerca, sperimentazione e apprendimento. L'obiettivo è quello di raggiungere buone condizioni di vita per tutti, bensì sempre restando entro i limiti ecologici dello sviluppo sostenibile.⁹

Box 1: Definizione di trasformazione socio-ecologica

Un approccio transdisciplinare di ricerca rende necessario che la scienza si apra ai problemi della vita quotidiana, che coinvolga attori non scientifici nel processo di ricerca e che prenda una posizione critica nei confronti del suo modo di trattare le tematiche esplicitamente normativo.¹⁰ Il progetto *Tiny FOP MOB* è quindi direttamente un punto di contatto tra ricerca e prassi, si trova quindi direttamente all'interfaccia tra scienza e pratica: ricercatori, imprenditori e popolazione contribuiscono con le loro conoscenze, collaborano per risolvere i problemi e proporre soluzioni e, sempre insieme, realizzano idee. Esperti di ingegneria, sociologia, scienze politiche, economia ed edilizia collaborano al progetto *Tiny FOP MOB*.

La partecipazione e il coinvolgimento al progetto, alla ricerca e ai processi di progettazione sociale svolgono un ruolo fondamentale nella comprensione della ricerca transdisciplinare, e formano gli elementi di base per la co-progettazione (inglese *co-design*), la co-produzione (inglese *co-production*) e la co-disseminazione (inglese *co-dissemination*). Questo processo può essere attuato, per esempio, attraverso la consultazione di attori della zona, lo sviluppo congiunto di idee e la definizione del programma di ricerca (co-progettazione). La co-produzione di sapere tra

esponenti scientifici e non è integrata nel risultato. I progetti transdisciplinari dovrebbero essere spunti per discorsi e innovazioni nella pratica, così come nella scienza (co-disseminazione).¹¹

Negli ultimi anni, l'approccio di ricerca dei Real World Laboratory (vedi Box 2) si è affermato sempre di più e viene costantemente sviluppato. Il Ministero per la Scienza, la Ricerca e l'Arte del Baden-Württemberg (tedesco *Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg*), per esempio, sostiene i Real World Laboratory dal 2015 e fino al 2020 ne sono stati realizzati 14. La rete di Real World Laboratory per la sostenibilità (tedesco *Netzwerk Reallabore der Nachhaltigkeit (NRN)*) attualmente ne conta 64, più 44 organizzazioni in Germania.¹² La definizione più comune del Real World Laboratory è quella fornita da Uwe Schneidewind, secondo il quale si tratta di un luogo "[...] dove i ricercatori realizzano interventi nel senso di "esperimenti reali" al fine di conoscere dinamiche e processi sociali".¹³ I Real World Laboratory offrono così uno spazio per condurre la cosiddetta ricerca d'azione, o d'intervento. Questo concetto, introdotto negli anni '40 dallo psicologo sociale Kurt Lewin, è un tipo di ricerca sperimentale che lavora insieme ai partecipanti su un problema concreto e sulla sua soluzione.¹⁴

Sette caratteristiche di un Real World Laboratory¹⁵

Secondo Richard Beecroft e Oliver Parodi (2016), un Real World Laboratory ha sette caratteristiche principali:

1. Sostenibilità e ricerca sulla trasformazione sono il fulcro delle sue attività (orientamento alla ricerca).
2. I Real World Laboratory sono orientati al principio dello sviluppo sostenibile (orientamento normativo verso la sostenibilità).
3. Un approccio di ricerca transdisciplinare forma la base per il Real World Laboratory e la cooperazione tra scienza e pratica (transdisciplinarietà).
4. I Real World Laboratory mirano a combinare il sapere scientifico e la progettazione sociale (trasformatività).
5. La popolazione è coinvolta fin dall'inizio. La sua partecipazione è incoraggiata tramite informazione, consultazione, cooperazione e partecipazione (orientamento verso la società).
6. I Real World Laboratory sono progetti di ricerca a lungo termine, che dovrebbero prolungarsi per diversi anni per avere un impatto e permettere il cambiamento (orientamento a lungo termine).
7. I Real World Laboratory presentano le migliori e più stabili condizioni di lavoro possibili per la ricerca esplorativa e l'osservazione in un contesto complesso e concreto (carattere di laboratorio).

Box 2: Sette caratteristiche di un Real World Laboratory

Il principio dello sviluppo sostenibile (vedi Box 3 per la definizione) è il fulcro del paradigma che guida la ricerca e progettazione utilizzando i Real World Laboratory.¹⁶ Di solito, in questi Real World Laboratory vengono attuati vari interventi o realizzati i cosiddetti esperimenti di sostenibilità, per avviare cambiamenti nei processi e pensieri. Nei Real World Laboratory, la ricerca trasformativa (inglese transformation research) e trasformativa (inglese transformative research) avvengono simultaneamente. La ricerca trasformativa accompagna e sostiene il processo di transizione verso una società sostenibile.¹⁷ In questo senso, i Real World Laboratory possono anche essere visti come strumenti per valutare la ricerca transdisciplinare, poiché è chiaro ed evidente se la trasformazione riesce oppure no.¹⁸ L'obiettivo principale è di comprendere ed individuare le sfide socio-ecologiche e possibili processi di cambiamento. Inoltre, l'obiettivo nella prassi si focalizza sullo sviluppare e provare misure e soluzioni in collaborazione con esponenti locali.

Definizione di sviluppo sostenibile

L'origine del concetto di sostenibilità risale ai silvicoltori del XVIII secolo. Secondo loro, il disboscamento doveva essere in armonia con il ciclo di rigenerazione naturale della foresta.¹⁹ La definizione ufficiale è considerata quella fornita dalla Commissione Brundtland nel 1987. Nell'omonimo rapporto, si afferma che la sostenibilità va intesa come un principio di giustizia intra e intergenerazionale e che si tratta di uno sviluppo che “[...] soddisfa e assicura i bisogni e i mezzi di sussistenza del presente [...] senza rischiare che le generazioni future non siano in grado di soddisfare i propri bisogni”.²⁰ Al fine di assicurare un ambiente intatto e offrire pari opportunità di vita per le generazioni presenti e future, gli aspetti ecologici, economici e sociali dovrebbero essere presi in eguale considerazione. La risoluzione più recente e attualmente più importante per lo sviluppo sostenibile è l'Agenda 2030 con i suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, adottata dalle Nazioni Unite nel 2015 (vedi Fig. 2). Idealmente questi obiettivi dovrebbero essere raggiunti in tutto il mondo entro il 2030.



Figura 2: I 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Nazioni Unite, 2015)

Box 3: Definizione di sviluppo sostenibile



1.3. Attività orientate alla ricerca e al trasferimento al e nel Real World Laboratory

I partner scientifici hanno condotto una serie di indagini e analisi nell'ambito del progetto.

Attività del Center for Advanced Studies di Eurac Research:

- **Analisi del processo di ricerca transdisciplinare:** analisi dell'intero processo di ricerca attraverso l'osservazione partecipante²¹, lo svolgimento di interviste al team di progetto a intervalli regolari²², la riflessione interna sulla cooperazione transdisciplinare e una valutazione del progetto secondo determinati criteri.²³
- **Pianificazione, implementazione e analisi di vari esperimenti di Real World Laboratory, workshop, dialoghi imprenditoriali e altri format di discussione:** raccolta di dati ed esperienze pratiche nel settore edile e abitativo e sul ruolo delle imprese nella trasformazione socio-ecologica.
- **Indagine e analisi degli atteggiamenti verso la sostenibilità e la consapevolezza ambientale dei visitatori del Tiny FOP MOB:** determinazione di atteggiamenti, punti di vista e opinioni con l'aiuto di questionari o raccolta di feedback.²⁴



2.

La realizzazione del Real World Laboratory *Tiny* *FOP MOB*

Attività dell'Istituto per le energie rinnovabili di Eurac Research:

- **Fase di test nel Facade System Interactions Lab:** confronto tra la parete in fibra di legno e quella in mattoni di canapa in un ambiente semi-controllato per l'ottimizzazione dei materiali, collegamenti e metodi di installazione.²⁵
- **Valutazione del comfort:** valutazione della qualità dell'aria e del benessere termoigrometrico nella stanza all'interno del prototipo, monitorando le condizioni ambientali interne ed esterne e raccogliendo la valutazione soggettiva dell'utente per mezzo di un questionario.²⁶
- **Analisi dell'energia e del comfort:** estensione dell'analisi del consumo di energia e del comfort a diverse zone climatiche mediante simulazioni dinamiche.²⁷

Attività della facoltà di Scienze e Tecnologie della Libera Università di Bolzano:

- **Prove sperimentali di percezione:** cattura dello sguardo con occhiali a realtà aumentata nel Real World Laboratory e successivo questionario per analizzare le percezioni dei visitatori del *Tiny FOP MOB*.²⁸
- **Analisi della sostenibilità economica del Real World Laboratory:** valutazione del *Tiny FOP MOB* in termini di economia circolare e fattibilità economica (fattibilità e commercializzazione del prodotto), ed elaborazione di possibili misure.²⁹
- **Analisi del ciclo di vita (inglese LCA-analysis):** raccolta di dati e preparazione di un'analisi del ciclo di vita per il *Tiny FOP MOB*.³⁰



La realizzazione del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*

In un progetto all'interfaccia tra ricerca, imprenditoria e società civile, con l'obiettivo di uno sviluppo sostenibile, l'ubicazione e la spazialità di un Real World Laboratory sono centrali. In questo caso, la collocazione funziona come un punto di incontro, un luogo di ricerca, apprendimento e sperimentazione. Oltre alla posizione, anche la spazialità stessa risveglia l'interesse della popolazione e impatta la qualità dei contenuti e le soluzioni proposte collettivamente. La presenza del Real World Laboratory in diversi comuni ha reso accessibili non solo i temi dell'edilizia e dell'abitare sostenibili, ma anche il progetto in sé e il lavoro di ricerca. La popolazione poteva diventare parte attiva del processo.

Le aziende Habicher Holzbau Srl e Schönthaler Manufatti in Cemento Srl sono state coinvolte nella progettazione e realizzazione del prototipo e del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*. La durata del processo di costruzione, dalla prima bozza alla realizzazione, è stata di circa sei mesi. Durante questo periodo, si sono svolti numerosi incontri concettuali ed esperimenti con i materiali da combinare, come canapa e legno. L'obiettivo era di realizzare una struttura muraria fatta di materie prime puramente naturali, combinando canapa e legno. Infine, sulla base del risultato di questa innovazione, è stato costruito un prototipo su ruote. Il *Tiny FOP MOB* è diventato così uno spazio su ruote ad emissioni zero, di piccole dimensioni e fatto di materiali naturali, confermato nella sua espressione di vero e proprio Real World Laboratory.



2.1 Dalla progettazione alla realizzazione

Non appena i partner di progetto hanno trovato un accordo riguardo alla progettazione e ai materiali necessari per il *Tiny FOP MOB*, le due aziende artigiane si sono messe al lavoro. Hanno preparato i primi schizzi e da queste prime vaghe idee è emersa rapidamente un'immagine relativamente chiara del Real World Laboratory (vedi Fig. 3).



Figura 3: Rappresentazione 3D del prototipo (Habicher Holzbau Srl)

Per il team di progetto era molto importante realizzare un Real World Laboratory mobile. Inoltre, lo spazio avrebbe dovuto essere relativamente grande, in modo che potesse essere usato come area di lavoro e di laboratorio, oltre che come spazio espositivo. Tenendo a mente questo particolare, è stato deciso di costruire il Real World Laboratory sul rimorchio di un camion. Considerando l'uso previsto di Real World Laboratory mobile in vari comuni pilota della Val Venosta, e con un'attenzione particolare alla sostenibilità, questa soluzione è sembrata la migliore.

Il *Tiny FOP MOB* ha una lunghezza di 10,00 m più 3,40 m di terrazza, una larghezza di 2,48 m e un'altezza di 2,70 m (vedi Fig. 4). Si compone di una zona d'ingresso, una terrazza e una stanza interna attrezzata con delle sedie, un tavolo, un armadio e un proiettore. Le cinque finestre e la porta forniscono sufficiente luce naturale, mentre l'allacciamento alla corrente fornisce l'elettricità necessaria e fonti di luce aggiuntive nella stanza.

A causa delle restrizioni imposte dalla pandemia da Covid - 19, lo spazio interno ha potuto essere utilizzato solo come luogo d'informazione, accessibile a poche persone alla volta. Gli eventi e i laboratori si sono svolti davanti ed intorno al *Tiny FOP MOB* (in caso di maltempo, in una sala fornita dal rispettivo comune).

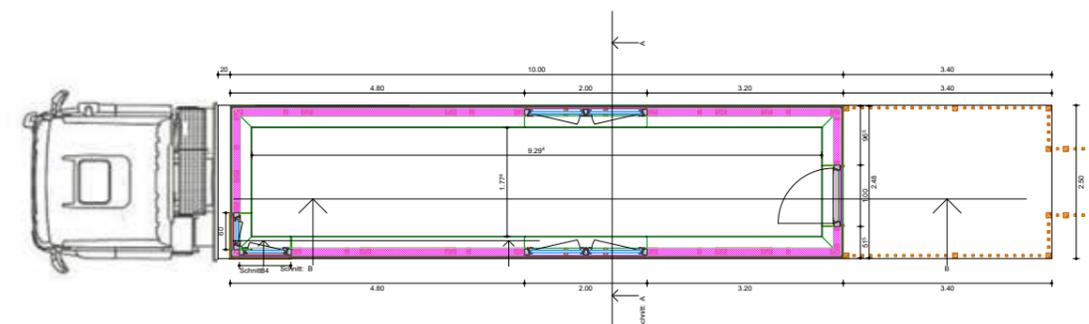


Figura 4: Pianta del prototipo (Habicher Holzbau Srl)



2.2 La scelta dei materiali

Durante la realizzazione del *Tiny FOP MOB*, molta attenzione è stata prestata ai materiali utilizzati. Per ogni singola materia prima si è verificato come e dove fosse stata acquisita - tenendo conto di quanti più aspetti di sostenibilità possibili e dopo attenta consultazione dei partner scientifici - e se fosse la scelta più sostenibile disponibile al momento dell'ordine. I materiali da costruzione di base erano, come già menzionato, legno e canapa. Il legno, di abete rosso, larice o cirmolo, è servito per la realizzazione dello scheletro delle pareti, la struttura del pavimento, la struttura del tetto, la cassaforma grezza e quella delle pareti esterne, il pavimento, la cassaforma a vista del soffitto e i mobili. La canapa come materia prima è stata usata nei mattoni, nella malta, nell'intonaco di base e in quello delle rifiniture, nei pannelli isolanti e nell'isolamento antiurto (vedi Box 4 e 5 per maggiori informazioni su canapa e legno come materiali da costruzione). Inoltre, altri materiali come una barriera al vapore e una lamiera d'acciaio zincata sono stati utilizzati per consentire la realizzazione e l'uso appropriato del Real World Laboratory mobile a diverse temperature e condizioni atmosferiche (maggiori informazioni sui singoli materiali in appendice).





INFORMAZIONI SULLA CANAPA COME MATERIALE DA COSTRUZIONE³¹

La pianta di canapa, che ha la capacità di immagazzinare CO₂ e cresce rapidamente, è una delle colture più antiche del mondo. Veniva già usata in Asia circa 12.000 anni fa, prima di essere esportata in Europa e in America. Tessuti, carta, cibo, medicine e altri prodotti erano fatti con la canapa, prima che la sua coltivazione fosse proibita per lungo tempo. È stato solo nel corso degli ultimi decenni che le proibizioni entrate in vigore molto tempo fa sono state revocate. Oggi viene utilizzata in medicina, nella produzione alimentare e, ultimo ma non meno importante, nell'industria delle costruzioni. A seconda del ceppo, si possono utilizzare diverse componenti della pianta (semi, foglie, fiori, fibre). Le piante di canapa sono considerate resistenti ai parassiti, facili da curare e richiedono un basso consumo di acqua.

I vantaggi della canapa come materiale da costruzione:

- Le sue piante crescono 50 volte più velocemente di un albero.
- La miscela canapa-calce diventa dura come la pietra, è resistente alle influenze esterne ed è quindi resistente e durevole.
- Il mattone di canapa conserva il 90 per cento in più di CO₂ rispetto a quella prodotta durante l'intero processo di produzione, ed è quindi CO₂-negativo.
- Il mattone di canapa è termoisolante e accumulatore di calore, quindi molto efficiente dal punto di vista energetico.
- Le canne di canapa possono assorbire quattro volte il loro peso in acqua in un minuto, regolare e ionizzare l'aria e garantire un alto livello di comfort e un clima abitativo sano.
- Il mix di canapa e calce isola il suono e regola l'acustica della stanza.
- Il mix di canapa e calce è ignifugo, resistente all'acqua e agli insetti.
- Il mattone di canapa è composto da materiali naturali che possono essere riciclati e riutilizzati.

Per le note sull'uso dei prodotti di canapa nella realizzazione del Tiny FOP MOB, vedi appendice.

Box 4: Informazioni sulla canapa come materiale da costruzione



INFORMAZIONI SUL LEGNO COME MATERIALE DA COSTRUZIONE³²

Il legno è un elemento rinnovabile e versatile. Per cui è una delle materie prime più antiche della storia e viene utilizzato, per esempio, nel settore dell'edilizia, sia per la produzione di singoli componenti che per intere costruzioni. La materia prima dà un prezioso contributo alla protezione del clima, poiché rimuove la CO₂ dall'atmosfera e rilascia ossigeno. La CO₂ viene assorbita sotto forma di carbonio e rimane legata ai prodotti di legno per tutta la loro vita utile. Alla fine del ciclo di vita di un prodotto, il legno può essere utilizzato per generare energia.

In Alto Adige, circa il 50 per cento della superficie è coperto da foreste, in cui crescono 105 milioni di metri cubi di legno, circa come il volume di 40 piramidi di Cheope. La quantità di legno disboscato annualmente nei boschi dell'Alto Adige è solo la metà della crescita annuale.

I vantaggi del legno come materiale da costruzione:

- Il legno è un materiale da costruzione rinnovabile e quindi ecologico.
- Il legno ha una bassa conducibilità termica, per cui offre isolamento naturale e protezione termica (15 volte meglio del cemento e 400 volte meglio dell'acciaio), che permette un risparmio energetico nell'edilizia e nell'abitare.
- Il legno può regolare naturalmente l'umidità. L'umidità assorbita o rilasciata assicura un clima interno piacevole.
- In caso di incendio, il legno si protegge formando uno strato di carbone, impedendo così che le alte temperature penetrino nel nucleo e che la struttura crolli.
- Il legno ha un'alta capacità di carico.
- Le costruzioni con pareti in legno sono più leggere e sottili delle costruzioni in altri materiali, il che significa che la superficie abitabile effettiva di una casa può essere fino al dieci per cento più estesa.
- Il legno può essere facilmente riutilizzato come materiale da costruzione.
- I prodotti di legno possono essere utilizzati come fonte di energia rinnovabile alla fine del loro ciclo di vita: durante la combustione, viene emessa solo tanta CO₂ quanta il legno aveva precedentemente rimosso dall'atmosfera durante la crescita.

Per le note sull'uso del legno nella realizzazione del Tiny FOP MOB, vedi appendice.

Box 5: Informazioni sul legno come materiale da costruzione

3.

Le attività del Real
World Laboratory
Tiny FOP MOB



Le attività del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*

Una trasformazione sostenibile della società e dell'economia è necessaria, attraverso la decarbonizzazione, maggiore protezione del clima, coltivazione di una cultura della consapevolezza e della precauzione, nonché una cooperazione a livello locale e globale. Questa trasformazione ha molte dimensioni: tecnica, economica, politico-istituzionale, ma soprattutto culturale. La sostenibilità funziona solo se, oltre a sviluppare soluzioni tecnologiche, si mettono in discussione le vecchie strutture e si abbattano i vecchi schemi di pensiero e di azione. Ma da dove possiamo concretamente cominciare? Uwe Schneidewind, per esempio, parla di sette ambiti, o punti di svolta: consumo, energia, risorse, mobilità, cibo, sviluppo urbano, industria.³³

Il settore edile e abitativo influisce contemporaneamente su diversi di questi ambiti. Quanto spazio consuma in media una persona? Quali materiali sono usati prevalentemente nella costruzione? Quali fonti di energia vengono sfruttate? Quanta CO₂ viene emessa pro capite attraverso l'edilizia e le abitazioni? Quanto sono sostenibili le catene di approvvigionamento? E infine, la domanda principale: come si può costruire e vivere in modo più sostenibile? Uno degli obiettivi principali del progetto di ricerca è stato quello di discutere queste e altre questioni riguardanti un settore edile e abitativo sostenibile insieme alle aziende, agli esperti e ai cittadini interessati.

Durante il viaggio del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* attraverso la Val Venosta, nel periodo da luglio 2021 a giugno 2022, sono stati condotti numerosi esperimenti e indagini, si sono svolti laboratori, sono stati organizzati dialoghi imprenditoriali e altri format di discussione. Una sintesi dei risultati e delle scoperte ottenute sono presentati nei seguenti sottocapitoli.

La regione pilota Val Venosta

La Val Venosta (per un profilo della Val Venosta, vedi Fig. 5) è stata scelta come area del progetto di ricerca per due motivi principali: in primo luogo, la valle ha un alto numero di iniziative orientate ai cittadini e di progetti innovativi, portati avanti da persone impegnate e visionarie. Il tema dello sviluppo provinciale sostenibile è da decenni di fondamentale importanza, e viene affrontato da varie organizzazioni, associazioni e aziende nei modi più diversi. Inoltre è stata scelta la Val Venosta perché è qui che le due aziende coinvolte risiedono (ad Oris e a San Valentino alla Muta).

In dialogo con vari gruppi di interesse e persone della valle nonché in coordinamento con i partner del progetto, sono stati determinati cinque comuni pilota in cui il Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* doveva fare tappa. Sono stati presi in considerazione aspetti come il numero di abitanti, la struttura economica, la dimensione della zona industriale/artigianale e la presenza di possibili partner e progetti di cooperazione. L'obiettivo era quello di raggiungere il maggior numero di persone possibile e di coprire l'intera Val Venosta, tenendo conto della distanza geografica tra i comuni.

Alla fine, sono stati scelti i comuni di Curon Venosta, Malles Venosta, Prato allo Stelvio, Silandro e Laces. Il Real World Laboratory si è fermato in ciascuno di questi cinque comuni per circa due settimane (vedi Fig. 6).



Figura 5: Profilo della Val Venosta



Figura 6: Il viaggio del *Tiny FOP MOB* attraverso la Val Venosta (Eurac Research)



3.1 Le questioni su edilizia e alloggi in sintesi

Durante il viaggio del Real World Laboratory attraverso la Val Venosta, sono stati discussi vari argomenti riguardanti un ciclo di vita sostenibile per le costruzioni.³⁵ Il ciclo di vita sostenibile include tutte le fasi attraverso quali passa un edificio, dall'approvvigionamento delle materie prime alla demolizione, allo smaltimento o riciclaggio. Può essere suddiviso in cinque fasi: 1) estrazione delle materie prime (Silandro), 2) progettazione (Laces), 3) costruzione (Curon Venosta), 4) utilizzo, conversione, modernizzazione e manutenzione (Prato allo Stelvio) e 5) smantellamento, riutilizzo o demolizione (Malles Venosta). I risultati delle discussioni sono riassunti in questa sezione, divisi per fase del ciclo di vita della costruzione e per comune. Con questi presupposti, sono state definite dieci linee guida per un settore edile e abitativo sostenibile (vedi Box 6).

FASE 1: APPROVVIGIONAMENTO DELLE MATERIE PRIME NEL XXI SECOLO Silandro

Evento di inaugurazione: Il laboratorio su ruote *Tiny FOP MOB* inizia il suo viaggio

Con: Oliver Parodi, direttore del gruppo di ricerca per la sostenibilità e la trasformazione sociale, Istituto per la Tecnologia di Karlsruhe e Tobias Luthe, ricercatore di sostenibilità, ingegneria ambientale e pianificazione del paesaggio, ETH Zurigo

Dialogo imprenditoriale: Focus su legno e canapa: quanto dipendiamo dalle catene di distribuzioni globali?

Con: Werner Schönthaler, responsabile ricerca ed innovazione, Schönthaler Manufatti in cemento Srl e Florian Erlacher, Wood & Construction Innovation, IDM Alto Adige

Evento pubblico: Un gioco iniquo: da dove provengono le nostre materie prime?

Con: Guido Orzes, Professore di ingegneria economico-gestionale, Libera Università di Bolzano e Philipp C. Sauer, Ricercatore di ingegneria economico-gestionale, Libera Università di Bolzano

Lo scoppio della pandemia da Covid-19 nel marzo 2020 o la guerra tra Ucraina e Russia nel 2022 hanno reso evidente quanto il sistema economico globale sia interconnesso e quanto l'Alto Adige, per esempio, sia dipendente da paesi come Cina o Russia. In questo contesto, ci si pongono domande come: da dove vengono effettivamente le nostre materie prime? Come possiamo ridurre la nostra dipendenza dalle catene di approvvigionamento globali? Quanto (non) sostenibili dal punto di vista economico, ecologico e sociale sono gli attuali modelli di produzione e consumo?

Circa il 50 per cento della superficie dell'Alto Adige è coperto da boschi³⁶, questo suggerisce che la provincia abbia un grande potenziale nell'industria del legno. Tuttavia, la maggior parte del legname da costruzione è importato. Al contrario, l'Alto Adige è riuscito a posizionarsi con successo sul mercato mondiale con innumerevoli altri prodotti, come macchinari e attrezzature, alimenti e bevande, produzione di metalli e dispositivi elettronici. Lentamente ma inesorabilmente, oltre ai vantaggi stanno diventando evidenti anche gli svantaggi di questo sistema economico globale e interconnesso, come la dipendenza dalle esportazioni, la maggiore pressione sui prezzi o l'aumento della concorrenza. I clienti stanno anche diventando più esigenti in termini di prezzi e qualità. Inoltre, le catene di approvvigionamento globali sono sempre più sotto pressione se violano gli standard internazionali di sostenibilità.

Purtroppo, anche nel caso ci fosse la volontà di comprare legno locale, anche se non in perfette condizioni e un po' più costoso, manca la disponibilità. Per promuovere l'uso di materie prime sostenibili in futuro, un calcolo preciso del costo considerando l'intero ciclo di vita del prodotto risulta di fondamentale importanza, oltre alla creazione di circuiti economici locali. Inoltre, l'aspetto della sostenibilità dovrebbe essere preso in maggiore considerazione quando si assegnano sussidi o contributi. Per crescere in questo settore è necessario un grande lavoro di ricerca e un'adeguata pressione sui legislatori. Quello che i consumatori possono fare ora è scoprire la provenienza dei componenti di un prodotto, e in quali condizioni sia stato fabbricato. Le certificazioni possono aiutare a orientarsi meglio.

FASE 2: DALLA PROGETTAZIONE ALLA REALIZZAZIONE

Laces

Evento di apertura: Cambiamento climatico e architettura: che ruolo ha la pianificazione?

Con: Wolfgang Thaler, libero professionista e presidente dell'Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori, Provincia autonoma di Bolzano-Alto Adige

Evento pubblico: Abitare in modo sano: come è legata la nostra salute al luogo in cui viviamo?

Con: Francesco Babich ed Ingrid Demanega, ricercatori dell'Istituto per le energie rinnovabili, Eurac Research e Margit Schäfer, lettrice per la Scuola universitaria professionale per la gestione del non-profit, del sociale, della salute e del turismo e consiglio di amministrazione della Neuen Heimat Tirol

Dialogo imprenditoriale: Pianificazione olistica: come si possono combinare sostenibilità economica, ecologica e sociale?

Con: Herbert Niederfriniger, fondatore e amministratore delegato, holzius Srl e Martin Haller, presidente Confartigianato Imprese Ivh apa



La fase di progettazione di solito è il primo contatto fra interessati e professionisti, di solito gli esperti degli uffici progettazione. Questo contatto riguarda di solito le prime considerazioni di base sul progetto di costruzione, come la disposizione delle stanze o la funzionalità. A questo punto, non si parla quasi più dei materiali che verranno poi impiegati e del consumo energetico dell'edificio. Questa parte dovrebbe essere maggiormente presa in considerazione in futuro, poiché la progettazione può svolgere un ruolo chiave nel valutare la sostenibilità economica, ecologica e sociale e la realizzazione di spazi sani ed ecologici.

Nella fase di pianificazione, la progettazione, la realizzazione e la destinazione d'uso, così come l'inserimento di un edificio nell'area, di solito sono oggetto di riflessione. Idealmente, a questo punto si fanno anche considerazioni iniziali sulle opzioni di conversione futura e sullo smaltimento o riciclabilità dell'edificio, con attenzione alla sostenibilità. Nel migliore dei casi, sono affrontate anche domande riguardanti lo stile di vita e le esigenze dei futuri residenti o utenti, caratteristiche dei materiali utilizzati o efficienza energetica. In questo modo, la qualità della vita e dell'ambiente interno dovrebbero essere valutate già nella fase di progettazione, soprattutto nel caso di allergie, asma o altre intolleranze.

I bisogni dell'uomo per quanto riguarda l'alloggio cambiano nel tempo, così come il tipo di lavoro e le dinamiche familiari. Mentre due generazioni fa c'erano molte più famiglie numerose (famiglie composte da più di cinque persone), negli ultimi anni il numero di nuclei familiari composti da una o due persone è aumentato notevolmente. L'utilizzo e l'importanza degli alloggi e degli spazi aperti è cambiato notevolmente, spora tutto dallo scoppio della pandemia di Covid-19 nel 2020. In sintesi, è quindi indispensabile lavorare a stretto contatto con i clienti già nella fase di progettazione. I progettisti sono spesso le prime persone che vengono a contatto con i futuri costruttori e sviluppatori, ed è per questo che dovrebbero prestare molta attenzione alle questioni legate alla sostenibilità.n.

FASE 3: LA COSTRUZIONE E L'ABITARE DEL FUTURO Curon Venosta

Evento di apertura: L'economia in cambiamento: come gestire le imprese è importante

Con: Harald Pechlaner, direttore del Center for Advanced Studies di Eurac Research

Dialogo imprenditoriale: Tra lavoro quotidiano e prospettive future: come la digitalizzazione sta cambiando il settore dell'artigianato

Con: Markus Habicher e Thomas Habicher, amministratori delegati, Habicher Holzbau Srl e Virginia Maria Tanzer, direttrice della Scuola Professionale Provinciale Silandro

Evento pubblico: Il futuro dei nostri borghi: come vivremo domani?

Con: André Mallossek, coordinatore, Plattform Land e Margareta Schwarz, architetta libera professionista

Circa il 36 per cento del consumo mondiale di energia e quasi il 40 per cento delle emissioni globali di CO₂ sono attribuibili al settore edile.³⁷ Inoltre, più del 50 per cento dei rifiuti è prodotto dall'industria edile.³⁸ La vita utile media delle costruzioni a scopo residenziale più recenti è di soli 40-50 anni³⁹, dopodiché i materiali diventano per lo più di scarto perché non possono essere separati o perché sarebbe troppo costoso farlo. È quindi chiaro che l'edilizia è uno dei principali responsabili del problema del cambiamento climatico.

Cosa si può fare per ridurre l'impronta ecologica del settore edile? Probabilmente l'approccio più importante sarebbe quello di incrementare, per non dire sostituire i materiali con materiali naturali, che ricrescono velocemente, sono rinnovabili e riciclabili e nel migliore dei casi anche capaci di assorbire CO₂. Alcuni esempi sono la canapa o il legno, oppure paglia, argilla e calce. Le materie prime dannose per l'ambiente ancora oggi utilizzate nella costruzione o ristrutturazione degli edifici non sono biodegradabili e riciclabili, per cui spesso devono essere smaltite come rifiuti residui alla fine del ciclo di vita. Un secondo approccio mira a ridurre il consumo del suolo e quindi a realizzare piani abitativi alternativi. Soprattutto nel caso di regioni con una bassa superficie di insediamento permanente, come per esempio in Alto Adige dove è solo poco più del 5 per cento⁴⁰, è importante pianificare la gestione di questa risorsa limitata in modo costruttivo e orientato al futuro. Possibili punti di partenza sono lo sviluppo in altezza invece che in larghezza e pensare ai bisogni delle generazioni presenti e future in termini di spazi abitativi e lavorativi. È importante anche non implementare la costruzione solo come decisione del singolo o progetto personale, ma di percepirla come un intervento nella comunità e nell'ambiente locale. I piani riguardanti edilizia e abitazioni comportano anche la considerazione della progettazione ed uso di luoghi pubblici, spazi aperti, centri dei paesi e la fornitura e la manutenzione delle infrastrutture.

Quindi, non viene richiesto solo a costruttori e sviluppatori di riprogettare in modo sostenibile costruzioni e abitazioni, ma anche alle aziende, agli uffici progettazione e soprattutto ai politici che discutono e stabiliscono i regolamenti. La ricerca e lo sviluppo sono importanti per arrivare a proporre a soluzioni sostenibili.

FASE 4: UTILIZZO, CONVERSIONE E MODERNIZZAZIONE Prato allo Stelvio

Evento di apertura: Abitare come progetto sociale: prospettive per le zone rurali

Con: Andreas Koch, professore universitario e direttore del gruppo di lavoro di Geografia sociale all'Università di Salisburgo e co-direttore del Centro di ricerca su etica e povertà

Dialogo imprenditoriale: Uso, riconversione, modernizzazione: in quale direzione si sta sviluppando il mercato immobiliare?

Con: Norbert Lantschner, ambasciatore Erd-Charta e Leonhard Resch, responsabile Arche KVV

Evento pubblico: Spazi sostenibili: come vogliamo vivere e lavorare? Role play "Convivial" per i giovani

Con: Lea Luzzi, manager di progetto per Zebralog GmbH, Berlino

La durata utile di vita di un edificio è diminuita drasticamente negli ultimi decenni. Altrettanto, l'uso stesso è cambiato. Mentre la superficie totale media per abitazione in Alto Adige è diminuita solo leggermente (da 90m² nel 2001 a 88m² nel 2014), la superficie abitativa per persona è aumentata notevolmente nello stesso periodo, passando da 34m² nel 2001 agli oltre 47m² del 2014.⁴¹ Ciò è dovuto, tra l'altro, al crescente numero di nuclei familiari composti solo da una o due persone e alla riduzione delle dimensioni delle famiglie. Così, la loro dimensione media in Alto Adige nel 2011 corrispondeva a 2,4 persone, mentre nel 1991 era ancora di 3 persone.⁴² Inoltre, i prezzi degli alloggi e delle aree edificabili sono in costante aumento. Da un lato, questo aumento è dovuto all'aumento della domanda, d'altra parte, si può osservare una tendenza generale

di aumento dei prezzi (terreni, costi di costruzione, materie prime). Poiché la speculazione e le attività economiche immobiliari sono aumentate drasticamente, e le aziende dominanti sul mercato stanno diventando meno numerose, di conseguenza hanno una maggiore influenza sul suo sviluppo. Inoltre, c'è la crescente quota di affitti a breve termine registrata tramite piattaforme come Airbnb, così come la quota di seconde case, che a loro volta si traducono in un basso valore aggiunto per la regione stessa e un onere infrastrutturale stagionale e regionale non uniforme. Specialmente per le persone a basso reddito, tra gli altri costi inevitabili l'alloggio non è quasi più finanziariamente accessibile, anche se costituisce uno dei bisogni fondamentali.

Certo è che c'è bisogno di una mercificazione mirata e dello sviluppo e promozione di nuove opzioni edili e abitative sostenibili: co-living (convivenza temporanea di più persone o famiglie), co-housing (convivenza permanente di più persone/famiglie), la convivenza multigenerazionale (convivenza di più generazioni sotto lo stesso tetto), costruire in altezza invece che in larghezza, oppure case a energia zero, CO₂-negative, costruzioni modulari etc.

Per sviluppare e implementare alternative sostenibili c'è bisogno di coraggio da parte della politica e di una maggiore cooperazione tra team interdisciplinari composti da progettisti e imprese esecutrici, ma anche soprattutto tra pratica e ricerca, al fine di scoprire come chi verrà in futuro preferirebbe vivere (e lavorare), tenendo sempre conto dei vari aspetti della sostenibilità. Non sarà solo questione di come costruire e ristrutturare in modo economico e sostenibile, ma anche soprattutto di come le persone possono vivere insieme, di come i centri e gli spazi pubblici possano essere rivitalizzati, l'approvvigionamento locale possa essere assicurato e nuove forme di lavoro possano essere promosse.

FASE 5: RESTAURO VS. COSTRUZIONI

Malles Venosta

Evento di apertura: "Meno è meglio": fuga dalla società del consumo

Con: Valentina Aversano-Dearborn, co-fondatrice e co-direttrice dell'organizzazione educativa ViA: Forum for Sustainable Visions in Action

Dialogo imprenditoriale: Upcycling e Recycling: che soluzioni abbiamo?

Con: Armin Windegger, Windegger Group e Giulio Angelucci, direttore dell'Ufficio gestione rifiuti, Provincia Autonoma di Bolzano

Escursione: Progetti di successo: come unire tradizione e modernità?

Con: Jürgen Wallnöfer, architetto libero professionista

Laboratorio ambientale per bambini e ragazzi: Rifiuti preziosi - dal riciclaggio all'upcycling

Con: Ökoinstitut Alto Adige con Elisabeth Locher, responsabile di progetto

L'ultima fase del ciclo di vita degli edifici sostenibili è cruciale, perché è il momento in cui bisogna decidere se un edificio deve essere demolito e quindi diventare un rifiuto, o se può essere riproposto e restaurato, quindi conservato. Se non è possibile attuare una conservazione sostenibile e opportuna, si producono rifiuti che di solito non possono essere riutilizzati o riciclati a causa dei metodi di costruzione convenzionali dei decenni passati. Se invece questa conservazione è possibile, per esempio grazie alla struttura dell'edificio, delle sue condizioni e della necessità, allora può essere mantenuto.



I rifiuti comprendono tutte le sostanze o gli oggetti di cui il loro proprietario si libera, vuole o deve liberarsi per vari motivi. Nel migliore dei casi, è possibile riciclare i rifiuti, cioè riutilizzare il materiale. In questo processo, alcune sostanze o rifiuti sono raccolti separatamente, selezionati, lavorati e reintrodotti nel ciclo economico come materie prime secondarie o prodotti. Se i rifiuti non possono più essere riciclati materialmente, il recupero energetico è un'altra opzione. In questo caso, i rifiuti vengono bruciati in un impianto inceneritore e utilizzati per ottenere energia sotto forma di calore o elettricità. Un'altra opzione è che combustibili sostitutivi (RDF) sono prodotti da esso, che poi sostituiscono combustibili fossili come il carbone o il petrolio. L'upcycling, d'altra parte, serve per valorizzare un materiale di partenza attraverso ulteriori lavorazioni e "riparazioni estetiche". Si tratta per lo più di materiali residui inutilizzati, come nuovi, avanzati da altri processi di produzione, ai quali viene data una seconda (o terza) vita sotto forma di nuovo tipo di prodotto. Il downcycling è un'altra forma di riciclaggio dei rifiuti, con la particolarità che i materiali in questione perdono qualità attraverso l'ulteriore lavorazione e nel processo si crea un prodotto finale meno pregiato. Il downcycling è quindi un tipo di riciclaggio così come lo è la sua controparte, l'upcycling, in cui dai rifiuti si ottengono prodotti finali di qualità superiore.

Per quanto riguarda la sostenibilità nel settore edile e abitativo, è essenziale ridurre la produzione di rifiuti, sia nella creazione, nell'uso o al momento della demolizione di un edificio. Per questo, si dovrebbero usare materiali naturali, separabili e riciclabili. Idealmente, secondo il principio dell'economia circolare, un prodotto non lascia il ciclo come rifiuto, ma trova un nuovo scopo ancora e ancora, attraverso il riciclaggio, l'upcycling o il downcycling. Quando si selezionano o si acquistano prodotti, oltre alla riciclabilità dovrebbe essere presa in maggiore considerazione anche la loro durata. Sarebbe importante anche includere il costo dei rifiuti nel prezzo di acquisto contribuendo così alla trasparenza. Piani sui rifiuti esistono già in altri paesi UE.

Grazie ai principi di efficienza e coerenza, è stato possibile migliorare il trattamento dei rifiuti negli ultimi decenni, aumentando il tasso di riciclaggio e il tasso di ritorno dei rifiuti nel ciclo produttivo. Tuttavia, la cosa migliore per l'ambiente, come illustrato dal principio della sufficienza, sarebbe di evitare gli sprechi dove possibile, consumando solo ciò che è veramente necessario o scambiando e prestando più spesso gli oggetti (sharing economy) invece di comprarli singolarmente.

DIECI MISURE PER UNA MAGGIORE SOSTENIBILITÀ NEL SETTORE EDILIZIO E ABITATIVO

- Adattamento delle condizioni politico-giuridiche (leggi, regolamenti, finanziamenti, sovvenzioni, ecc.) in direzione di uno sviluppo sostenibile a 360°;
- Promuovere ricerca e sviluppo nell'ambito dell'edilizia e dell'abitare sostenibile;
- Promuovere progetti per vivere e lavorare in spazi condivisi, per ridurre al minimo il consumo del suolo e sfruttare lo spazio libero;
- Promuovere progetti innovativi nell'uso del suolo, nello sviluppo dei paesi e nella progettazione di spazi verdi;
- Contribuire con un indennizzo per la liquidazione delle spese di acquisto o di affitto per le persone a basso reddito;
- Stabilire i costi reali, per esempio includendo nel prezzo i costi di smaltimento e trasporto;
- Fornire informazioni sull'edilizia sostenibile (liste dei materiali, analisi del ciclo di vita, ecc.);
- Rinforzare la collaborazione fra progettisti, appaltatori e clienti;
- Organizzare corsi di formazione per le imprese e gli uffici di progettazione al momento dell'introduzione di nuovi prodotti;
- Realizzare progetti pilota, per esempio nella costruzione e ristrutturazione di edifici pubblici.

Box 6: Suggestimenti per una maggiore sostenibilità nel settore edilizio



3.2. Risultati del sondaggio su sostenibilità e consapevolezza ambientale

Durante il tour nella Val Venosta, i visitatori del *Tiny FOP MOB* hanno avuto la possibilità di partecipare a un sondaggio esplorativo e non rappresentativo, su base volontaria, svolto tramite un questionario (vedi Fig. 7 e 8). Sono stati valutati 148 questionari validi.



Figura 7: Dati sociodemografici degli intervistati (Eurac Research)

Una parte del sondaggio aveva lo scopo di raccogliere i desideri degli intervistati per quanto riguarda la sostenibilità. Il bisogno di consapevolezza e l'importanza di sensibilizzare la popolazione sono alcune delle voci menzionate più di frequente. Dalle risposte emerge anche come gli intervistati siano abbastanza critici sull'idea di crescita. Meno è meglio, riduzione del consumo, riduzione dei rifiuti, nessun obbligo a crescere, decrescita o qualità invece di quantità sono solo alcune delle risposte date. Moderazione, riduzione del consumo di carne, niente auto, azioni ponderate, andare in bicicletta, cambiamenti nel consumo di cibo, rinunciare alla plastica, meno individualismo, beni di seconda mano, economia circolare o meno voli sono esempi concreti di ciò che gli intervistati hanno in mente. Anche l'importanza di un cambiamento a livello politico è stata menzionata più volte, in particolare il desiderio di leggi più severe, un sovrapprezzo sulla CO₂ prodotta e più protezione del clima e dell'ambiente.



Figura 8: Nuvola di parole riguardo i desideri per un futuro sostenibile (Eurac Research)

È stato approfondito anche il livello di consapevolezza ambientale dei visitatori del *Tiny FOP MOB*. Per scoprire quanto radicata sia questa consapevolezza, sono state proposte varie tesi sul tema ambiente e sostenibilità con una scala Likert come metodo di risposta (da completamente in disaccordo (1) a completamente d'accordo (5)). Inoltre, ai visitatori del *Tiny FOP MOB* è stato chiesto di indicare quanto fossero d'accordo con varie affermazioni su ambiente e sostenibilità (vedi Fig. 9). Questo quesito aveva lo scopo di cogliere la consapevolezza ambientale come convinzione generale o visione del mondo.⁴³

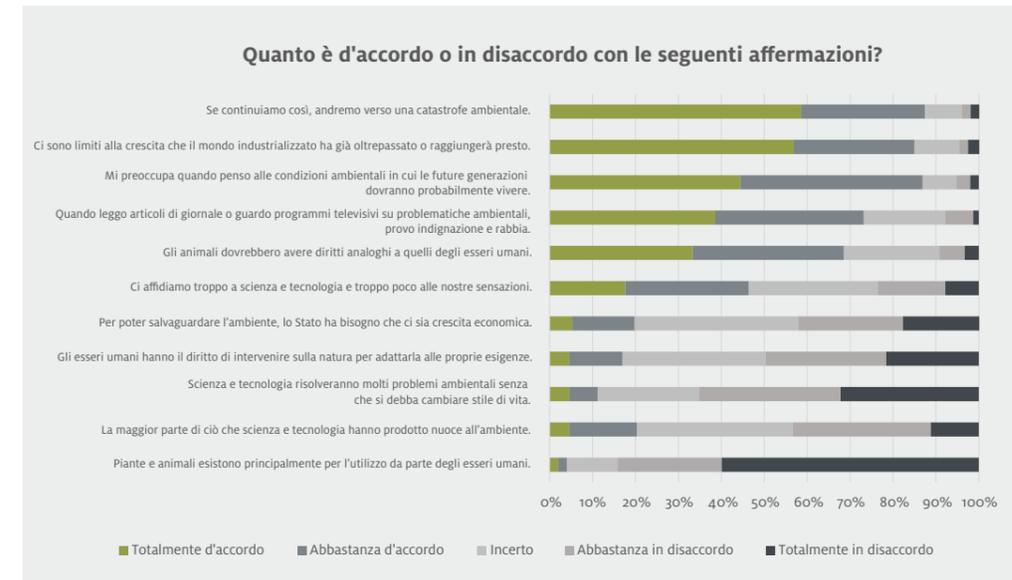


Figura 9: Concordanza con le affermazioni relative alla consapevolezza ambientale (Eurac Research)

L'affermazione che dice che ci stiamo dirigendo verso una catastrofe ambientale se continuiamo come ora ha raggiunto la più alta percentuale di persone d'accordo: il 58,6 per cento degli intervistati è completamente d'accordo, il 28,9 per cento è molto d'accordo. Valori altrettanto alti sono stati raggiunti dall'affermazione che i limiti della crescita della nostra società industriale sono già stati superati o lo saranno presto. Inoltre, circa la stessa percentuale di intervistati è preoccupata al pensiero delle condizioni in cui dovranno vivere i nostri figli e nipoti, anche se qui la divisione tra completamente d'accordo (44,4 per cento) e molto d'accordo (42,5 per cento) è più equilibrata. L'affermazione che leggere notizie sui giornali o guardare programmi televisivi sui problemi ambientali fa indignare o arrabbiare ha ricevuto una percentuale di accordo un po' più bassa, ma ancora molto alta: quasi tre quarti degli intervistati erano d'accordo, mentre un altro 19 per cento ha risposto parzialmente d'accordo. Anche l'affermazione "gli animali dovrebbero avere diritti alla vita simili a quelli degli esseri umani" è stata condivisa dalla maggioranza degli intervistati, con il 68,6 per cento d'accordo (33,3 per cento completamente d'accordo, 35,3 per cento molto d'accordo).

Si rileva un alto livello di disaccordo riguardo all'affermazione che ci fidiamo troppo di scienza e tecnologia e troppo poco dei nostri sentimenti: con il 30,1 per cento, l'opzione di risposta parzialmente ha raggiunto i valori più alti. Nel complesso, tuttavia, la percentuale di accordo con l'affermazione (completamente d'accordo e molto d'accordo) con il 46,4 per cento è ancora significativamente più alta di quella del disaccordo (piuttosto in disaccordo e per niente d'accordo) con il 23,5 per cento.

Le affermazioni "Per poter proteggere l'ambiente, la regione/lo Stato ha bisogno di crescita economica", "Le persone hanno il diritto di adattare la natura secondo i loro bisogni" e "La maggior parte di ciò che la scienza e la tecnologia hanno prodotto è dannoso per l'ambiente" hanno rice-

vuto percentuali d' accordo molto simili. La percentuale è sempre relativamente bassa, intorno al 20 per cento; tuttavia, una gran parte degli intervistati è indecisa: circa un terzo ha scelto l'opzione di risposta "parzialmente". Se si sommano le risposte "piuttosto in disaccordo" e "per niente d'accordo", comunque il rifiuto è chiaramente il più pronunciato con il 40-50 per cento.

L'affermazione che scienza e tecnologia risolveranno molti dei nostri problemi ambientali senza che noi siamo costretti a cambiare il nostro stile di vita ha ottenuto un alto livello di disaccordo: circa il 32 per cento era "completamente in disaccordo" o "fortemente in disaccordo" con questa affermazione. L'affermazione "Le piante e gli animali esistono principalmente per essere usati dall'uomo" ha raggiunto il più alto livello di disaccordo; quasi il 60 per cento è – completamente in disaccordo" e un altro 24,3 per cento è –fortemente in disaccordo".

Nel complesso, emerge chiaramente che i visitatori del *Tiny FOP MOB* intervistati hanno un livello molto alto di consapevolezza ambientale, poiché per quasi ogni affermazione l'accordo complessivo con la direzione più ecologica era più alto di quello con la direzione più dannosa per l'ambiente. L'unica eccezione si è rilevata nell'affermazione "Ci fidiamo troppo della scienza e della tecnologia e troppo poco dei nostri sentimenti", dove si è registrato un alto tasso di disaccordo.

In particolare, dall'alto livello di accordo con le prime quattro affermazioni e l'alto livello di disaccordo con l'ultima, emerge come la maggior parte degli intervistati riconosca i pericoli del cambiamento climatico e il carattere limitato della crescita basata sulle risorse, e vi associ emozioni negative. Per quanto riguarda possibili misure d'azione e il ruolo di scienza e tecnologia, tuttavia, l'opinione degli intervistati è meno chiara.

3.3. Prove di laboratorio con la costruzione di due pareti nel Facade System Interactions Lab

Nel progetto *Tiny FOP MOB* sono state svolte diverse tipologie di test al fine di valutare le prestazioni igrotermiche e l'impatto sulla qualità dell'aria interna (IAQ) di alcuni materiali e soluzioni tecnologiche. Il primo set di test (che ha riguardato sia aspetti geotermici che IAQ) è stato condotto su due prototipi di facciata, forniti dalle aziende partner Schontaler e Habicher, presso il Facade System Interactions Lab (in breve, MultiLab) di Eurac Research. Un secondo set di analisi è stato invece svolto all'interno del prototipo mobile *Tiny FOP MOB* e ha riguardato il tema dell'IAQ e, più in generale, dell'IEQ (qualità ambientale interna). Durante il tour nelle cinque località della Val Venosta sono stati monitorati i parametri ambientali sia interni che esterni (ad esempio temperature e livelli di anidride carbonica – CO₂) e sono stati anche somministrati dei questionari ai visitatori del prototipo per valutare il comfort percepito, così da poter avere una valutazione sia oggettiva che soggettiva dell'IEQ.



Figura 10: Il Facade System Interactions Lab (MultiLab) di Eurac Research

Nel MultiLab sono state testate due pareti costruite dalle aziende partner: una realizzata completamente in legno e una combinando una struttura portante in legno con mattoni in canapa. Gli esperimenti sono serviti alla valutazione delle prestazioni energetiche e dell'impatto sui livelli di CO₂ interni delle due diverse pareti.



Figura 11: Sensori di facciata (sinistra), Blower-door-test (centro), disposizione dei sensori per il test di valutazione dell'ambiente (destra)

Nella prima fase del test è stata misurata la trasmittanza (permeabilità) termica dei due prototipi di facciata. In generale, minore è la trasmittanza e maggiore è l'isolamento termico fornito dalla parete, per cui una buona trasmittanza consente minori consumi energetici. Questo presenta vantaggi economici (meno costi di riscaldamento) e benefici per la società (riduzione delle emissioni di CO₂). Per entrambe le pareti testate sono stati registrati buoni valori di trasmittanza termica, simili fra loro e migliori a quelli richiesti attualmente dalla certificazione CasaClima classe A.

Nel MultiLab sono stati poi svolti dei test per studiare l'influenza delle due pareti sulla qualità dell'aria e, in particolare, il loro impatto sui livelli interni di CO₂. Come test preliminare è stato eseguito un test di tenuta all'aria (blower door test) per assicurarsi che il peso delle infiltrazioni d'aria (almeno in piccola parte presenti in ciascun edificio) fossero comparabili nelle due camere e che quindi l'unica differenza fossero le caratteristiche costruttive della parete di prova. Dopo il Blower-door-test è stato studiato l'impatto delle facciate sulla concentrazione di CO₂. In questo test, la CO₂ è stata rilasciata al centro della stanza ad un'altezza di 1,60 m (posizione di una persona in piedi) utilizzando una bombola di gas per simulare la presenza di persone. La variazione nel tempo di CO₂ all'interno della stanza è stata monitorata (vedi Fig. 11). La parete in fibra di legno non ha capacità di assorbimento della CO₂, per cui è stata considerata come riferimento per il confronto con la parete in canapa, che al contrario, secondo la letteratura, in generale ha la capacità di assorbire CO₂.

Nel test di CO₂ nel MultiLab non è stata registrata alcuna differenza significativa tra le due pareti, il che vuol dire che i loro effetti sui livelli di CO₂ erano molto simili. Questo risultato indica che il motivo principale della diminuzione dei livelli di CO₂ erano le infiltrazioni d'aria nella stanza. In altre parole, poiché il tasso di infiltrazione dell'aria nel MultiLab è più alto che in un edificio di nuova costruzione, il tasso di assorbimento di CO₂ del muro di canapa non è rilevabile rispetto all'effetto di infiltrazione. In edifici più vecchi, caratterizzati da un tasso di infiltrazione più elevato, la capacità di assorbimento della canapa può quindi non avere un effetto significativo sul contenuto di CO₂ all'interno. Da notare anche che solo una parete del laboratorio era rivestita di mattoni di canapa, mentre le altre cinque superfici (tre pareti, pavimento e soffitto) erano quelle del laboratorio. Così, solo circa il 10 per cento della superficie interna aveva la capacità di assorbire CO₂; e una percentuale più alta (diciamo, se un'intera casa fosse costruita con questo materiale) potrebbe dare risultati diversi.

3.4. Esperimenti sul *Tiny FOP MOB*

I test sull'impatto della canapa sui livelli di CO₂ sono poi proseguiti anche nel prototipo *Tiny FOP MOB*. In questo caso la struttura era composta da canapa e legno ed è stato possibile valutare le prestazioni del mattone in canapa in condizioni più simili a quelle che si avrebbero in una casa reale rispetto a MultiLab.

Per questo test le misurazioni sono state svolte con due dispositivi multi parametro sviluppati da Eurac Research e chiamati EQ-OX (Environmental Quality – BOX) (vedi Fig. 12) posizionati uno all'interno e un altro all'esterno del prototipo mobile per misurare temperatura, umidità relativa e CO₂ durante tutto la durata del tour in Val Venosta. Alla fine del tour è stato condotto un blower-door-test anche sull'edificio mobile per quantificare i ricambi d'aria e poter così confrontare questi risultati con quelli ottenuti nel MultiLab.

Parallelamente a questo monitoraggio continuo sono stati somministrati dei questionari di percezione del comfort alle persone che hanno visitato il *Tiny FOP MOB* per raccogliere la loro valutazione soggettiva su IAQ, comfort termico, acustico e visivo al suo interno.



Figura 12: Dispositivi di monitoraggio multi-parametro all'interno (a) e all'esterno (b) del *Tiny FOP MOB*

La tenuta all'aria misurata nel prototipo invece è più simile a quella di un edificio recente e quindi la capacità di assorbimento di CO₂ della canapa ha la possibilità di essere più significativa. Inoltre, nel prototipo tutte le pareti sono state fatte con mattoni in canapa e le dimensioni sono relativamente piccole, quindi il rapporto superficie-volume (la quantità di superficie assorbente per unità di volume) è notevolmente più alto nel prototipo rispetto al MultiLab. Questa differenza nella superficie a contatto può avere un impatto significativo sulla capacità di assorbimento di CO₂ della canapa.

Le ipotesi precedentemente fatte sono state confermate dai risultati ottenuti dal monitoraggio della CO₂ all'interno del prototipo. Come esempio vengono presi i dati di monitoraggio della CO₂ durante la settimana dal 26 al 31 luglio (vedi Fig.13). La linea arancione rappresenta la concentrazione di CO₂ all'esterno, sempre vicina a 400 ppm (concentrazione di CO₂ ambientale) mentre la linea blu è la concentrazione all'interno. Come si può vedere nella figura, i livelli interni di CO₂ decrescono significativamente durante la notte raggiungendo livelli più bassi di quelli ambientali (circa 420 ppm). Questi risultati suggeriscono una capacità di assorbimento non trascurabile delle pareti di canapa nel prototipo *Tiny FOP MOB*.

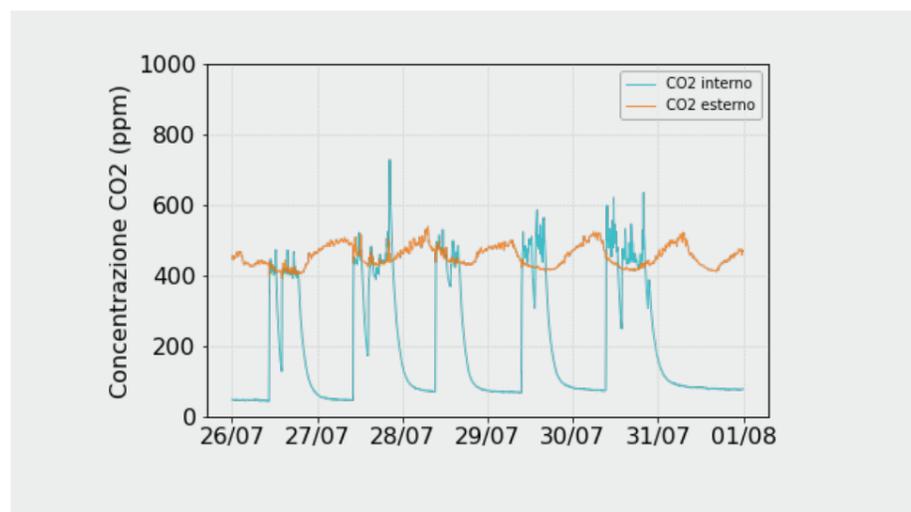


Figura 13: Livelli di CO₂ misurati all'interno e all'esterno del prototipo tra il 26 e il 31 luglio (Eurac Research)

I risultati ottenuti in questo progetto evidenziano che la canapa è in grado di catturare la CO₂, ma l'impatto effettivo di questa proprietà dipende fortemente dalle caratteristiche dell'edificio come il tasso di infiltrazione dell'aria e dal rapporto superficie assorbente-volume. In edifici con tassi di infiltrazione bassi e un alto rapporto superficie-volume, l'uso della canapa può aiutare a diminuire i livelli di CO₂. Tuttavia, è importante ricordare che la canapa non è in grado di rimuovere altri inquinanti presenti nell'aria interna, quindi la ventilazione va sempre valutata in funzione anche degli altri possibili inquinanti e delle condizioni igrotermiche. Nel contesto del cambiamento climatico, la canapa offre una strada verso un'industria delle costruzioni più ecologica.

3.5. Risultati della valutazione del comfort del *Tiny FOP MOB*

Il comfort rappresenta uno stato psicofisico di soddisfazione nei confronti dell'ambiente in cui ci troviamo. Lo stato di comfort è sinonimo, pertanto, di una sensazione di benessere fisico e mentale. Nel valutare il comfort percepito, l'opinione delle persone che si trovano in un ambiente è fondamentale.⁴⁴ Per rispondere a questa domanda è stata effettuata una valutazione del comfort ambientale all'interno del prototipo. La valutazione è stata svolta sia tramite strumenti (valutazione oggettiva), sia tramite interviste ai visitatori (valutazione soggettiva).

Nel progetto *Tiny FOP MOB* sono state poste domande ai visitatori sul grado di soddisfazione e di comfort percepiti nei confronti delle condizioni termiche, visive, acustiche, e di qualità dell'aria tramite un questionario. I partecipanti erano chiamati inoltre a esprimersi sulla volontà di migliorare le condizioni termiche, di avere più o meno silenzio, una diversa quantità di luce o di ventilazione. Le risposte dei visitatori sono state poi confrontate con i dati raccolti dal monitoraggio dei parametri ambientali. Associare i dati di percezione degli occupanti ai dati monitorati dall'ambiente fisico – è importante per ricavare informazioni utili alla progettazione di ambienti di vita e di lavoro confortevoli, prima che questi vengano realizzati, costruiti o ristrutturati, e quindi occupati. Il controllo dei parametri ambientali "fisici" in fase di progettazione sulla base dei dati "percettivi" raccolti dagli occupanti consente di progettare degli ambienti che saranno percepiti come confortevoli dai futuri occupanti. Ma il monitoraggio dei dati ambientali è importante anche per garantire delle condizioni salubri, anche laddove la nostra percezione non basta. Un esempio è costituito dalla qualità dell'aria, dove non sempre il nostro fiuto è sufficiente, ad esempio, ad avvertire concentrazioni di inquinanti nell'aria. Per questo motivo, all'interno del *Tiny FOP MOB* sono state monitorate sia la temperatura dell'aria che la concentrazione di anidride carbonica (CO₂).

I dati raccolti dal questionario di valutazione della qualità ambientale interna hanno evidenziato condizioni termiche, acustiche, visive e di qualità dell'aria generalmente percepite come soddisfacenti e confortevoli da parte dei 162 visitatori che hanno preso parte volontariamente allo studio. La maggior parte dei visitatori non avrebbe apportato alcuna modifica all'ambiente termico, acustico, visivo e alla ventilazione dell'ambiente, a ulteriore conferma dell'adeguatezza dell'ambiente interno al *Tiny FOP MOB*. Le valutazioni erano complessivamente positive sia tra i visitatori che avevano effettuato il questionario appena entrati nel prototipo, sia tra coloro che si trovavano all'interno da più tempo.

I risultati trovano riscontro nei parametri ambientali misurati al momento della compilazione dei questionari (temperatura e concentrazione di CO₂), che corrispondono a livelli di comfort e salubrità per gli occupanti. La temperatura dell'aria era in media di 22°C, e la concentrazione di CO₂ era in media pari a 459 ppm. Complessivamente, i valori di concentrazione di CO₂ sono sempre inferiori a 950 ppm, valore limite di riferimento per la categoria di livello "Alto" secondo la norma UNI EN 16798-1:2019, a cui corrispondono condizioni di miglior comfort e salubrità per gli abitanti.

Oggi giorno l'urgenza di ridurre le emissioni di CO₂ correlata alle attività umane spinge la ricerca a trovare materiali più sostenibili e a basso impatto ambientale. I test svolti all'interno di questo progetto hanno avuto proprio lo scopo di dare indicazioni sulle potenzialità di un materiale poco utilizzato ma teoricamente promettente come la canapa. I risultati mostrano come alle buone prestazioni energetiche e di comfort in generale a una struttura in canapa si può anche associare un impatto positivo sulla qualità dell'aria interna (in particolare sui livelli di CO₂) a condizione che la superficie assorbente sia sufficientemente ampia e la tenuta all'aria in linea con gli standard dei nuovi edifici.



3.6. Percezione del Real World Laboratory

Un'altra attività scientifica del progetto di ricerca *Tiny FOP MOB* è stata l'analisi della percezione dei visitatori del prototipo. L'analisi della percezione di un prodotto in relazione alle sue caratteristiche di qualità e le decisioni di acquisto associate sono un campo di ricerca importante e appassionante. In questo caso, si trattava specificamente di indagare come le caratteristiche del *Tiny FOP MOB*, costruito con materiali sostenibili, la sua qualità abitativa o i suoi possibili usi fossero percepiti dai visitatori, senza che questi avessero precedentemente ricevuto informazioni sugli aspetti menzionati o sulla sostenibilità del Real World Laboratory.

Circa 150 persone selezionate a campione hanno partecipato all'esperimento. È stato chiesto loro di visitare il prototipo e successivamente di compilare un questionario. La parte del questionario relativa alla percezione comprende 13 diverse affermazioni da valutare per mezzo di una scala Likert che va da 1 ("Totalmente in disaccordo") a 5 ("Totalmente d'accordo") (vedi Fig.14). La prima affermazione indaga direttamente il livello di conoscenza del prodotto e del progetto stesso, così da tenere in considerazione la disparità di informazioni precedentemente acquisite dai partecipanti al momento della compilazione del questionario. Le domande che indagano la qualità (da 2 a 6) provengono da una lista già disponibile di affermazioni che rilevano la percezione della qualità nell'insieme dei prodotti sostenibili. Il questionario è poi integrato da affermazioni specifiche per il progetto e il prodotto indagato, ovvero la capacità di rappresentare il territorio (7), l'idoneità a diversi scopi (da 8 a 12), e la percezione della sostenibilità (affermazione 13).

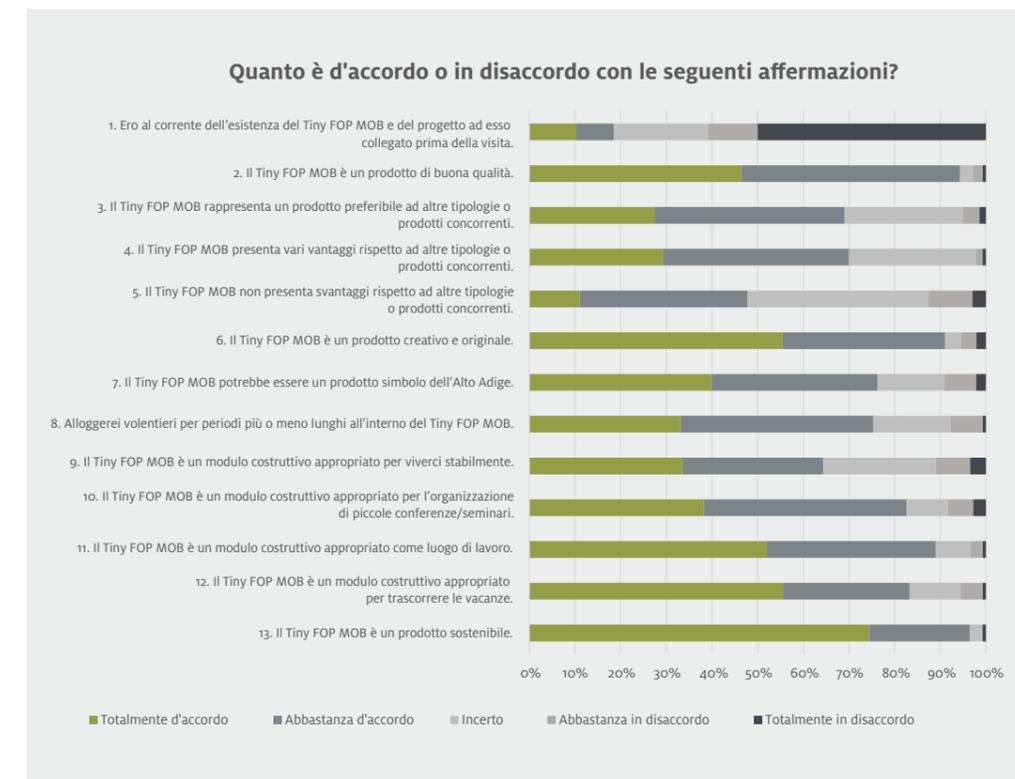


Figura 14: Accordo con le affermazioni riguardanti la percezione del *Tiny MOB FOP* (Libera Università di Bolzano)

Oltre al questionario, l'analisi della percezione soggettiva del *Tiny FOP MOB* è stata arricchita tramite lo studio del comportamento visivo di un totale di 26 partecipanti, grazie all'utilizzo di occhiali eye-tracking (Tobii Pro Glasses 2). L'analisi del comportamento visivo, che è inconscio, aveva lo scopo di determinare quali parti interne del *Tiny FOP MOB* fossero di particolare interesse o attirassero l'attenzione dei partecipanti (aree di interesse - AOI). Le aree di interesse sono definite come punti omogenei e delimitabili, per esempio in base al loro aspetto o alla loro funzionalità (come soffitto, pareti, porte). Tramite l'uso degli occhiali eye-tracking, è stato possibile registrare il comportamento visivo di ogni partecipante; i punti segnati in verde nelle registrazioni indicano le fissazioni, ovvero i dettagli sui quali lo sguardo si è soffermato per un periodo di tempo più lungo (vedi Fig. 15).



Figura 15: Interno (a-b) e fissazione durante un'osservazione con occhiali eye-tracking (c)

I video sono stati poi suddivisi per poter calcolare la permanenza di ciascun partecipante su ciascuna AOI, tramite un processo di segmentazione dei video tramite l'interfaccia mostrata di seguito (vedi Fig. 16).



Figura 16: Suddivisione delle aree di interesse

Sono stati identificati in totale dieci aree di interesse, a loro volta assegnati a tre categorie: 1) pareti, soffitto e pavimento come elementi strutturali dell'edificio, che in questo studio sono stati considerati come gli elementi più importanti del prototipo, soprattutto per i materiali utilizzati; 2) infissi, mobili, illuminazione ed esterni visibili come elementi abitativi che si trovano tipicamente in edifici e case; e 3) materiale informativo, proiettori, apparecchiature elettroniche e altri elementi potenzialmente di disturbo come elementi specifici, presenti nel prototipo per via dei requisiti del progetto.

I risultati più importanti sulla percezione soggettiva, raccolti per mezzo di questionari, sono i seguenti:

- Circa la metà dei partecipanti ha dichiarato di non sapere nulla del *Tiny FOP MOB* e degli obiettivi precisi del progetto (affermazione 1) (questo dimostra che le informazioni sul prototipo non erano direttamente visibili durante la visita).
- Dalle affermazioni sulla percezione (2-13) è emersa una valutazione molto positiva del *Tiny FOP MOB* (con voti soprattutto di valore quattro o cinque). Le affermazioni 6 e 13, che si riferiscono rispettivamente all'originalità e alla sostenibilità del prodotto, sono state valutate in modo particolarmente positivo.
- Attraverso un'analisi statistica è emerso come non si possa identificare nessuna correlazione diretta tra l'affermazione 1 (sulla conoscenza del progetto) e l'affermazione 13 (sulla sostenibilità del prodotto) nei risultati raccolti. Pertanto, non è possibile determinare con certezza se le informazioni ottenute sulle caratteristiche del *Tiny FOP MOB* abbiano influenzato positivamente o negativamente le valutazioni dei partecipanti, soprattutto in relazione alla sostenibilità percepita.

Per quanto riguarda invece i risultati ottenuti dalle registrazioni con occhiali eye-tracking, si riporta quanto segue:

- Particolare attenzione è stata data ai poster informativi appesi all'interno del *Tiny FOP MOB* in occasione di eventi programmati; è tuttavia doveroso sottolineare che questa tendenza è ampiamente giustificata dal fatto che metà dei partecipanti non fossero a conoscenza degli scopi del progetto e fossero quindi incuriositi/incentivati a raccogliere informazioni a riguardo.
- I tempi di permanenza dedicati agli elementi strutturali sono stati significativamente inferiori a quelli trascorsi su altri elementi. I risultati relativi alla maggiore attenzione prestata alle pareti rispetto ad altri elementi strutturali possono essere motivati da almeno due aspetti: la particolarità delle pareti del *Tiny FOP MOB* a livello di consistenza e materiale e il fatto che esse si trovino ad altezza occhi.
- La spiccata attenzione dei partecipanti data alle aree di interesse 8-10, relative a caratteristiche specifiche del prodotto e del progetto, è un dato particolarmente rilevante.

Dall'analisi comparativa effettuata per i 26 partecipanti, di cui sono stati raccolti sia dati dai questionari cartacei che dati dall'esperienza visiva con gli occhiali eye-tracking, è emerso quanto segue:

- In base alle ipotesi di partenza, gli elementi strutturali avrebbero dovuto avere un impatto maggiore sulla valutazione del prototipo, poiché erano caratterizzati da una struttura particolare per via dei materiali coinvolti (mattoni di canapa e legno).
- Sorprendentemente sui dettagli, ai quali non è stata prestata particolare attenzione durante la progettazione del prototipo, è stata invece data maggiore attenzione rispetto agli elementi strutturali di base. In particolare, le aree di interesse 4-7 (relative a elementi ordinari, come illuminazione e arredamento) hanno influenzato complessivamente in negativo la valutazione del prototipo, come la sua idoneità ad essere usato per scopi lavorativi o per ospitare conferenze e riunioni.
- Gli elementi specifici relativi al progetto (materiale informativo, dispositivi elettronici, ecc.) non hanno mostrato una correlazione significativa con la qualità percepita del *Tiny FOP MOB*.

In merito agli scopi del progetto e a come sono stati pensati e svolti gli esperimenti, è utile riassumere brevemente quali sono stati i limiti principali. In prima battuta, il campione dei partecipanti era casuale, ma la partecipazione volontaria potrebbe renderlo poco rappresentativo della popolazione generale. Si può quindi ipotizzare che le persone disposte a partecipare abbiano una visione a priori positiva del design presentato, il che giustifica (seppure in parte) le alte valutazioni ottenute nei questionari. Questo potrebbe spiegare perché la conoscenza del prodotto acquisita dai partecipanti non abbia influenzato in modo netto la loro percezione della sostenibilità e della qualità. In secondo luogo, ogni partecipante potrebbe aver valutato in modo diverso la quantità di informazioni elaborate e la mancanza di conoscenze necessarie per valutare il prototipo in modo pienamente consapevole.



3.7. Analisi del ciclo di vita nell'ambito del progetto *Tiny FOP MOB*

L'analisi del ciclo di vita (inglese Life Cycle Assessment, LCA) è un approccio che mira ad analizzare e documentare opzioni tecniche e alternative per ridurre al minimo l'impatto ambientale di un prodotto/processo. Di solito prende in considerazione tutti gli input (come energia e risorse utilizzate) e gli output (come scarti e immissioni nell'ambiente), a partire dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento o al riciclaggio del prodotto preso in esame. Un indicatore particolarmente significativo è rappresentato dai chilogrammi di anidride carbonica prodotta equivalenti (Kg CO₂e). L'anidride carbonica è infatti uno dei gas ad effetto serra che contribuisce maggiormente al riscaldamento globale. Nel settore edilizio, ad esempio, questa analisi viene effettuata per valutare l'impatto ambientale dei materiali da costruzione o dell'intero edificio. Nel progetto *Tiny FOP MOB*, l'analisi del ciclo di vita mira a dimostrare l'impatto ambientale dell'uso di materiali sostenibili rispetto ai materiali convenzionali.

Il *Tiny FOP MOB* è stato progettato e costruito come un laboratorio mobile, principalmente per scopi scientifici ed educativi. La struttura ha una quantità di materiale nettamente superiore rispetto ad una ipotetica abitazione reale, volta a garantire maggiore stabilità durante il trasporto. L'analisi del ciclo di vita dell'intero *Tiny FOP MOB* risulterebbe dunque fuorviante e non comparabile con i valori ottenibili da abitazioni reali. L'analisi del ciclo di vita presentata in questo capitolo si riferisce quindi a due pareti standard, una in fibra di legno e una in mattoni di canapa, costruite e vendute in questo modo.

In particolare, l'analisi ha riguardato tre diverse unità funzionali:

1. 1 kg di mattoni di canapa con una densità media di 300 kg/m³, prodotti dall'azienda Schönthaler Manufatti in cemento Srl. Il mattone in canapa risulta l'elemento base nella costruzione del *Tiny FOP MOB*;
2. 1 m² di parete realizzata con i mattoni di canapa dell'azienda Schönthaler Manufatti in cemento Srl;
3. 1 m² di parete prefabbricata in fibra di legno, prodotta dall'azienda Habicher Holzbau Srl.

I risultati di tali analisi sono stati poi confrontati con analisi simili sia su materiali sostenibili sia su materiali tradizionali disponibili in letteratura.

L'analisi del ciclo di vita nel settore edilizio è regolata dalle norme ISO14040 e EN15804. Considerando come fasi del ciclo di vita quelle espresse nella norma EN15804, la nostra analisi ha analizzato nello specifico i seguenti processi:

- A1a: Coltivazione della canapa e trasferimento al sito di trasformazione;
- A1b: Trasformazione della canapa per la produzione del mattone;
- A2: Trasporto della canapa al sito di produzione;
- A3: Produzione dei mattoni in canapa;
- A5: Costruzione della parete in mattoni di canapa e della parete prefabbricata in fibra di legno.

L'analisi si è quindi focalizzata sulle prime fasi del ciclo di vita (reperimento/trasporto e produzione materie prime e successiva costruzione della parete). La fase di trasporto dei materiali al cantiere di costruzione delle pareti è stata tralasciata, in quanto varia significativamente in base alla localizzazione di tale cantiere. Inoltre, le fasi successive di uso e fine vita del prototipo e dei suoi materiali sono state tralasciate, dal momento che è verosimile pensare che in tali fasi le differenze rispetto all'edilizia tradizionale siano limitate, nonché a causa delle difficoltà di acquisire dati su tali fasi per un prototipo sperimentale.

In Tabella 1 sono presentati i risultati dell'analisi di ciclo di vita relativa ad un chilogrammo di mattoni di canapa realizzati dall'azienda Schönthaler Manufatti in cemento Srl e confrontati con i valori di altri mattoni in canapa e di materiali tradizionali. Ovviamente un minore impatto ambientale è riconducibile ad un valore inferiore di chilogrammo CO₂e.

| | Mattone di canapa di Schönthaler Manufatti in cemento Srl | Arrigoni et al. (2017) ⁴⁵ | de Souza et al. (2016) ⁴⁶ |
|---|--|--|--------------------------------------|
| Materiali | Canapa, acqua, calce idraulica | Canapa, legante: 80% calce dolomitica idrata e 20% cemento | Sabbia, cemento, pietrisco e acqua |
| Provenienza materiali | Austria | Italia | Non nota |
| Kg CO₂e per kg di mattone | 0,73 | 1,02 | 4,67 |

Tabella 1: Confronto della quantità di CO₂e per kg di mattone (Libera Università di Bolzano)

Il risultato dell'analisi dimostra che il mattone di canapa del *Tiny FOP MOB* è associato a minori emissioni di CO₂, nonostante la fonte del materiale sia più lontana e il percorso di trasporto più lungo (vedi Tab. 1). Il confronto con la produzione di un mattone tradizionale è stato riportato per far risaltare la sostenibilità del mattone in canapa. Come si evince dai risultati, il mattone utilizzato nel *Tiny FOP MOB* impatta oltre l'80 per cento in meno rispetto ad un mattone convenzionale.

In Figura 17 è riportato l'impatto delle varie fasi relative alla produzione del mattone di canapa sulle emissioni di CO₂. La produzione della calce è uno delle categorie che impatta di più sul totale delle emissioni, seguito dal trasporto delle materie prime, in particolare calce e canapulo. Per quanto riguarda la produzione di calce, questo è da sempre un processo altamente impattante. Volendo ridurre ulteriormente il valore delle emissioni, si potrebbe pensare di trovare fornitori il più possibile vicini al sito di produzione.

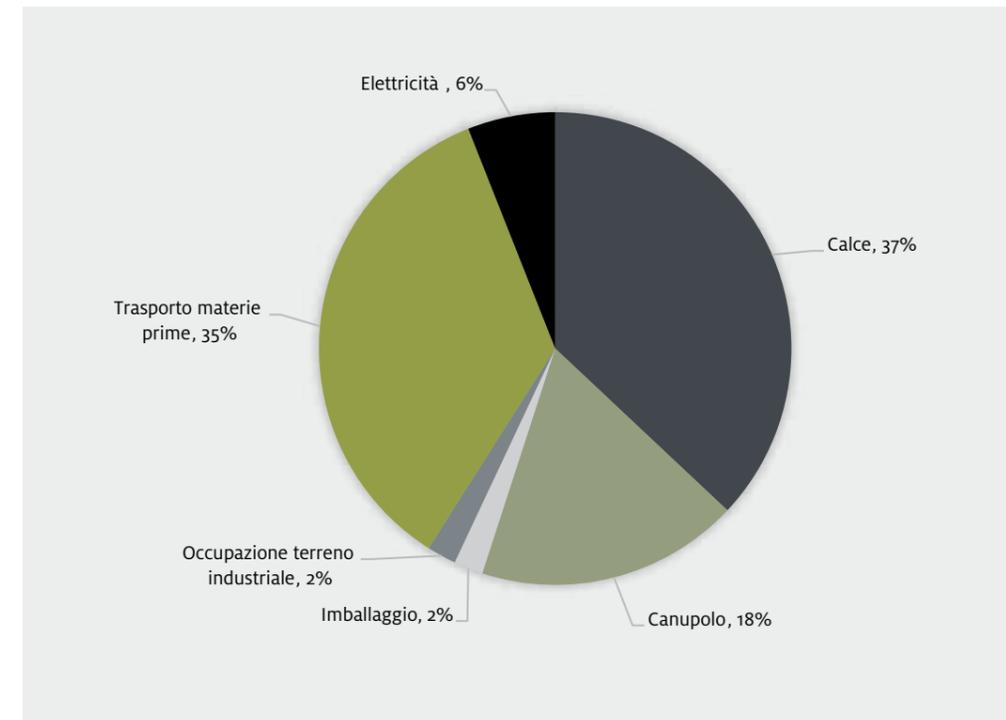


Figura 17: Emissioni di CO₂ durante la produzione del mattone di canapa (Libera Università di Bolzano)

In Tabella 2 vengono riportati i valori di CO₂ relativi ad un metro quadro di parete realizzata con i mattoni di canapa dell'azienda Schönthaler Manufatti in cemento Srl e ad un metro quadro di parete prefabbricata in fibra di legno prodotta dall'azienda Habicher Holzbau Srl, confrontati i valori di un metro quadro di parete costruita con materiali tradizionali. In questo caso è stata considerata sia la CO₂ emessa sia quella sequestrata durante i processi produttivi considerati.

| | Parete in mattoni di canapa | Prefabbricata parete in fibra di legno | Parete tradizionale in muratura ⁴⁷ |
|--|------------------------------------|---|---|
| Tipo di parete | Portante | | |
| Unità di analisi | 1 mq | | |
| Spessore cm | 41 | 37 | 39 |
| Trasmittanza U (W/m²K) | 0,18 | 0,15 | 0,27 |

| Materiali | Intonaco, malta, mattoni in canapa, trave | Intonaco, cartongesso, pannelli fibra di legno, trave | Intonaco, mattoni, polistirene espanso sinterizzato, acciaio |
|---|---|---|--|
| Kg di CO₂ emessa | 73 | 64 | 120 |
| Kg di CO₂ sequestrata | -103 | -50 | -11 |
| Valore netto di CO₂ per metro quadrato di parete finita | -30 | +14 | +109 |

Tabella 2: Confronto della quantità di CO₂e per m² di parete (Libera Università di Bolzano)

Dalla Tabella si può notare come le performance a livello di efficienza energetica e di emissioni di CO₂ sono comparabili e quasi equivalenti nel caso della parete in mattoni di canapa e della parete in fibra di legno. Inoltre, confrontando i risultati con una parete tradizionale in mattoni, si nota come a minor efficienza termica viene anche associato un valore di CO₂ emessa molto più elevato rispetto alla parete in mattoni di canapa e la parete in fibra di legno. Altro valore da tenere in considerazione è l'effetto della biogenazione della canapa (in particolare del canupolo) e della carbonazione della calce, come anche l'effetto dell'assorbimento di CO₂ nella produzione del legno. Questi fenomeni comportano di fatto un assorbimento di CO₂. Dai valori disponibili in letteratura⁴⁸, per ogni chilogrammo di canapa prodotta, 1,52 chilogrammo di CO₂ sono sequestrati principalmente per effetto della fotosintesi. Nel caso della calce il valore corrisponde a 0,54 chilogrammo di CO₂/kg di calce sequestrata durante il processo di calcinazione. Per quanto riguarda il legno, il valore è invece di 1,81 chilogrammo di CO₂/kg. Di conseguenza, il valore netto delle emissioni delle tre pareti deve tenere in considerazione anche l'effetto della CO₂ naturalmente sequestrata da materiali come canapa, calce e legno. I risultati in Tabella 2 mostrano dunque come la parete in mattoni di canapa – considerando le fasi A1a, A1b, A2, A3, e A5 sopra descritte - ha un valore netto di CO₂ negativo, confermandosi come prodotto sostenibile dal punto di vista ambientale. La parete prefabbricata in fibra di legno ha anche un buona capacità di assorbire CO₂. Tuttavia, risulta ancora di poco positivo il bilancio tra CO₂ assorbita e sequestrata. Per quanto riguarda invece una parete in mattoni tradizionale, l'effetto della carbonazione della calce è molto limitato, mantenendo le performance della parete peggiori rispetto alle altre due studiate.



3.8. Circolarità del *Tiny FOP MOB*

L'economia circolare mira a favorire l'utilizzo ottimale delle risorse, sia materiali che tecniche. Per raggiungere questo obiettivo è necessario abbandonare il modello lineare tradizionale dello sfruttamento delle risorse. Il modello dell'economia circolare si basa invece su quanto azioni caratterizzate da diversa vicinanza alla sfera di competenza dell'utente: più l'azione è vicina all'utente, più è circolare. Per esempio, il riutilizzo di un prodotto da parte dello stesso utente è più circolare del riciclaggio, poiché il riutilizzo del prodotto non comprende l'uso di risorse extra. Il riciclaggio, d'altra parte, comprende un cambiamento chimico nel materiale e il trasporto, che comporta comunque l'utilizzo di nuove risorse.

Per valutare la circolarità del prototipo *Tiny FOP MOB*, sono stati applicati due strumenti comuni e ampiamente utilizzati. Applicare più di uno strumento ha permesso di confrontare i risultati ottenuti e coprire il maggior numero di aspetti possibili dell'economia circolare. Gli strumenti di misurazione selezionati sono: il Circularity Calculator (IDEAL&CO Explore & Ellen MacArthur Foundation)⁴⁹ e il Circular Economy Toolkit di Bocken & Evans.⁵⁰

Gli aspetti valutati dai due strumenti sono complementari in modo da fornire una visione migliore della circolarità generale del prototipo. Il primo fornisce risultati sul peso della circolarità del prodotto valutato, il suo potenziale di valorizzazione, il contenuto riciclato utilizzato e un indice di riutilizzo. Il secondo, invece, valuta diversi parametri relativi a progettazione, distribu-

zione e fabbricazione, l'uso del prodotto, la sua riparazione e manutenzione, il suo riutilizzo e distribuzione, la sua re-fabbricazione, la possibilità di essere trasformato in un prodotto-servizio e il riciclaggio del prodotto a fine vita. La tabella 4 illustra le tipologie di dati raccolti per poter effettuare le valutazioni di circolarità. Ciò dà ovviamente un'idea della complessità e varietà degli aspetti inerenti all'economia circolare.

I risultati ottenuti con lo strumento di misurazione Circularity Calculator (vedi Fig. 18) mostrano che il prototipo *Tiny FOP MOB* ha una riciclabilità del 40 per cento, un potenziale di riciclaggio del 25 per cento, ma un tasso di riciclaggio effettivo e un indice di riutilizzo dello 0 per cento (dal momento che si tratta di un primo prototipo ancora in fase di utilizzo).



Figura 18: Circolarità del prototipo *Tiny FOP MOB* secondo il Circularity Calculator (Libera Università di Bolzano)

Per quanto riguarda il Circular Economy Toolkit, i risultati mostrano che la circolarità è stimata al 47 per cento. Come si può vedere, gli output dei due strumenti sono coerenti poiché i risultati sono simili. I risultati sono coerenti anche in base alle principali caratteristiche e materiali del *Tiny FOP MOB*, dal momento che il prototipo è stato costruito con materiali sostenibili, ma nessuna altra azione è stata implementata in fase di progetto per favorire specificatamente la sua circolarità. Come nel caso dell'analisi del ciclo di vita, la natura sperimentale e di prototipo del *Tiny FOP MOB* è risultata in un limite all'ottenimento di performance di circolarità più elevate. Va anche sottolineato come la letteratura⁵¹ di riferimento mostri difficoltà sostanziali a introdurre i concetti dell'economia circolare nel settore dell'edilizia. Pertanto, i risultati riguardanti la circolarità e l'impatto ambientale del *Tiny FOP MOB* durante il ciclo di vita sono certamente in parte dovuti anche a problemi generali nel settore delle costruzioni, motivo per cui i risultati complessivi possono essere considerati abbastanza positivi.

In ogni caso, i risultati ottenuti esprimono chiaramente la necessità di integrare i concetti di economia circolare in tutte le fasi di sviluppo, produzione, utilizzo e fine vita degli edifici. Nel *Tiny FOP MOB* sono stati effettivamente utilizzati materiali innovativi e sostenibili, cosa che ne costituisce un punto di forza in termini di circolarità. A causa del carattere del progetto e dell'uso

a lungo termine del prototipo come Real World Laboratory, non sono state fatte ulteriori considerazioni per le fasi avanzate del ciclo di vita dell'edificio, dopo la progettazione, la realizzazione e l'uso. Una possibilità per migliorare il livello generale di circolarità del *Tiny FOP MOB*, a partire dalla sua costruzione, sarebbe includere nella sua fabbricazione un maggior numero di materiali riciclati, riutilizzati, o rigenerati. Un altro possibile miglioramento sarebbe quello di progettare il *Tiny FOP-MOB* in un'ottica di facile smontaggio e riparazione (inglese Design for Disassembly).

| Strumento | Parametro |
|--|--|
| Circularity Calculator | Massa del prodotto (kg) |
| | Costo del prodotto per Kg |
| | % di materiale riciclato |
| | Costi di produzione |
| | Costi di assemblaggio |
| | Numero di prodotti inseriti sul mercato nello stesso momento |
| | Costi di vendita complessivi per prodotto |
| | Durata media del periodo in cui gli utenti affittano il prodotto |
| | % del flusso di rifiuti riciclati |
| | % di prodotti raccolti riciclati in un ciclo aperto |
| | % di prodotti raccolti riciclati in un ciclo chiuso |
| | % di prodotti raccolti rigenerati |
| | % di prodotti raccolti rinnovati |
| | Dopo quanto tempo il prodotto ha bisogno di manutenzione |
| % di prodotto raccolto dopo l'uso | |
| Circular Economy Toolkit | Dematerializzazione |
| | Biodegradabilità |
| | Materiali riciclati |
| | Materiali scarsi |
| | Efficienza ecologica |
| | Materiali tossici |
| | Fabbrica di rifiuti |
| | Frequenza dei guasti |
| | Periodo di ciclo-vita |
| | Utilizzo della potenza minima |
| | Costo di riparazione |
| | Servizi di riparazione già offerti |
| | Difficoltà di accesso alle lavorazioni interne |
| | Semplicità di riparazione delle lavorazioni |
| | Standardizzazione delle componenti |
| | Difficoltà di trovare un guasto |
| | Mercato dell'usato |
| | Prodotti di seconda mano già offerti |
| | Durata della vita |
| | Costo della re-fabbricazione |
| | Costo di ritorno del prodotto alla fabbrica |
| | Re-fabbricazione attualmente intrapresa |
| | Difficoltà di smontaggio |
| Identificazione delle parti dopo lo smontaggio | |
| Modularità | |
| Aggiornamento delle parti | |
| Quantità di connessioni meccaniche | |
| Strumenti necessari per lo smontaggio | |
| Mercato del prodotto come servizio | |
| Prodotto già come servizio | |
| Combinazioni di materiali utilizzati | |
| Materiali incapsulati | |

Tabella 3: Parametri analizzati

4.

Prospettive

Prospettive

L'Alto Adige e il mondo stanno affrontando una delle più grandi sfide della storia dell'umanità: contrastare il cambiamento climatico. Dobbiamo riuscire a trasformare società ed economia in un modo ecologicamente e socialmente compatibile, questo è l'unico modo per garantire buone prospettive di vita a lungo termine su questo pianeta.

In Alto Adige, questa necessità è già stata riconosciuta da molte persone, organizzazioni e istituzioni. Ci sono singoli pionieri, come l'imprenditore Werner Schönthaler, organizzazioni e aziende come l'Organizzazione per un mondo solidale (OEWS), la DA Bürger*genossenschaft Obervinschgau (BGO) o il Social Innovation Hub BASIS Vinschgau Venosta, iniziative della società civile come la Rete altoatesina per lo sviluppo sostenibile o il Patto futuro, così come altre associazioni che si sono votate alla causa della sostenibilità.

Purtroppo, però a volte ci sono grandi lacune tra il dire e il fare. Essere sostenibili va di moda, il termine suona promettente. Il pericolo di andare avanti come si è sempre fatto, solo in modo un po' più "verde", è grande, soprattutto perché una ristrutturazione solamente superficiale di società ed economia, e quindi dei modelli di produzione e consumo, genera meno resistenza o non richiede alcuna modifica al nostro comportamento. Tuttavia, gli sviluppi degli ultimi anni hanno dimostrato che, mentre il progresso "verde", per lo più guidato dalla tecnologia, porta a soluzioni in alcuni ambiti nel medio e lungo termine, l'uso delle risorse e l'impatto ambientale negativo dell'aumento dei consumi continuano ad aumentare (in letteratura, questo è indicato come effetto rebound). Affinché la trasformazione necessaria, vasta e sistemica, abbia effettivamente successo, è necessario un radicale cambiamento sociale e, soprattutto, culturale.

È ormai diventato chiaro che un cambiamento è l'unico modo per dominare le sfide ecologiche, sociali ed economiche esistenti, sia in un contesto locale che globale. Tuttavia, la consapevolezza dell'importanza e urgenza, ma anche delle opportunità e possibilità legate allo sviluppo sostenibile necessario per un cambiamento significativo non è ancora diffusa in modo sufficiente. Una cosa è certa: senza l'impegno e l'appoggio delle persone, volto a sostenere tale sviluppo, difficilmente potrà avere successo. Nell'ambito dello sviluppo sostenibile, il metodo dei Real World Laboratory è sempre più implementato per sensibilizzare la popolazione civile, soprattutto nei paesi di lingua tedesca.

I Real World Laboratory sono sedi di ricerca, apprendimento e sperimentazione, dove le persone si riuniscono e lavorano su questioni socialmente rilevanti nell'ambito dello sviluppo sostenibile. Nel *Tiny FOP MOB*, il primo Laboratory mobile in Alto Adige, il focus era ed è un settore edile e abitativo sostenibile. Il Real World Laboratory CO₂-negativo, costruito con materiali sostenibili, ha viaggiato per la Val Venosta e ha invitato la gente ad avvicinarsi a questo tema. In dialogo con aziende, istituti di ricerca ed esperti, sono state trattate le questioni dell'approvvigionamento delle materie prime, la pianificazione, la selezione dei materiali, delle condizioni di vita sane, la conversione e il riutilizzo di edifici, il design dei centri e molti altri temi. Il *Tiny FOP MOB* ha raggiunto circa 1.200 persone, e non solo è riuscito a sensibilizzare, a diffondere consapevolezza e a fornire informazioni su questo tema, ma anche ad avvicinare ricerca e pratica, il centro e le periferie.

Per trovare risposte efficaci alle sfide socio-ecologiche esistenti e implementarle, sono necessari nuovi scambi e collaborazioni tra esponenti dei campi più diversi, oltre alla sensibilizzazione, alla presa di coscienza e all'informazione. In futuro, le diverse discipline e i loro attori scientifici e non hanno il dovere di pensare e agire sempre più in modo transdisciplinare.

Sulla base delle attività svolte fino ad oggi dal Real World Laboratory *Tiny FOP MOB*, sono emerse le seguenti riflessioni che possono contribuire concretamente a una trasformazione socio-ecologica efficace:

1. **Sensibilizzazione e presa di coscienza come primo passo verso una società ed economia sostenibili:** sebbene dalle scoperte scientifiche sul cambiamento climatico emerga da decenni una tendenza consolidata, il livello di conoscenza e consapevolezza riguardo all'urgenza della questione è ancora troppo basso fra la popolazione e nella politica ed economia. Il Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* ha contribuito ad avvicinare scoperte scientifiche e popolazione, tramite una necessaria sensibilizzazione per promuovere un'ampia azione sociale verso la sostenibilità.
2. **Potenziale del lavoro inter e transdisciplinare per la promozione di uno sviluppo sostenibile:** il progetto *Tiny FOP MOB*, al quale hanno partecipato due istituzioni scientifiche (Eurac Research e la Libera Università di Bolzano) e due aziende (Habicher Holzbau Srl e Schönthaler Manufatti in cemento Srl), ha dimostrato ancora una volta quanto sia importante promuovere la collaborazione fra gli esponenti di diverse organizzazioni e mettere a disposizione fondi per la realizzazione di progetti inter e transdisciplinari. Dove le diverse discipline entrano a contatto, arricchite dallo scambio con aziende, si creano prodotti innovativi e approcci di alta rilevanza per trovare soluzioni ai problemi del mondo reale.
3. **Tempo, coraggio e fiducia come fondamenti per un lavoro interdisciplinare e intersettoriale:** i processi partecipativi e i cambiamenti sia piccoli sia grandi hanno bisogno di tempo e coraggio per creare innovazione, ma anche per fallire. Altrettanto importante è la fiducia reciproca fra le persone coinvolte e nel potenziale di scambio oltre i confini disciplinari e dipartimentali.
4. **Importanza della collaborazione tra diversi attori nel settore edile e abitativo:** nel corso delle discussioni tenutesi riguardo al *Tiny FOP MOB*, le persone coinvolte erano concordi nel ritenere che il tema di un settore edile e abitativo sostenibile in un modo o nell'altro riguardi tutti. Uno scambio tra privati, aziende, ricerca e politica deve quindi essere continuamente promosso. Questo è l'unico modo per sviluppare soluzioni che soddisfino i bisogni dei privati e che combinino scoperte scientifiche e possibilità tecniche, permettendo un cambiamento sostenibile.
5. **Adattamento delle linee guida politico-giuridiche per una rapida attuazione degli obiettivi di sostenibilità:** ci sono ancora un certo numero di leggi, regolamenti, finanziamenti e sussidi che non sono volti a uno sviluppo ecologicamente, socialmente ed economicamente sostenibile. Gli scambi con popolazione e imprese hanno dimostrato quanto questo sia un notevole ostacolo per agire in modo sostenibile, e come in molti casi si continui a promuovere azioni non sostenibili. È necessario adattare regole e comportamenti a livello politico e giuridico, se si vuole riuscire a contrastare e cambiare questa tendenza.
6. **Necessità di spazi sperimentali:** la funzione del *Tiny FOP MOB* è di essere una sede di ricerca, sperimentazione e apprendimento. Queste sedi sono rare nella nostra società, perché la conoscenza scientifica è prodotta principalmente nei centri urbani, lontana dalla gente, in una cosiddetta "torre d'avorio". Le aziende private investono troppo poco in ricerca e sviluppo e i cittadini raramente vengono coinvolti attraverso approcci sperimentali e partecipativi. Il *Tiny FOP MOB* ha potuto contribuire a colmare questa lacuna, promuovendo un'ampia sperimentazione e includendo la partecipazione degli esponenti di varie aziende e organizzazioni.
7. **Progetti "faro" come apripista:** progetti innovativi come il *Tiny FOP MOB* possono illustrare come prodotti sostenibili, in questo caso un metodo di costruzione, possono essere implementati in termini concreti. Questo rende più concreto un tema spesso molto astratto come quello della sostenibilità e dà a popolazione o aziende un esempio tangibile di azione. Questo stimola l'imitazione del progetto intero o di singoli elementi.

Il viaggio del Real World Laboratory *Tiny FOP MOB* è appena iniziato, grazie al progetto FESR guidato dal Center for Advanced Studies di Eurac Research, e continuerà ad essere utilizzato come sede di ricerca collettiva, apprendimento e sperimentazione, contribuendo così allo sviluppo sostenibile.

5.

I partner di progetto

Lead-Partner Center for Advanced Studies, Eurac Research

Il Center for Advanced Studies di Eurac Research combina competenze nell'ambito di scienze politiche, sociologia, economia e filosofia. Il team interdisciplinare è composto da specialisti e generalisti e analizza processi sociali, economici e politici in uno scambio critico e con diversi metodi scientifici. Il focus è analizzare le tendenze globali e il loro impatto a livello locale. Ricerca e innovazione sono forze trainanti nella ricerca di nuovi modelli economici sostenibili e rispettosi del clima, per la trasformazione socio-ecologica, la coesione nella nostra società e la lotta contro le disuguaglianze. Insieme, forniscono spunti di riflessione per un futuro sostenibile. Una componente fondamentale del lavoro del Center for Advanced Studies è l'applicazione di metodi partecipativi alla realizzazione di progetti di ricerca e l'organizzazione di vari format di discussione. In questo modo, il pubblico non viene solo informato sulle attività del Center, ma anche effettivamente coinvolto. A questo proposito, il Center attinge alle competenze esistenti in questo settore nel progetto *Tiny FOP MOB*.

Il Center for Advanced Studies è il partner principale del progetto *Tiny FOP MOB*. L'idea del progetto è stata di due ricercatrici del Center, Daria Habicher e Ingrid Kofler, con l'obiettivo principale di realizzare uno scambio inter e transdisciplinare sul tema della sostenibilità, importante a livello globale, insieme ad esponenti di pratica e società. Nel fare ciò, si dovrebbe sempre fare attenzione anche al livello locale e sensibilizzare la popolazione locale. Con il Real World Laboratory mobile e CO₂-negativo, il progetto *Tiny FOP MOB* combina un'iniziativa educativa e di ricerca con un progetto di edilizia sostenibile.

I partner di progetto

Istituto per le energie rinnovabili di Eurac Research:

All'Istituto per le energie rinnovabili di Eurac Research vengono sviluppate e ottimizzate nuove tecnologie per promuovere la trasformazione del sistema energetico da fonti fossili a fonti rinnovabili. Oltre al know-how scientifico, l'Istituto dispone di grandi infrastrutture tecniche dove possono essere testate le tecnologie sviluppate.

Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano:

La Libera Università di Bolzano è un'istituzione di ricerca e formazione internazionale e multilingue. La Facoltà di Scienze e Tecnologie svolge ricerca su scienze agricole e gestione ambientale, ingegneria industriale, meccanica ed energetica, automazione e scienze di base.

Habicher Holzbau Srl:

Habicher Holzbau Srl da oltre 50 anni è un'impresa di costruzioni, e da oltre 20 si occupa di costruzioni in legno. Da quando hanno iniziato, hanno realizzato numerosi edifici residenziali, locali commerciali, estensioni e conversioni. Le attività comprendono progettazione, consulenza ed esecuzione di varie costruzioni in legno o edifici chiavi in mano.

Schönthaler Manufatti in cemento Srl:

L'impresa Schönthaler Manufatti in cemento Srl negli ultimi anni ha investito molto nello sviluppo e produzione di mattoni, blocchi, intonaci e pavimenti di canapa, dando così un contributo significativo al tema di un'edilizia sostenibile ed ecologica. Questo know-how è sempre più richiesto sia a livello nazionale che internazionale.

Appendice

Materiali utilizzati nella costruzione del *Tiny FOP MOB*:

| Materiali | Funzione | Fornitore ideale | Fornitore alternativo |
|---|--|---|---|
| Legno di abete rosso proveniente dai dintorni di Nauders | Costruzione di pavimenti, pareti, tetti in legno, tetti con travi di legno. | Segheria Josef Rudigier (Nauders, AUT) | Kaufmann Hans KG (Lasa, IT) |
| Legno di larice proveniente dai dintorni di Nauders | Pareti esterne in cassaforma, pavimento in legno, soffitto in cassaforma a vista | Segheria Josef Rudigier (Nauders, AUT) | Kaufmann Hans KG (Lasa, IT) |
| Viti e vari dispositivi di fissaggio | Montaggio di casseforme, parti di collegamento | Würth Srl (Egna, IT) | Schachermayer Italia Srl (Brunico, IT) |
| Tessuto di rinforzo Röfix p50 | Stabilizzatore | Röfix AG (Parcines, IT) | Naturalia-BAU Srl (Merano, IT) (per il tessuto di rinforzo di juta all'interno) |
| Malta da muratura di sabbia calcarea Röfix 954 | Struttura della parete | Röfix AG (Parcines, IT) | Tassullo Miniera San Romedio Srl (Predaia, IT) |
| Röfix Calceclima canapa intonaco | Intonaco di base | Röfix AG (Parcines, IT) | |
| Röfix Calceclima canapa finitura | Intonaco fine | Röfix AG (Parcines, IT) | |
| Pietre e mattoni di canapa | Struttura della parete | Schönthaler Manufatti in cemento Srl (Oris, IT) | IsoHemp SA – NV (Fernelmont BEL) |
| Barriera antivento/ Barriera anti umidità Delta-FOXX PLUS | Parete e muro esterni | ISOCELL GmbH & Co KG (Neumarkt am Wallersee, AUT) | Dörken GmbH & Co KG (Herdecke, DEU) |
| Barriera antivento/barriera anti umidità Delta-NOVAFLEXX | Parete e muro interni | ISOCELL GmbH & Co KG (Neumarkt am Wallersee, AUT) | Dörken GmbH & Co KG (Herdecke, DEU) |
| Pannello isolante Thermo Hemp Combi Jute | Isolante del tetto | HempFlax Building Solutions GmbH (Nördlingen, DE) | GUTEX Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH & Co. KG |
| Sottosuolo RÖFIX CALCECLIMA® MASSETTO | Sottosuolo | Röfix AG (Parcines, IT) | - |
| Canapa di feltro ad aghi termici | Isolamento acustico da impatto Theronatur ago feltro di canapa 10 mm | HempFlax Building Solutions GmbH (Nördlingen, DE) | - |
| Porta e finestre | Porta e finestre | Falegnameria Ferdinand Folie (Vallelunga, IT) | Finestre Theiner Helmut & Co OHG (Malles, IT) |
| Lamiera d'acciaio zincata | Copertura del tetto | Idraulica Ziernheld & Co. KG (S. Valentino alla Muta, IT) | Idraulica Ziernheld & Co. KG (S. Valentino alla Muta, IT) |
| Legno di cirmolo | Interni | Sprenger Ferdinand Massivmöbel (S. Valentino alla Muta, IT) | Sprenger Ferdinand Massivmöbel (S. Valentino alla Muta, IT) |

| Fornitore effettivo | Commenti | Informazioni sul prodotto |
|---|--|--|
| Segheria Josef Rudigier (Nauders, AUT) | Nauders si trova a soli 14,6 km dalla sede della ditta Habicher Holzbau Srl (Lasa 29,3 km) | https://www.saegewerk-rudigier.at/leistungen |
| Segheria Josef Rudigier (Nauders, AUT) | Nauders si trova a soli 14,6 km dalla sede della ditta Habicher Holzbau Srl (Lasa 29,3 km) | https://www.saegewerk-rudigier.at/leistungen |
| Würth Srl (Egna, IT) | C'è una collaborazione fra Würth Srl e Habicher Holzbau Srl | https://eshop.wuerth.it/Produktkategorien/Baubedarf/311410.cyd/3114.cgid/de/DE/EUR/ |
| Röfix AG (Parcines, IT) | Una rete doveva essere attaccata al prototipo mobile. A causa dei limiti di tempo, non è stato possibile ordinare e utilizzare una rete di juta. Per l'esterno, è necessaria una rete in fibra di vetro. | https://www.roefix.at/produkt/roefix-p50 https://www.claytec.de/de/produkte/lehmputze/jutegewebe_pid192 |
| Röfix AG (Parcines, IT) | | Tassullo T 300 M5 sarebbe meglio https://www.tassullo.it/it/malte/malte-per-muratura/t300_364288_idp/ |
| Röfix AG (Parcines, IT) | | https://www.roefix.it/prodotto/roefix-calceclima-canapa-intonaco |
| Röfix AG (Parcines, IT) | https://www.roefix.it/media/importer_assets/211112.pdf | https://www.roefix.it/de/produkt/roefix-calceclima-canapa-finitura |
| Schönthaler Manufatti in cemento Srl (Oris, IT) | La canapa per i mattoni è stata portata da Hanfland GmbH (Laa an der Thaya, AUT). | https://www.schoenthaler.com/de-home/hanfsteine/ https://www.hanfland.at/ |
| Dörken GmbH & Co KG (Herdecke, DEU) | La soluzione ideale sarebbe stata l'impermeabilizzazione TIMBER Protect SK di ISOCELL GmbH & Co KG. Ma in tempi stretti e in piccole quantità il materiale non può essere ordinato. | https://www.doerken.de/de/produkte/steildach/delta-foxx.php https://www.isocell.com/de/product/1/dampfbremse/FHNATURverstaerkt/ |
| Dörken GmbH & Co KG (Herdecke, DEU) | La soluzione ideale sarebbe stata l'impermeabilizzazione TIMBER Protect SK di ISOCELL GmbH & Co KG. Ma in tempi stretti e in piccole quantità il materiale non può essere ordinato. | https://www.doerken.de/de/produkte/steildach/delta-novaflexx.php https://www.isocell.com/de/product/1/dampfbremse/FHNATURverstaerkt/ |
| HempFlax Building Solutions GmbH (Nördlingen, DE) | | https://www.thermo-hanf.de/produkte/thermo-hanf-combi-jute-dammmatte/ |
| Röfix AG (Parcines, IT) | https://www.roefix.it/media/importer_assets/126016.pdf | |
| HempFlax Building Solutions GmbH (Nördlingen, DE) | | https://www.thermo-hanf.de/wp-content/uploads/2021/04/201210_TDB_THERMO_NADELFILZ_HANF.pdf# |
| Falegnameria Ferdinand Folie (Vallelunga, IT) | Maniglie tipo "Tokyo": Hoppe AG; Raccordi: Maico GmbH; telaio in legno: Karl Pichler AG; Vetro: Glas-Studio Geier OHG | |
| Idraulica Ziernheld & Co. KG (S. Valentino alla Muta, IT) | Lamiera zincata di Rheinzink; lo zinco titanio sarebbe riciclabile; il fornitore era Alpewa GmbH Bolzano | https://www.rheinzink.de/fileadmin/redaktion/RHEINZINK_GLOBAL/Downloads/Technical-Documents/materialdatenblatt-anform-zink-01-de-int.pdf |
| Sprenger Ferdinand Massivmöbel (S. Valentino alla Muta, IT) | | https://www.massivmoebel.it/ |

Bibliografia

- 1 Brand, U. & Wissen, M. (2017). Imperiale Lebensweise. Zur Ausbeutung von Mensch und Natur im globalen Kapitalismus. Oekom Verlag, München.
- 2 Global Footprint Network: www.overshootday.org [ultimo accesso 30.03.2022].
- 3 I 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite: <https://sdgs.un.org> [ultimo accesso 21.03.2022].
- 4 Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011). Hauptgutachten. Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.
- 5 Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency and the United Nations Environment Programme (2019). 2019 global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, in-stefficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi. ISBN No: 978-92-807-3768-4; Institut der deutschen Wirtschaft (2020). Bauen mit gutem Gewissen. Der Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft. <https://www.iwd.de/artikel/bauen-mit-gutem-gewissen-485672/> [ultimo accesso 21.03.2022]; Angelucci, G. (2021). Upcycling und Recycling: Welche Lösungen gibt es? Unternehmenstalk im Rahmen des Projektes *Tiny FOP MOB*. Amt für Abfallwirtschaft der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol.
- 6 Bastos, J., Batterman, S. & Freire, F. (2014). Life-cycle energy and greenhouse gas analysis of three building types in a residential area in Lisbon. In: *Energy and Buildings*, 69, 344-353. doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.010.
- 7 Beecroft, R. et al. (2018). Reallabore als Rahmen transformativer und transdisziplinärer Forschung: Ziele und Designprinzipien. In: R. Defila und A. Di Giulio (Hrsg.) (2018). *Transdisziplinär und transformativ forschen – Eine Methodensammlung*. Springer VS, Wiesbaden, 75-100. doi.org/10.1007/978-3-658-21530-9_4.
- 8 Bergmann, M. et al. (2021). Transdisciplinary sustainability research in real-world labs: success factors and methods for change. In: *Sustainability Science*, 16, 541-564. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00886-8>.
- 9 Ebd. Brand, U. & Wissen, M., 2017.
- 10 Bergmann, M. et al. (2010). Methoden Transdisziplinärer Forschung. Ein Überblick mit Anwendungsbeispielen. Campus Verlag, Frankfurt am Main; Parodi, O. et al. (2016). Von "Aktionsforschung" bis "Zielkonflikte" - Schlüsselbegriffe der Reallaborforschung. In: *TATuP Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 25 (3), 9-19.
- 11 Jahn, T., Bergmann, M. & Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. In: *Ecological Economics*, 79, 1-10; Rhodius, R., Pregernig M. & Koch, B. (2016). Herausforderungen transdisziplinären Arbeitens im Reallabor "Wissensdialog Nordschwarzwald". In: *TATuP Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 25 (3), 19-25.
- 12 Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (o.D.). Baden-Württemberg fördert Reallabore. <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/forschung/forschungspolitik/wissenschaft-fuer-nachhaltigkeit/reallabore/> [ultimo accesso 19.04.2022].
- 13 Schneidewind, U. (2014). Urbane Reallabore – ein Blick in die aktuelle Forschungswerkstatt. In: *pnd online*, 3, 1-7.
- 14 Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. In: *Journal of Social Issues*, 2, 34-46. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>; Beecroft, R. & Parodi, O. (2016). Reallabore als Orte der Nachhaltigkeitsforschung und Transformation. In: *TATuP Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 25 (3), 4-8. <https://dx.doi.org/10.14512/tatup.25.3.4>.
- 15 Ebd. Beecroft, R. & Parodi, O., 2016.
- 16 Ebd. Beecroft, R. & Parodi, O., 2016.
- 17 Ebd. Beecroft, R. et al., 2018; Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2012). Factsheet Forschung und Bildung für die Transformation. Berlin. ISBN 978-3-936191-58-5.
- 18 Jahn, T. & Keil, F. (2016). Reallabore im Kontext transdisziplinärer Forschung. In: *GAIA - Ecological Perspectives on Science and Society*, 25 (4), 247-252. <https://doi.org/10.14512/gaia.25.4.6>.
- 19 Amelung, N. et al. (2008). Nachhaltige Entwicklung als Leitbild für Gesellschaft und Forschung: Einstieg in Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main.
- 20 Hauff, V. (1987). Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkamp Verlag, Greven.
- 21 Flick, U. (2002). Qualitative Sozialforschung: eine Einführung. Rowohlt-Taschenbuchverlag, Reinbek bei Hamburg.
- 22 Ebd. Flick, 2002.
- 23 Bergmann, M. et al. (2005). Qualitätskriterien transdisziplinärer Forschung - Ein Leitfaden für die formative Evaluation von Forschungsprojekten. Institut für sozial – ökologische Forschung (ISOE) GmbH, Hamburg.
- 24 Wingerter, C. (2014). Allgemeines Umweltbewusstsein. Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi.org/10.6102/zis208>.
- 25 Loonen, R. C., Doya, M., Goia, F., Bedon, C., & Babich, F. (2018). Building Performance Simulation and Characterisation of Adaptive Facades: Adaptive Facade Network. F. Favoino (Ed.). Delft: TU Delft Open. LOONEN, Roel CGM, et.
- 26 Földváry Ličina, V. et al. (2018). Development of the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. In: *Building and Environment*, 142, 502–512. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.022>; Parsons, K. (2002). *Human Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance*. London. <https://doi.org/10.1201/9781420025248>; de Dear, R. J., Akimoto, T., Arens, E. A., Brager, G., Candido, C., Cheong, K. W. D., ... & Zhu, Y. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years. *Indoor air*, 23(6), 442-461; Babich, F. et al. (2017). A new methodological approach for estimating energy savings due to air movement in mixed mode buildings. In: *Proceedings of Building Simulation Applications*.
- 27 Simulationsprogramm EnergyPlus: <https://energyplus.net/> [ultimo accesso 19.04.2022]; Babich, F., Cook, M., Cremers, J., & Papachristou, G. (2017). The impact of ventilation cooling towers on plus energy houses in southern Europe. *International Journal of Ventilation*, 16(4), 323-344; Hensen, J. L., & Lamberts, R. (Eds.). (2012). *Building performance simulation for design and operation*. Routledge.
- 28 Borgianni, Y., Maccioni, L. & Basso, D. (2019). Exploratory study on the perception of additively manufactured end-use products with specific questionnaires and eye-tracking. In: *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13 (2).
- 29 Akhimien, N. G., Latif, E. & Hou, S. S. (2021). Application of circular economy principles in buildings: A systematic review. In: *Journal of Building Engineering*, 38, 102041; Goh, B. H. & Sun, Y. (2016). The development of life-cycle costing for buildings. In: *Building Research & Information*, 44 (3), 319.
- 30 Eberhardt, L. C. M., Birkved, M. & Birgisdottir, H. (2022). Building design and construction strategies for a circular economy. In: *Architectural Engineering and Design Management*, 18 (2), 93-113; Munaro, M. R., Tavares, S. F. & Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. In: *Journal of Cleaner Production*, 260.
- 31 Hanfstein: <https://www.hanfstein.eu/> [ultimo accesso 21.03.2022]; Espazium: www.espazium.ch/de/aktuelles/hanf-am-bau [ultimo accesso 21.03.2022]; Hanf Haus: <https://hanfhaus.de/geschichte-i-2.html> [ultimo accesso 21.03.2022].
- 32 TIS Innovation Park (2012). Zukunft wächst auf Bäumen. Zahlen, Daten, Fakten rund um Wald und Holz; Unternehmensverband Südtirol (2015). Verstärkte Holznutzung: unsere Ressource. Holzcharta 2015-2020. Bozen. https://www.proramus.com/smartedit/documents/content/sub/_published/TIS_holzcharta_DE_cover_einzel_n_1.pdf [ultimo accesso 21.03.2022].
- 33 Schneidewind, U. (2018). Die große Transformation: Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels (Originalausgabe). Fischer Taschenbuch, Frankfurt am Main.
- 34 Landesinstitut für Statistik (ASTAT) (2020). Wohnbevölkerung nach Geschlecht (amtliche Wohnbevölkerung). https://qlikview.services.sdiag.it/QvAJAXZfc/opendoc_notool.htm?document=gemeindedatenblatt.qvw&host=QVS%40titan-a&anonymous=true [ultimo accesso 16.03.2022]; ASTAT (2012). Volkszählung 2011. Bozen. https://astat.provinz.bz.it/de/aktuelles-publikationen-info.asp?news_action=4&news_article_id=396330&msclid=8be063b0b41511ec8afd8c45d040b5bb [ultimo accesso 16.03.2022]; LAG-Vinschgau (2014). Lokale Entwicklungsstrategie. LEADER 2014-2020. https://www.provinz.bz.it/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/downloads/de_Vinschgau.pdf?msclid=3a4510aeb68611eca7d3f5b75c1f46cb [ultimo accesso 16.03.2022].
- 35 Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2019). Leitfaden Nachhaltiges Bauen- Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. Berlin.
- 36 Ebd. TIS Innovation Park, 2012.
- 37 Ebd. Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency and the United Nations Environment Programme, 2019.
- 38 Ebd. Institut der deutschen Wirtschaft, 2020.
- 39 Ebd. Bastos, J., Batterman, S. & Freire, F., 2014.
- 40 Zebisch, M. et al. (2018). Klimareport – Südtirol 2018. Bozen, Eurac Research. <https://webassets.eurac.edu/31538/1618826782-klimareport-2018-de.pdf> [ultimo accesso 16.03.2022].
- 41 ASTAT (2009). Tirol, Südtirol, Trentino. Bozen. [https://astat.provinz.bz.it/downloads/folder2009_dt\(1\).pdf](https://astat.provinz.bz.it/downloads/folder2009_dt(1).pdf) [ultimo accesso 16.03.2022]; ASTAT (2014). Einkommens- und Vermögensverhältnisse der Haushalte in Südtirol, 2013-2014. Bozen. https://astat.provinz.bz.it/de/aktuelles-publikationen-info.asp?news_action=300&news_image_id=899486 [ultimo accesso 16.03.2022].
- 42 Arbeitsförderungsinstitut (AFI) (2017). Wohnen 2030. Neue Perspektiven für Südtirols Wohnungspolitik. Bozen. <http://afi-ipl.org/wp-content/uploads/20170921-AFI-Studie-Wohnen-2030.pdf> [ultimo accesso 16.03.2022].
- 43 Wingerter, C. (2014). Allgemeines Umweltbewusstsein. Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi.org/10.6102/zis208>.
- 44 Ebd. Földváry Ličina, V. et al., 2018.
- 45 Arrigoni, A. et al. (2017). Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture components and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks. In: *Journal of Cleaner Production*, 149, 1051-1061. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.161>.
- 46 De Souza, D. M. et al. (2016). Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and cast-in-place reinforced concrete exterior walls. In: *Journal of Cleaner Production*, 137, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.069>.
- 47 Adattato da Talang, R. P. N. & Sirivithayapakorn, S. (2018). Comparing environmental burdens, economic costs and thermal resistance of different materials for exterior building walls. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1508-1520.
- 48 Ip, K. & Miller, A. (2012). Life cycle greenhouse gas emissions of hemp-lime wall constructions in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 69, 1-9.
- 49 Informationen zum Messinstrument Circularity Calculator: <http://www.circularitycalculator.com/free/> [ultimo accesso 19.04.2022].
- 50 Informationen zum Messinstrument Circular Economy Toolkit: <http://circulareconomytoolkit.org/Assessmenttool.html> [ultimo accesso 19.04.2022].
- 51 Ebd. Eberhardt, L. C. M., Birkved, M. & Birgisdottir, H., 2022; Ebd. Munaro, M. R., Tavares, S. F. & Bragança, L., 2020; Hossain, M. U. & Ng, S. T. (2018). Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review. In: *Journal of Cleaner Production*, 205, 763-780.

Eurac Research
Viale Druso 1
39100 Bolzano
T +39 0471 055 055
info@eurac.edu
www.eurac.edu