Journal of Alpine research|Revue de géographie alpine

114-2 | 2026
Les cabanes de montagne à l'ère de l'Anthropocène

Progettare con l'altitudine: dinamiche e approcci architettonici contemporanei nei rifugi alpini italiani

Elisa Bernard, Francesca Gadusso, Massimiliano Condotta, Graziano Salvalai e Elisa Zatta

Edizione digitale
URL: https://journals.openedition.org/rga/18821
DOI: 10.4000/1714g
ISSN: 1760-7426

Traduzione(i):
Designing with Altitude: Italian Alpine Huts, Contemporary Drivers and Architectural Approaches - URL : https://journals.openedition.org/rga/18903 [en]

Editore
Association pour la diffusion de la recherche alpine

Notizia bibliografica digitale
Elisa Bernard, Francesca Gadusso, Massimiliano Condotta, Graziano Salvalai et Elisa Zatta, « Progettare con l'altitudine: dinamiche e approcci architettonici contemporanei nei rifugi alpini italiani », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 114-2 | 2026, mis en ligne le 25 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026. URL : http://journals.openedition.org/rga/18821 ; DOI : https://doi.org/10.4000/1714g

Questo documento è stato generato automaticamente il 31 ottobre 2026.

Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont susceptibles d'être soumis à des autorisations d'usage spécifiques.

Progettare con l’altitudine: dinamiche e approcci architettonici contemporanei nei rifugi alpini italiani

Elisa Bernard, Francesca Gadusso, Massimiliano Condotta, Graziano Salvalai e Elisa Zatta

Introduzione

1 I rifugi di montagna sono elementi caratterizzanti del paesaggio alpino e svolgono un ruolo chiave nella fruizione e percezione del territorio, così come nella trasmissione dei valori e delle pratiche culturali legati alla montagna. Tra le prime strutture permanenti costruite oltre il limite degli insediamenti tradizionali, essi hanno segnato l’inizio di una presenza umana sistematica in ambienti un tempo considerati inaccessibili e inospitali (Camanni, 2005). Dai primi rifugi documentati della fine del XVIII secolo alle costruzioni promosse dai club alpini nel XIX secolo (Deutschen Alpenverein et al., 2016), queste architetture testimoniano il mutare dei modi di percepire i territori d’alta quota e di rapportarsi a essi (De Rossi, 2014). Al tempo stesso, queste architetture mettono in evidenza anche le difficoltà che derivano dall’operare in contesti remoti e fragili, dove l’accesso, la brevità delle stagioni di cantiere e l’esposizione ai rischi naturali continuano a condizionare sia i processi costruttivi sia la gestione di lungo periodo (Dini et al., 2018).

2 Oggi molteplici pressioni stanno ridefinendo il contesto in cui operano i rifugi alpini. Le Alpi si stanno riscaldando a una velocità doppia rispetto alla media globale, con un aumento stimato delle temperature di circa 2 °C rispetto all’epoca preindustriale (Dumont et al., 2025; Hock et al., 2019). Ciò accelera il ritiro dei ghiacciai e riduce la copertura nevosa, mentre la diminuzione delle precipitazioni medie estive e la maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi intensificano lo stress idrologico e

l'esposizione ai rischi (Auer et al., 2006; Adler et al., 2022). Questi processi incidono non solo sulla conformazione fisica del territorio e del paesaggio (Schickhoff et al., 2021), ma anche sulla stabilità e sulla funzionalità delle infrastrutture d'alta quota. Per i rifugi di montagna ciò comporta un aumento dei rischi di danneggiamento e una variazione delle condizioni operative legate alla degradazione del permafrost, all'instabilità dei versanti e ai conseguenti crolli di roccia e fenomeni franosi (Miczka et al., 2025), come evidenziato da studi recenti sulla Capanna Margherita (4.554 m s.l.m.), il rifugio più alto d'Europa (Bai e Calvetti, 2025).

3 Accanto ai processi dovuti al clima, i rifugi alpini sono interessati anche da profondi cambiamenti nella loro fruizione e nel loro uso. Le modalità di frequentazione diventano più irregolari, i picchi turistici più concentrati e i profili degli utenti più eterogenei (Elmi et al., 2018), con un conseguente aumento della domanda gestionale e una diversificazione delle aspettative in termini di comfort e servizi. Questa tendenza è confermata dai gestori dei rifugi di tutto l'arco alpino italiano, che segnalano con frequenza crescente indizi coerenti con fenomeni di overtourism e una pressione sempre maggiore sulla capacità di carico percepita delle strutture d'alta quota (Mina et al., 2026). Dinamiche analoghe sono state osservate nelle Alpi franco-svizzere, dove la più ampia transizione turistica sta ridefinendo la governance dei rifugi di montagna e pone ulteriori sfide che richiedono attenzione, oltre a un maggiore coordinamento tra gli attori coinvolti (Miczka et al., 2025b).

4 Tali pressioni devono essere affrontate tenendo conto dei quadri di governance in cui la tutela dell'ambiente e la conservazione del paesaggio svolgono un ruolo centrale (Bernard, 2025). Le strategie europee, come il Green Deal e la Renovation Wave (European Commission, 2020), individuano nella riqualificazione del patrimonio edilizio esistente uno strumento chiave per migliorare le prestazioni energetiche e la resilienza, promuovendo al contempo un uso responsabile delle risorse alla scala dell'edificio (Fetting, 2020). Nell'arco alpino queste priorità politiche si allineano agli obiettivi della Convenzione delle Alpi e delle associazioni di montagna e comprendono politiche specifiche dedicate alla tutela del paesaggio, come il "Protocollo sulla protezione del paesaggio alpino" (Club Arc Alpine, 2014; Alpine Convention, 1991). Nel loro insieme, questi quadri di riferimento definiscono un sistema di priorità multiscalare che colloca gli interventi sui rifugi di montagna tra i temi rilevanti per la gestione sostenibile della regione alpina.

5 In questo contesto gli approcci progettuali adottati in risposta alle pressioni attuali comportano implicazioni non solo tecniche, ma anche culturali e paesaggistiche, poiché possono ridefinire il ruolo e l'immagine dell'architettura d'alta montagna. Ciò è particolarmente rilevante se considerato in relazione ai rifugi di montagna, storicamente caratterizzati da semplicità architettonica ed essenzialità funzionale e concepiti principalmente come ricoveri e luoghi di sosta sicuri lungo gli itinerari d'alta quota (Dini e Girodo, 2018). Gli interventi contemporanei rispondono tuttavia a un insieme di requisiti più ampio e complesso, introducendo nuove forme, materiali e sistemi energetici e ricorrendo spesso alla produzione off-site e al montaggio rapido (Dini et al., 2018).

6 Nella letteratura scientifica diversi casi emblematici illustrano questo spostamento verso l'innovazione tecnica in quota, mettendo in evidenza soluzioni particolarmente efficaci soprattutto nella riduzione degli impatti ambientali nella fase di esercizio. Il progetto di autonomia energetica del rifugio Monte Rosa ha dimostrato la fattibilità di

un'integrazione impiantistica avanzata in condizioni estreme (Menti et al., 2007), mentre studi successivi hanno sviluppato strumenti di supporto alle decisioni in campo ambientale per valutare la sostenibilità della costruzione di rifugi "green" e delle infrastrutture orientate all'ecoturismo (Goymann et al., 2008; Stubelj et al., 2010). Il fotovoltaico integrato nell'edificio è stato esplorato anche nel riuso adattivo di strutture d'alta quota (Bottino-Leone et al., 2024). Parallelamente, alcune pubblicazioni hanno sollecitato strategie sensibili al contesto, assetti di governance e raccomandazioni finalizzate in particolare ad adattare i rifugi di montagna al cambiamento climatico. Questi contributi mostrano come gli interventi sui rifugi possano richiedere anche forme più profonde di adattamento, che interessano la gestione del rifugio, la sua funzione e il rapporto con il territorio circostante (Miczka et al., 2025c), in un contesto di crescente attenzione all'innovazione, alla sostenibilità e alla sicurezza in alta quota (Calvetti e Salvalai, 2026).

7 Se da un lato queste strategie migliorano le prestazioni e l'affidabilità operativa degli edifici, dall'altro sollevano interrogativi sull'integrazione paesaggistica e sul futuro dell'architettura d'alta quota. Alcune soluzioni appaiono difficilmente replicabili in termini economici, gestionali e operativi (Kalbermatten, 2013), come quelle realizzate nel rifugio Monte Rosa, per questo motivo considerato un "caso estremo". Il Club Alpino Italiano (CAI) suggerisce infatti che la progettazione sia guidata da un principio di "sobrietà", inteso come ricerca di edifici essenziali e a basso impatto. Questa prospettiva più essere in parte collegata anche al concetto di "decrescita" introdotto originariamente in ambito socio-economico da autori come Latouche (2003, 2007) e Bernard et al. (2003), e recentemente ripreso anche da Gibello per descrivere misure operative per i rifugi d'alta quota (Dematteis, n.d.), tra cui una possibile moderazione nelle dimensioni dell'edificio, nel consumo di risorse, nei servizi e nei livelli di comfort. Il concetto di "decrescita" è stato discusso inoltre anche dal punto di vista del turismo montano, come via per ripensare i modelli orientati alla crescita e riconsiderare le traiettorie turistiche in relazione ai limiti ambientali e al cambiamento climatico (Müller-Roux et al. 2026).

8 La ricerca recente ha affrontato le pressioni contemporanee da prospettive diverse, come le dinamiche di governance e le soluzioni tecniche per singoli casi; tuttavia, nonostante il numero crescente di rifugi oggetto di ristrutturazione (Salvalai e Gadusso, 2024), le conoscenze sistematiche su come la pratica architettonica contemporanea bilanci concretamente requisiti operativi, adattamento al cambiamento climatico, vincoli ambientali e obiettivi di conservazione del paesaggio restano limitate. Una comprensione complessiva di tutte queste dimensioni implica un quadro decisionale complesso per i progettisti, i gestori e le istituzioni che devono definire gli interventi su queste strutture. Comprendere come tali esigenze si traducano in soluzioni progettuali e tecniche concrete è pertanto essenziale per anticipare le traiettorie di sviluppo future e per definire approcci architettonici coerenti, capaci di accrescere la resilienza, limitare l'impatto ambientale, preservare il paesaggio e sostenere la gestione delle aree d'alta quota anche attraverso un'azione sui loro edifici.

9 L'articolo è strutturato come segue. La sezione 2 presenta l'approccio metodologico. La sezione 3 riporta i risultati, evidenziando gli elementi ricorrenti nelle tipologie di intervento, nei sistemi costruttivi e nelle strategie ambientali. La sezione 4 discute tali esiti all'interno del più ampio dibattito su un'architettura d'alta quota resiliente e

culturalmente radicata, mentre la sezione 5 conclude delineando i contributi principali e le direzioni per la ricerca e la pratica progettuale future.

Analisi dei casi di studio: criteri di selezione e modalità di raccolta dei dati

10 Lo studio adotta una metodologia di ricerca basata su casi di studio, fondata sull'analisi comparativa di interventi architettonici recenti e incentrata sulle misure progettuali adottate per preservare il ruolo operativo dei rifugi nei contesti d'alta quota. I casi considerati comprendono nuove costruzioni, ricostruzioni, ristrutturazioni con ampliamento e interventi di retrofit sostanziale dell'involucro, realizzati su rifugi di montagna situati sulle Alpi italiane oltre i 1.500 m s.l.m., con riferimento ai lavori completati a partire dal 2014. Sono esclusi gli interventi di manutenzione minore, i rinnovamenti interni e gli adeguamenti tecnici che non comportano trasformazioni spaziali o materiche sostanziali, poiché la ricerca si concentra su interventi che implicano attività di cantiere e l'introduzione di nuovi componenti strutturali o di involucro, con potenziali impatti ambientali e paesaggistici.

11 La scelta di concentrarsi sulle Alpi italiane consente di inquadrare l'analisi in un contesto culturale e normativo relativamente coerente, sia in termini di valore culturale attribuito ai rifugi di montagna sia di quadro regolamentare. La soglia altimetrica individua le aree in cui gli effetti del cambiamento climatico sono più rapidi e intensi (Nigrelli e Chiarle, 2023) e in cui l'accentuato stress climatico, i vincoli logistici e la sensibilità ambientale rendono sempre più necessario un adattamento strutturale e gestionale. Inoltre, l'arco temporale selezionato intercetta una fase di crescente attenzione all'adattamento climatico e all'impatto paesaggistico, come testimoniato da documenti politici e di posizione a scala alpina, tra cui la strategia climatica del *Club Arc Alpin* (pubblicata nel 2010 e aggiornata nel 2018) e il position paper *Protect the Alpine Landscape* (pubblicato nel 2014 e aggiornato nel 2017) (Club Arc Alpine, 2014).

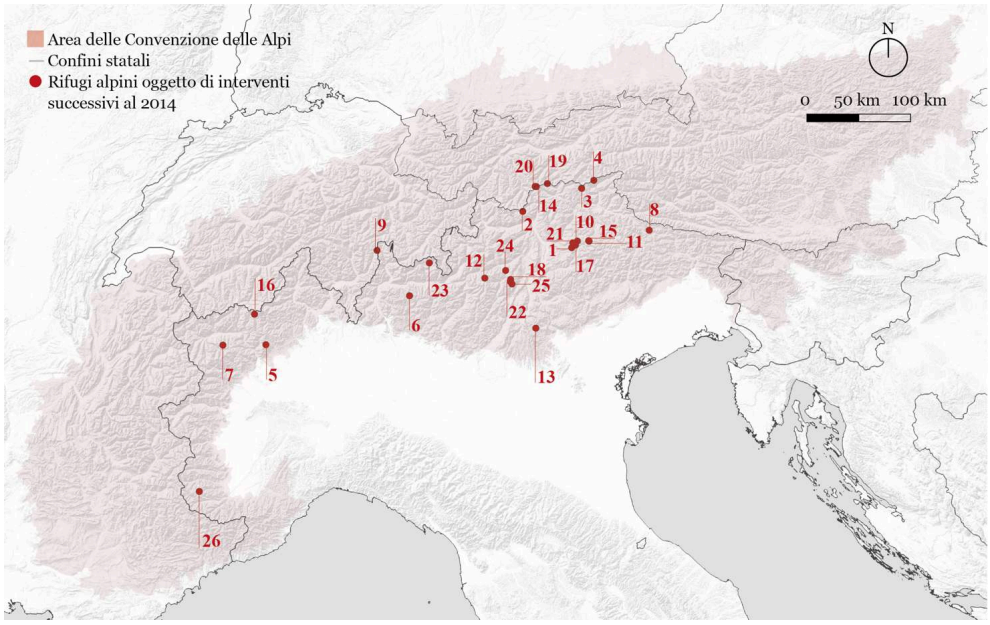
12 Per delimitare ulteriormente il campo di indagine e garantire l'omogeneità del campione, lo studio include soltanto i rifugi gestiti con posti letto per il pernottamento escludendo così bivacchi, ricoveri di emergenza, ricoveri non custoditi e strutture minimamente attrezzate. Questo criterio è coerente con il ruolo dei rifugi di montagna come luoghi di ricovero, ospitalità e supporto logistico per le attività in montagna.

13 Sulla base di tali criteri, la ricognizione ha mirato a individuare nel modo più esaustivo possibile tutti gli interventi rispondenti ai criteri di selezione lungo l'arco alpino italiano. Questo processo ha portato all'identificazione di 26 rifugi alpini (tabella 1), la cui distribuzione è mostrata nella Figura 1. Per ciascun caso studio è stato poi raccolto un insieme strutturato di informazioni, organizzato nelle quattro categorie elencate di seguito, al fine di descrivere l'intervento e gli approcci progettuali e tecnologici adottati.

Tabella 1.– Quadro riepilogativo dei casi studio selezionati, con indicazione degli anni di costruzione e ristrutturazione, della localizzazione, della quota, della capacità ricettiva, del progettista e della proprietà

Caso studio	Rifugio	Anno di costruzione dell'edificio esistente	Anno dell'intervento	Quota [m s.l.m.]	Numero di posti letto	Progettista dell'intervento	Proprietà
01	Passo Santner	1956	2023	2734	45	Senoner Tammerle Architekten	Privata
02	Petrarca	1897	2022	2875	70	Area Architetti	Pubblica
03	Ponte di Ghiaccio	1906	2016	2545	50	ModusArchitects	Pubblica
04	Sasso Nero	1894	2018	3026	50	Stifer & Bachmann	Pubblica
05	Barma	-	2018	2062	50	Florio Vanni & Florio Andrea	Pubblica
06	Marco Balicco	-	2015	1963	12	Della Vite & Fornoni architects	Pubblica
07	Grauson	-	2021	2510	30	Costantini Diana et al.	Privata
08	De Doo	2015	2022	1876	21	FMP studio	Associazione privata
09	Baldiscio	-	2025	2300	20	Emanuele Ferrari	Pubblica
10	Zallinger	1850	2017	2054	45	Noa architects	Privata
11	Capanna PizFassa	1968	2023	3152	31	Marcello Lubian et al.	Privata
12	Città di Trento al Mandrone	1924	2022	2449	96	Ascanio Zocchi Design	Club Alpino
13	Achille Papa	1922	2022	1928	57	Civico 24Progetti	Club Alpino
14	Biasi al Bicchiere	1894	2021	3195	100	Trenkwalder & Partner	Pubblica
15	Boè	1898	2021	2873	76	Livio Noldin et al.	Club Alpino
16	Quintino Sella al Felik	1981	2019	3585	140	Bianchi Carolina	Club Alpino
17	Antermoia	1911	2016	2497	62	Livio Noldin	Club Alpino
18	Tuckett e Quintino Sella	1904	2014	2272	111	*No info*	Club Alpino
19	Cesare Calciati al Tribulaun	1892	2017	2369	37	Trenkwalder & Partner	Club Alpino
20	Cima Libera (Müllerhütte)	1908	2024	3145	76	Trenkwalder & Partner	Pubblica
21	Alpe di Tires	1963	2015	2440	72	Senoner Tammerle Architekten	Privata
22	Brentei	1949	2022	2182	90	AlpStudio	Club Alpino
23	Carate Brianza	1927	2017	2636	36	*No info*	Club Alpino
24	Malghette	*No info*	2022	1891	8	Efferre.srl	Privata
25	Tosa Pedrotti*	1881	2025	2491	120	Stefano Pasquali et al.	Club Alpino
26	Fauniera	1980	2019	2300	24	Tm costruzioni	Pubblica

Figura 1.– Distribuzione geografica dei 26 casi studio individuati lungo l'arco alpino italiano. I numeri riportati corrispondono a quelli indicati nella Tabella 1



Fonti dei dati: Eurac Research & Permanent Secretariat of the Alpine Convention. (2025). Alpine Convention perimeter (Version 2025) [Data set]. Permanent Secretariat of the Alpine Convention. https://doi.org/10.48784/VK93-8P54 Esri. (2026). Terrain [basemap]. Scale Not Given. "World Terrain Base". ArcGIS Online World Terrain.

Elisa Bernard, 2026

14 La prima categoria riguarda il sito e il contesto di accesso (**C**) e comprende la modalità di accesso e il tempo di percorrenza (C1) e il contesto paesaggistico (C2). La seconda categoria descrive l'intervento (**I**), specificandone la tipologia tra nuova costruzione/ ricostruzione, ristrutturazione con ampliamento e ristrutturazione con retrofit (I1) e i relativi obiettivi (I2), inquadrando così ciascun progetto nelle condizioni fisiche e operative che influenzano le scelte progettuali.

15 La terza categoria riguarda il processo edilizio e la costruzione (**B**) tra cui i sistemi di trasporto (B1), i processi costruttivi (B2), i sistemi strutturali (B3) e i materiali impiegati per gli elementi strutturali (B4) e per il rivestimento esterno (B5). Queste informazioni forniscono indicazioni sulla logistica e sulle scelte tecnologiche in ambienti remoti e fragili.

16 La quarta categoria si concentra sulle risorse e sugli impianti tecnici (**R**) introdotti o adeguati nell'ambito dell'intervento, tra cui le modalità di produzione di energia (R1), gli impianti di riscaldamento (R2), l'approvvigionamento idrico e la gestione delle acque reflue (R3), la ventilazione meccanica (R4) e la produzione di acqua calda sanitaria (R5).

17 I dati sono stati raccolti attraverso letteratura scientifica e grigia, ricerche sul web e la documentazione tecnica disponibile, tra cui pubblicazioni accademiche, rapporti di associazioni alpinistiche e di enti pubblici, descrizioni di progetti architettonici e documentazione di cantiere, come riportato nella Tabella 2. Tutte le informazioni sono state organizzate in una tabella strutturata (Allegato 1) per supportare il confronto tra i casi e l'interpretazione critica.

Tabella 2.– Fonti consultate per ciascun caso studio. I siti web riportati nella tabella sono stati consultati l'ultima volta il 30 giugno 2026

CS	Bibliografia
01	Saxonar Tunnerli Architekten (n.d.). *Sustainable Hütte*. http://www.saxonartunnerli.ch/1_sustainable_1.html Dolomiten EXTRA (n.d.). *Sustainable Hütte*. https://www.gastbetrieb.it/fileadmin/user_upload/gast-betrieb/news/2023/Dolomiten-EXTRA_GRAT_Berdon_Varnhalterung_Sustainable_Hütte.pdf
02	ArchDaily (n.d.). *Rifugio Petravic / Sottsass Baldessa Architetti*. https://www.archdaily.com/1022330/rifugio-petravic-sottsass-baldessa-architetti Architettilab (2025). *Rifugio Petravic: Architettura resistente e dialogo con il paesaggio alpino*. https://www.architettilab.com/news/2025/08/architettura/rifugio-petravic-architettura-resistente-e-dialogo-con-il-paesaggio-alpino_100313_3.html CasaChina Awards (n.d.). *Rifugio Petravic all'Altissima*. https://www.casachina-awards.it/vincitori/documenti/_media/assets/it/rifugio-petravic-all'altissima.pdf
03	Modus Architekti (n.d.). *Bibliografia*. https://modusarchitects.com/portfolio-item/edelraute/ Dini, R., Obelli, L., & Girodo, S. (2018). *Rifugio bivacchi: Gli imprevisti della sfera. Architettura, storia, paesaggio*. Hoepli. Cherubini, F. (2017). Modus Architekti. Rifugio Punta di Ollasecca, Salva dei Molini, Alto Adige: variazioni intorno a varie e pietre. *Casabella, 859*, 47-51. Turris Babel (2016). *Work Manual*. Turris Babel, 11/2016, 84-103.
04	The Plan (2019). *Rifugio al Santo Forte, 3529 m s.l.m.*, https://www.theplan.it/award-2019-Hospitality/rifugio-al-santo-sasso-2022ss-dss
05	Rifugio Torino (n.d.). *Il rifugio*. https://www.rifugiotorino.it/il-rifugio/ Dodi L. (2019). Rifugio Torino. *Meridiana Montagna, 97*, 66-75.
06	Rifugio Marco Balicco (n.d.). *Il rifugio*. https://www.rifugiomarcobalicco.it/il-rifugio Redazione Montagna.tv (2017). Val Brandoso: Inaugurato il nuovo Rifugio Marco Balicco all'Arancio. *Montagna.tv*. https://www.montagna.tv/78437/val-brandoso-inaugurato-il-nuovo-rifugio-marco-balicco-allarancio/
07	Rifugio Granon (n.d.). *Progetto e costruzione*. https://www.rifugiogranon.it/progetto-e-costruzione/
08	De Rosa G. (2022). San Nicolò: Riparte il lavoro per realizzare tre nuovi cantieri DOC al Rifugio De Dos. *Corriere delle Alpi*. https://www.corrierealpi.it/cronaca/san-nicolo-riparte-il-lavoro-per-realizzare-tre-nuovi-cantieri-doc-al-rifugio-de-dos-g69fa2d8/ FMP Studio (2020, December 12). *Rifugio De Dos*. https://studiofmpcortina.wordpress.com/2020/12/12/rifugio-de-dos/ Rifugio De Dos (n.d.). *Home page*. https://www.rifugiodedos.it/
09	Pattinardi E. (2025). *Madonna: inaugurato il Rifugio Baldessi*. Montagna.tv. https://www.montagna.tv/241758/madonna-inaugurato-il-rifugio-bal/desio/
10	NISA network of architecture (n.d.). *Zallinger*. https://www.nisa.network/en/projects/zallinger/ Italian-Architects (n.d.). *NISA: Zallinger*. https://italian-architects.com/it/eco-house/project/zallinger EdilioNews (n.d.). *NISA: Rifugio Zallinger: ristrutturazione sostenibile in quota*. https://www.edilionews.it/eco-rifugio-zallinger/
11	Redazione Trentino (2025). Torna in in "Pedrazes" ed alla guida "Rifugio Capanna Boè". https://www.giornaletrentino.it/in/sci/torna-in-in-pedrazes-ed-alla-guida-del-rifugio-capanna-boe-1.3722200
12	L'Adige (2022). Finiti i lavori di ampliamento del nuovo Rifugio "Mandrea – Città di Trento". Ecco come è diventata. *L'Adige.it*. https://www.ladige.it/montagna/2022/09/30/finiti-i-lavori-di-ampliamento-del-nuovo-rifugio-mandrea-citta-di-trento-ecco-come-e-diventata-1.2300910 Società degli Alpinisti Tridentini (2024). *Scheda informativa: Mandrea*. https://www.sat.tn.it/wp-content/uploads/2024/02/scheda-info-Mandrea.pdf De Pascale S. (2022). All'insegna dei materiali green: Ecco il nuovo Rifugio Mandrea, una struttura moderna, minimal e più funzionale. *Il Dolomiti*. https://www.ildolomiti.it/montagna/2022/allinsegna-dei-materiali-green-ecco-il-nuovo-rifugio-mandrea-una-struttura-moderna-minimal-e-piu-funzionale
13	Gibelli L. (n.d.). *Il Nord-Est: nuova protagonista*. *Corriere della Quota*. https://www.corrieredellaquota.it/il-nord-est-nuova-protagonista/
14	Provincia autonoma di Bolzano (2021). *Rifugio Oles Brais al Bicchiere, presto ultimato la ristrutturazione*. https://news.provincia.bz.it/it/archivio-news/457203 Bechorhaus (n.d.). *Ristrutturazione del Rifugio Bicchiere*. https://www.bechorhaus.it/it/ristrutturazione-del-rifugio-bicchiere/ Redazione Il Dolomiti (2021, Ripr)ag. da L'articolo per il Rifugio Oles Brais al Bicchiere. *Il Dolomiti*. https://www.ildolomiti.it/montagna/2021/vertybag-da-14-milioni-per-il-rifugio-gino-brais-al-bicchiere-lvvo-pure-il-new-york-times-e-il-fondatore-si-sono-interessati-alla-struttura-piu-in-quota-dellalto-adige
15	Legno Architettura (n.d.). *Rifugio alpino Bait*. https://www.legnoarchitettura.com/rifugio-alpino-bait/ Ingenio (n.d.). *Ristrutturazione del Rifugio Bait: Isolamento leggero e performante con il pannello minerale Multiglass*. https://www.ingenio-web.it/it/articoli/ristrutturazione-del-rifugio-bait-isolamento-leggero-e-performante-con-il-pannello-minerale-multiglass/ Società degli Alpinisti Tridentini (2025). *Le nostre carrette cosa sai trovi*. https://www.sat.tn.it/wp-content/uploads/2025/01/Mostra_Approvvigionamento_inbios.pdf
16	Rifugio Quintino Sella al Felik (n.d.). *Photogallery ampliamento*. https://www.rifugioquintinosella.com/photogallery-ampliamento
17	Bassi L. (2016). Il Rifugio Antonietta "restituito" alla valle. *L'Adige.it*. https://www.ladige.it/territori/tesino-luese/2016/08/17/il-rifugio-antonietta-restituito-alla-valle-1.2665144 Società degli Alpinisti Tridentini (2025). *Le nostre carrette cosa sai trovi*. https://www.sat.tn.it/wp-content/uploads/2025/01/Mostra_Approvvigionamento_inbios.pdf
18	Benedetti M. (2012). Brenta, un'estate di lavori al Tuckett. *Trentino*. https://www.giornaletrentino.it/territori/trento/brenta-un-estate-di-lavori-al-tuckett-1.9010114
19	Tourismusbüro & Partner (n.d.). *Rifugio Cesare Calvetti 2.189 m*. https://www.tourismusbuero.at/it/rifugio-cesare-calvetti-2-189m/ Gletscherbahnen Kaprun AG (n.d.). *Sanierung Drei Seen Hütte*. https://www.bergbahnen.at/de/betrieb-und-technik/sanierung-drei-seen-hütte/sanierung_-_Drei%20Seen%20Hütte.html
20	Provincia autonoma di Belluno (2023). *Rifugio Cima Libera: diventa progetto pilota sostenibile con idrogeno*. https://news.provincia.bl.it/it/news/rifugio-cima-libera-diventa-progetto-pilota-sostenibile-con-idrogeno
21	Saxonar Tunnerli Architekten (n.d.). *Turner dipl. Ethnologe*. http://www.saxonartunnerli.ch/1_turnerdipl_ip.html Arch.alfaz (n.d.). *Rifugio Alpe di Terra, 2440 m*. https://alfaz.arch.it/it/rifugio-alpe-di-terra-2440m/
22	Gibelli L. (n.d.). Il Nord-Est nuova protagonista. *Corriere della Quota*. https://www.corrieredellaquota.it/il-nord-est-nuova-protagonista/ Insam F. (2022). Il nuovo Rifugio Maria e Alberto ai Brenta sulle Dolomiti di Brenta, F4 piano per piano. *Planet mountain*. https://www.planetmountain.com/it/notizie/rubbing/nuovo-rifugio-maria-e-alberto-ai-brenta-dolomiti-di-brenta.html
23	CAI Cantù Brianza (2016). *Lavori di adeguamento strutturale della Capanna Cornizzolo*. https://caicantubrianza.it/attivita/capanna-cantu/24-settembre-2016-lavori-di-adeguamento-strutturale-della-capanna-cornizzolo
24	Effeuro s.r.l. (n.d.). *Ampliamento Rifugio Malghette*. https://www.effeeuro1.eu/it/contenuti/referenze/ampliamento-rifugio-malghette
25	Concorsi.it (n.d.). *Bando di concorso di progettazione per la ristrutturazione dell'attuale piano del rifugio Tommaso Pedrotti alla baita San Lorenzo Dorsino (TN)*. https://www.concorsi.it/concorsi.nsf/index.html Società degli Alpinisti Tridentini (2025). *Le nostre carrette cosa sai trovi*. https://www.sat.tn.it/wp-content/uploads/2025/01/Mostra_Approvvigionamento_inbios.pdf
26	Enercon (n.d.). *Rifugio Fiumarion, Cattolica, CN, Italia*. https://www.enercon.com/en/portfolio/rifugio-fiumarion-cattolica-cn-italia TM Costruzioni (n.d.). *Cantiere aperto: Rifugio Passiera*. https://www.tmcostruzioni.com/cantiere-aperto-rifugio-passiera

18 La disponibilità disomogenea e il diverso livello di dettaglio delle fonti consultate e dei dati raccolti evidenziano tuttavia un limite metodologico. Se le informazioni di carattere architettonico e costruttivo sono risultate in genere più accessibili, alcuni aspetti tecnici, come quelli relativi alla gestione dell'acqua, al trattamento delle acque reflue e agli impianti tecnici adottati, sono spesso documentati in modo meno sistematico, limitando in parte la comparabilità tra i casi.

19 Infine, i dati raccolti sono stati messi a confronto e rappresentati attraverso mappe di calore, per esaminare le relazioni tra le scelte progettuali adottate e le principali variabili di contesto, tra cui l'altitudine, le condizioni di accesso e il contesto paesaggistico. La distribuzione spaziale dei casi di studio è mostrata nella Figura 1.

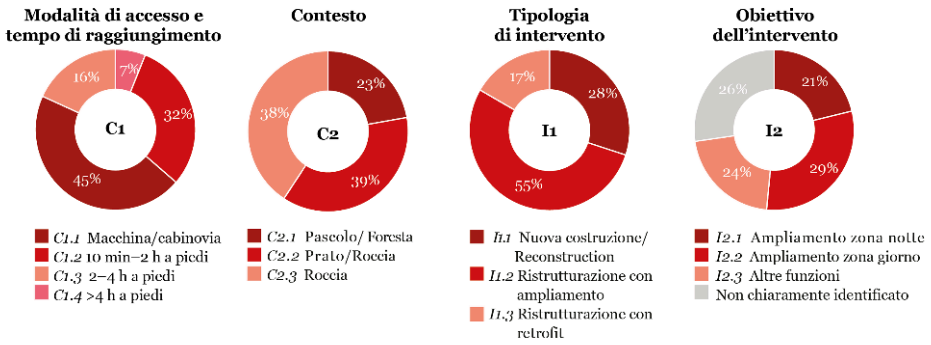
Tendenze ricorrenti negli approcci architettonici e negli interventi tecnici

20 I dati raccolti per i 26 casi di studio sono riportati nell'Allegato 1, che dettaglia le informazioni relative a ciascun rifugio. Il testo che segue illustra i risultati aggregati.

21 Il campione si distribuisce lungo l'arco alpino italiano, con quote comprese tra 1.876 m e 3.585 m, e comprende edifici originariamente costruiti a partire dal 1850. La capacità ricettiva, intesa come numero di posti letto, varia da 8 a 140. Dal punto di vista della proprietà, il campione comprende sei rifugi di proprietà privata, dieci di proprietà di club alpini come il Club Alpino Italiano (CAI) e la Società Alpinisti Tridentini (SAT), nove rifugi pubblici e un caso di proprietà di un consorzio di privati denominato Regole.

22 In relazione ai dati raccolti per ciascun rifugio, per quanto riguarda il contesto di accesso (**C1**) la maggior parte delle strutture è raggiungibile a piedi (Fig. 2). Quattordici richiedono avvicinamenti da due a quattro ore, mentre undici sono raggiungibili entro due ore. Cinque si trovano a più di quattro ore dal punto di accesso più vicino e soltanto due rifugi sono direttamente accessibili con veicoli. Quanto al contesto paesaggistico (**C2**), il campione si colloca in larga parte in ambienti aperti d'alta quota: prevalgono i terreni rocciosi e i contesti misti prato/roccia, tipici delle aree situate oltre il limite del bosco o in prossimità di esso, dove la vegetazione è generalmente ridotta e l'esposizione agli agenti atmosferici è maggiore. Solo sei casi ricadono in contesti di pascolo/bosco, corrispondenti ad ambiti relativamente più vegetati e di transizione.

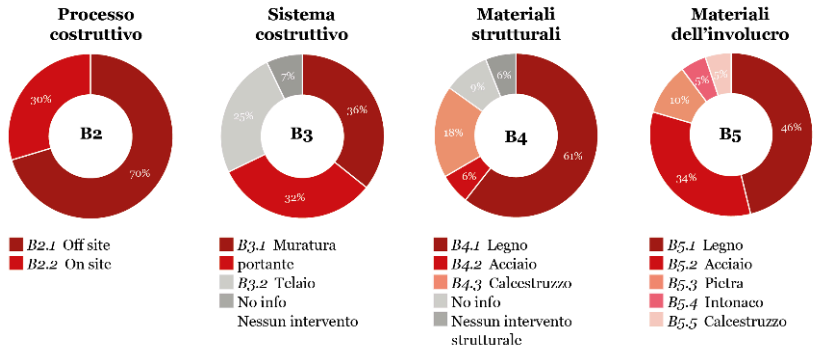
Figura 2.– Grafici riepilogativi della distribuzione dei casi studio in relazione alle modalità e ai tempi di accesso (C1), al contesto paesaggistico di riferimento (C2), alla tipologia di intervento (I1) e agli obiettivi progettuali (I2)



23 Per quanto riguarda il tipo di intervento (**I1**), diciassette rifugi sono stati oggetto di ristrutturazione con ampliamento, mentre otto riguardano nuove costruzioni o ricostruzioni complete. Il retrofit è meno frequente e spesso associato a un ampliamento. Soltanto in due casi l'intervento prevede esclusivamente il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio. Nei casi di nuova costruzione o di ricostruzione completa, l'obiettivo progettuale principale (**I2**) è l'ammodernamento complessivo. I progetti di ristrutturazione perseguono invece obiettivi molteplici e spesso combinati. L'ampliamento degli spazi dedicati alle attività diurne rappresenta l'obiettivo più ricorrente, seguito dall'ampliamento della zona notte. La categoria "altre funzioni" comprende invece il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio [20] [26], la riorganizzazione della distribuzione interna [13] [17] [24] [25], la realizzazione di un nuovo ingresso [18], di locali per il personale, di servizi igienici e di spazi per attività didattiche e culturali [15].

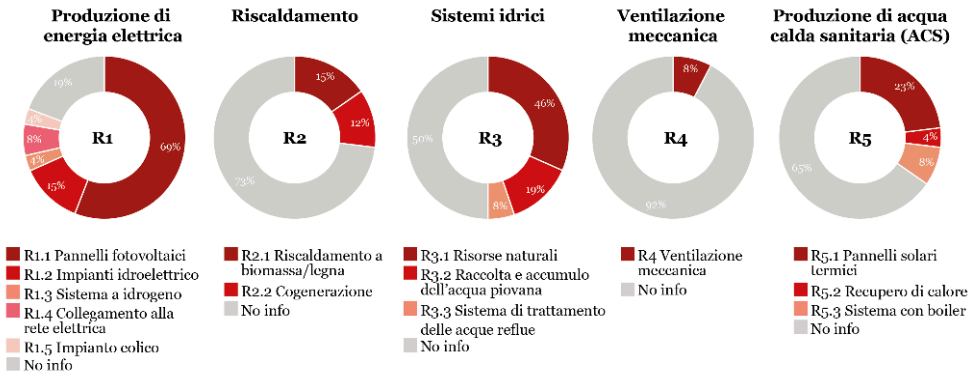
24 Per quanto riguarda il processo edilizio e di costruzione (**B**), il dataset mostra come logistica, processi costruttivi e scelta dei materiali siano fortemente condizionati dall'isolamento dei siti (Fig. 3). Per i sistemi di trasporto (**B1**) quello in elicottero è la soluzione prevalente, rilevata in diciotto casi. Il trasporto su camion è documentato in due casi, mentre per un caso è stato individuato l'uso di una teleferica temporanea per il trasporto dei materiali. In termini di processo costruttivo (**B2**), dodici casi ricorrono a processi off-site per diverse fasi della costruzione, mentre la costruzione interamente in opera è segnalata in sette casi. Rispetto al sistema strutturale delle strutture verticali **(B3)**, escludendo i due interventi che riguardano solo il retrofit della struttura esistente e i sette casi studio per i quali non sono disponibili informazioni, le soluzioni a pareti portanti compaiono in dieci casi, mentre i sistemi a telaio sono segnalati in nove. Due progetti comprendono entrambe le tipologie, indicando configurazioni strutturali miste. Considerando i materiali strutturali (**B4**), il legno è di gran lunga il materiale più ricorrente, con ventuno casi. Il calcestruzzo è presente in sei casi, spesso in combinazione con il legno. Il metallo è segnalato solo in due casi. Nessun caso indica un uso strutturale della pietra o del laterizio. Per il rivestimento esterno (**B5**), il legno è rilevato in diciotto casi e il metallo in tredici, con soluzioni combinate legno–metallo in otto interventi. Il rivestimento in pietra compare in quattro casi, mentre l'intonaco e il calcestruzzo sono segnalati in due casi ciascuno.

Figura 3.– Grafici riepilogativi della distribuzione dei casi studio in relazione al processo costruttivo (B2), al sistema strutturale (B3), ai materiali strutturali (B4) e ai materiali dell'involucro (B5)



25 Per quanto riguarda le risorse e gli impianti tecnici (**R**), l'Allegato 1 mostra una disponibilità disomogenea dei dati, a indicare che la documentazione tecnica non era accessibile o non è stata riportata per alcuni impianti specifici. Per la produzione di energia elettrica (**R1**), i pannelli fotovoltaici sono la soluzione più frequentemente individuata, con diciotto casi (Fig. 4). Quattro rifugi sono dotati di impianti micro-idroelettrici, uno sperimenta un sistema basato sull'idrogeno, due sono allacciati alla rete elettrica, mentre uno introduce un piccolo impianto eolico. Alcuni progetti combinano più opzioni di approvvigionamento, come il fotovoltaico con l'idroelettrico. Le informazioni sugli impianti di riscaldamento (**R2**) sono riportate solo per un sottoinsieme limitato di interventi. Il riscaldamento a biomassa/legna compare in quattro casi, mentre la cogenerazione, ossia la produzione combinata di elettricità e calore, è documentata in tre, a suggerire che le strategie di riscaldamento siano documentate in modo meno sistematico oppure descritte meno frequentemente nelle fonti disponibili.

Figura 4.– Grafici riepilogativi della distribuzione dei casi studio in relazione ai sistemi di produzione dell'energia elettrica (R1), ai sistemi di riscaldamento (R2), ai sistemi di approvvigionamento idrico (R3), alla ventilazione meccanica (R4) e ai sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria (R5)

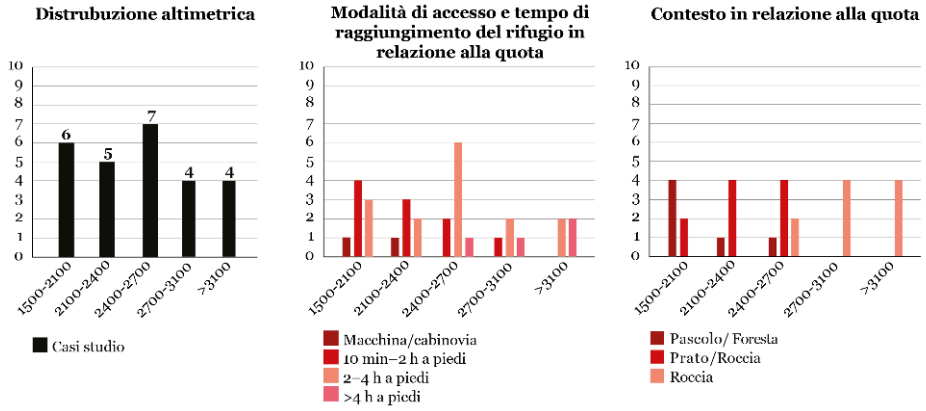


26 Per l'approvvigionamento idrico e la gestione delle acque reflue (**R3**), l'approvvigionamento da fonti naturali come sorgenti, ghiacciai, laghi, corsi d'acqua o neve è segnalato in dodici casi. La raccolta e l'accumulo dell'acqua piovana sono documentati in cinque casi, mentre un sistema di trattamento delle acque reflue è esplicitamente segnalato solo in due. Nel complesso, l'elevato numero di dati mancanti

in questa sezione suggerisce che le soluzioni relative all'acqua e alle acque reflue non sono spesso dettagliate nella documentazione pubblicamente disponibile, pur essendo probabilmente centrali per il funzionamento in alta quota. La ventilazione meccanica (**R4**) è esplicitamente segnalata solo in due casi, riflettendo anche in questo caso una limitata divulgazione delle informazioni più che necessariamente una limitata diffusione. Infine, per l'acqua calda sanitaria (**R5**), i pannelli solari termici sono rilevati in sei casi. Il recupero di calore è segnalato in un caso e i sistemi di produzione di ACS con caldaia in due.

27 L'altitudine è stata inoltre studiata in relazione alla distribuzione dei rifugi, al tempo di accesso e al contesto (Figg. 5-6). Le quote più elevate sono più frequentemente associate ad avvicinamenti più lunghi e ad ambienti aperti e rocciosi, mentre le fasce inferiori e intermedie comprendono più spesso rifugi relativamente accessibili e contesti più vegetati o di transizione (fig. 5). Questa interdipendenza è stata tenuta in considerazione nell'elaborazione delle mappe di calore, leggendo gli andamenti osservati come esito della combinazione di vincoli operativi e ambientali, più che della sola altitudine.

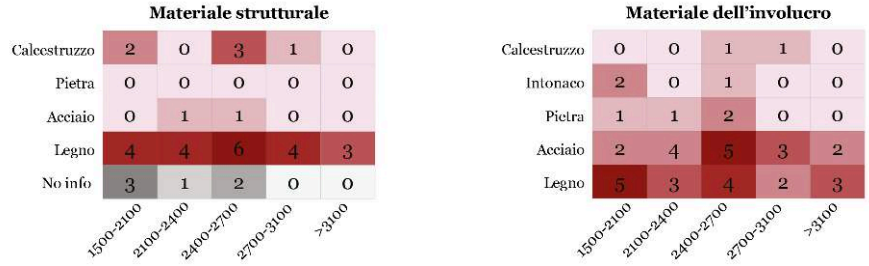
Figura 5.– Distribuzione dei casi studio per fasce altimetriche, con indicazione delle relative condizioni di accesso e dei contesti paesaggistici di riferimento per ciascuna fascia



28 Se i risultati descrittivi offrono una panoramica delle caratteristiche degli interventi, essi non restituiscono pienamente il modo in cui le scelte progettuali, indipendentemente dal tipo di intervento, variano in relazione all'altitudine, alle condizioni di accesso e al contesto paesaggistico. Sono state pertanto elaborate mappe di calore (fig. 6), incentrate sulla relazione tra altitudine e materiali, in quanto indicatori fortemente influenzati dai vincoli dell'alta quota.

29 In tutte le classi altimetriche il legno resta il materiale strutturale dominante (Fig. 6, a sinistra), con il calcestruzzo concentrato principalmente alle quote inferiori e intermedie e il metallo presente solo in misura marginale. La pietra non compare in alcuna fascia, mentre le celle "nessuna informazione" si concentrano nelle classi di quota inferiore e media, a suggerire che le lacune incidono ancora sulla leggibilità di alcuni progetti, soprattutto dove i dati tecnici pubblicati sono limitati.

Figura 6.– Mappe di calore che mostrano la distribuzione dei materiali strutturali (a sinistra) e dei materiali dell'involucro (a destra) nelle diverse fasce altimetriche considerate nel campione. I valori nelle celle indicano il numero di casi studio per ciascun materiale e fascia altimetrica, includendo la categoria «informazione non disponibile» nei casi in cui i dati non sono presenti



30 Una tendenza analoga emerge per i materiali dell'involucro (Fig. 6, a destra). Su tutto l'intervallo di quote il legno e il metallo sono le soluzioni di rivestimento più ricorrenti. Le finiture minerali, come la pietra, l'intonaco e un uso limitato del calcestruzzo, si concentrano nelle fasce inferiori e intermedie, dove i siti si trovano più probabilmente in contesti vegetati o di transizione e dove gli accessi sono più brevi. Alle quote più elevate il trattamento dell'involucro tende a convergere verso soluzioni in legno e metallo.

Traiettorie progettuali emergenti per i rifugi alpini italiani

31 I risultati e le analisi evidenziano diverse tendenze relative agli approcci di intervento recenti sui rifugi alpini. Sebbene tutti siano influenzati dall'esposizione ai fattori climatici, dall'evoluzione delle modalità d'uso e dal peso crescente dei quadri normativi, tali circostanze conducono a un equilibrio variabile tra adeguamenti tecnologici e tutela dell'ambiente nei diversi modelli di proprietà e di gestione.

32 Gli interventi si distribuiscono su tutte le fasce altimetriche e in tutti i contesti paesaggistici, confermando che le pressioni esaminate interessano l'intero arco alpino. Le trasformazioni risultano tuttavia più frequenti alle quote intermedie, dove le condizioni di accesso sono relativamente più agevoli, con una presenza di interventi leggermente superiore nelle regioni nord-orientali. Un aspetto rilevante riguarda la prevalenza della ristrutturazione e dell'ampliamento rispetto alla ricostruzione completa. Gli edifici esistenti vengono generalmente conservati e adeguati mediante addizioni che migliorano l'organizzazione degli spazi e le prestazioni tecniche. Questo approccio, coerente con le politiche europee che promuovono la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, potrebbe riflettere una tendenza più ampia a preservare la struttura originaria. In alcuni casi l'ampliamento è dichiaratamente espresso come addizione contemporanea, pur preservando la riconoscibilità dell'edificio originario, come illustra il Rifugio Boè (Fig. 7). Al tempo stesso ciò dimostra che i requisiti contemporanei relativi a sicurezza, igiene, comfort, prestazioni energetiche e gestione del personale richiedono spesso più spazio di quanto gli edifici originari possano offrire, rendendo sempre più difficile conservare la scala tradizionalmente compatta. Inoltre, come illustrato nell'introduzione, la prevalenza della ristrutturazione sulla nuova costruzione può avere anche implicazioni culturali. Conservare un rifugio

esistente mantiene la continuità di un edificio che, attraverso la propria storia e la propria permanenza in un'area remota, ha acquisito un significato specifico per il territorio. Ciò può suggerire anche la persistenza di un'immagine del rifugio alpino associata ai materiali tradizionali, alla semplicità architettonica e alla sua presenza consolidata nel paesaggio montano, oltre che al suo originario e sobrio ruolo di ricovero, sebbene i requisiti contemporanei stiano progressivamente trasformando queste caratteristiche.

Figura 7.– Configurazione attuale del Rifugio Boè, composto dalla struttura originaria (a destra) e dal nuovo ampliamento (a sinistra), che ospita una nuova sala ristorante con cucina al piano terra e ulteriori camere al piano superiore



Elisa Bernard, 2025

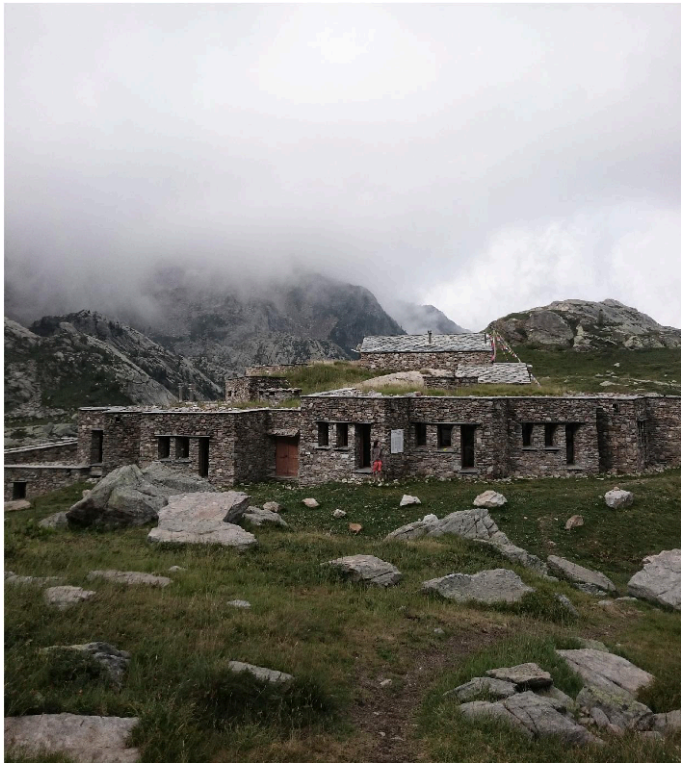
33 Dove si realizzano ampliamenti, la logica funzionale consiste principalmente nell'ampliare le zone giorno e notte, nonché nel riorganizzare gli spazi interni e nel migliorare le aree di servizio e i locali per il personale, al fine di favorire l'efficienza gestionale e la conformità normativa del rifugio. Alcuni progetti, tuttavia, introducono anche spazi per attività didattiche o culturali. Pur essendo ancora limitato nel campione, questo aspetto può indicare un'ulteriore possibile traiettoria di adattamento trasformativo, in cui i rifugi assumono nuove funzioni e vengono riscoperti come luoghi per osservare, interpretare e comunicare le trasformazioni che interessano i territori montani, i paesaggi, la biodiversità, la cultura e il clima, mantenendo al tempo stesso la loro funzione ricettiva. Se si considera questo aspetto in relazione alla pressione antropica su territori fragili, l'introduzione di funzioni didattiche, culturali e ambientali accanto al tradizionale ruolo ricettivo potrebbe contribuire anche a orientare l'offerta turistica e, potenzialmente, a limitarne l'impatto sui territori alpini. Più che una riduzione del numero di visitatori, ciò potrebbe rappresentare una forma di "decrescita" basata sul ripensamento del modo in cui queste strutture vengono utilizzate e del tipo di esperienza che offrono. Pur essendo ancora in fase emergente, questa tendenza può prefigurare un futuro diverso per l'architettura d'alta quota, in cui l'adattamento non si limita al miglioramento delle prestazioni tecniche e

dell'affidabilità operativa, ma comporta anche un ripensamento delle funzioni dei rifugi in termini generali e del loro ruolo all'interno di territori montani sempre più fragili.

34 In termini di logistica di cantiere, il trasporto in elicottero resta l'opzione prevalente in assenza di strade di accesso permanenti, mentre soluzioni alternative come le teleferiche sono meno frequenti ma significative. Per ridurre le lavorazioni in cantiere e abbreviare i tempi di montaggio, i processi off-site sono ampiamente utilizzati, in genere mediante la fornitura di pannelli pre-assemblati o di elementi di rivestimento di facciata. Questi sistemi richiedono tuttavia ancora alcune lavorazioni in opera e la prefabbricazione non è ancora sfruttata appieno, a indicare una traiettoria di innovazione moderata. Le strategie relative ai materiali e all'involucro rispecchiano la ricerca di efficienza e affidabilità. Il legno è ampiamente impiegato a tutte le quote, sia nei sistemi a telaio sia nelle pareti portanti, spesso con pannelli di legno ingegnerizzato. L'acciaio è marginale come materiale strutturale, ma ricorrente nei rivestimenti esterni, talvolta in abbinamento al legno, a dimostrazione dell'interesse per soluzioni ibride. Ciò segna un allontanamento dalla costruzione massiva o con materiali di provenienza locale basata sulla pietra, soprattutto nelle aree più remote.

35 Queste scelte progettuali influenzano anche il rapporto con il paesaggio circostante, che segue alcuni andamenti ricorrenti. Alle quote più elevate, in particolare nei contesti rocciosi e fortemente esposti, anziché riprodurre le tradizioni costruttive locali, le strategie di involucro convergono invece per lo più verso sistemi leggeri e a bassa manutenzione, dando luogo talvolta a espressioni materiche in contrasto con il colore o la texture del terreno. Alcuni progetti ricercano tuttavia una mediazione visiva attraverso il colore, la scelta dei materiali e trattamenti superficiali calibrati per stabilire un rapporto più stretto con il paesaggio circostante, come illustra il Rifugio Barma (Fig. 8). Questa tendenza si rileva anche ai livelli inferiori e intermedi. Nel complesso, gli interventi architettonici esaminati mostrano che i requisiti operativi e le condizioni ambientali si riflettono nell'impiego di costruzioni leggere, della prefabbricazione e di materiali adatti ai contesti d'alta quota, mentre l'integrazione paesaggistica è perseguita attraverso approcci differenti per forma, materiali dell'involucro, colori e trattamenti superficiali. Più che indicare un modello comune, i risultati rivelano modi diversi di bilanciare tali requisiti in funzione delle condizioni specifiche di ciascun intervento.

Figura 8.– Configurazione attuale del Rifugio Barma, caratterizzato da un rivestimento esterno in pietra locale che contribuisce a creare una maggiore continuità visiva tra l'edificio e il contesto naturale circostante



Elisa Bernard, 2019

36 Dal punto di vista dell'autosufficienza energetica, gli impianti fotovoltaici costituiscono la fonte rinnovabile più diffusa, talvolta integrata da micro-idroelettrico, energia eolica o sistemi basati sull'idrogeno. Questa tendenza mostra l'impegno ad aumentare la produzione in loco limitando al tempo stesso le emissioni, in linea con gli orientamenti europei e alpini più ampi in materia di prestazioni ed efficienza nell'uso delle risorse. I sistemi legati alla gestione dell'acqua rivelano invece una traiettoria più disomogenea. Molti rifugi dipendono ancora da fonti naturali e solo pochi casi segnalano esplicitamente la raccolta e l'accumulo dell'acqua piovana o un trattamento strutturato delle acque reflue. Si tratta di un dato significativo, considerate le tendenze climatiche che dovrebbero accentuare l'incertezza nella disponibilità di acqua in alta quota. L'interpretazione è tuttavia limitata dalla scarsa documentazione pubblica, che probabilmente sottorappresenta le misure tecniche adottate. Limiti analoghi riguardano gli impianti di ventilazione, di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria, centrali per la gestione quotidiana ma spesso meno visibili nelle descrizioni dei progetti.

37 Nel complesso, lo studio contribuisce a colmare la lacuna individuata mostrando che attualmente nessuna singola traiettoria riesce a bilanciare requisiti operativi, adattamento climatico, prestazioni ambientali e integrazione paesaggistica. Emergono approcci diversi in funzione dell'altitudine, dell'accessibilità e delle condizioni del sito, mentre la ristrutturazione, la costruzione off-site e le energie rinnovabili risultano le strategie più consolidate. Le misure di adattamento al clima, in particolare quelle relative alla disponibilità di acqua, restano invece meno evidenti, a suggerire che la

pratica attuale è più avanzata sul fronte della mitigazione che su quello dell'adattamento. Questi risultati forniscono una base per definire approcci futuri più integrati e specifici per il contesto, capaci di accrescere la resilienza limitando al tempo stesso gli impatti ambientali e paesaggistici.

Conclusioni

38 Attraverso un'analisi sistematica degli interventi recenti sui rifugi italiani situati oltre i 1.500 m s.l.m., questo studio ha voluto contribuire al dibattito in corso su come i rifugi alpini stiano attualmente rispondendo alle pressioni contemporanee. Ampliando il campo di osservazione oltre gli esempi architettonici più frequentemente citati e considerando sia progetti noti sia progetti meno documentati, la ricerca offre una panoramica strutturata e quanto più possibile esaustiva delle trasformazioni recenti all'interno di uno specifico contesto nazionale alpino contribuendo a individuare gli approcci e le pratiche attuali nell'adattamento e nella ristrutturazione dei rifugi di montagna.

39 L'analisi evidenzia la rilevanza dell'adeguamento tecnologico, della costruzione off-site e degli impianti a energia rinnovabile. Essa rivela inoltre forme emergenti di sperimentazione nel trasporto dei materiali e impianti energetici più avanzati, che potrebbero ampliare il ventaglio delle strategie possibili per ridurre gli impatti ambientali. Al tempo stesso, lo studio mostra anche che l'adattamento contemporaneo è in prevalenza incrementale più che radicale, pur prospettando nuove funzioni come le attività didattiche e culturali.

40 Considerando le trasformazioni future che probabilmente interesseranno molti rifugi alpini, sono necessarie ulteriori ricerche per definire criteri più chiari per gli interventi futuri sui rifugi e per comprendere come tali criteri possano essere efficacemente attuati nella pratica. L'analisi condotta non ha individuato in modo specifico la riduzione dimensionale come strategia effettivamente adottata; gli interventi tendono piuttosto, in generale, ad adeguare e ad ampliare le strutture esistenti in risposta a requisiti funzionali, normativi e ambientali. Ciò evidenzia la necessità di indagare meglio il rapporto tra ristrutturazione, crescita dimensionale e principi quali la "sobrietà" e la "decrescita" che emergono con crescente frequenza nel recente dibattito teorico. Se quest'ultima è intesa anche come possibile riduzione delle pressioni e della domanda turistica, la persistente necessità di ampliare queste strutture non può più essere data per scontata. Le ricerche future dovrebbero pertanto indagare non solo come i rifugi possano essere trasformati, ma anche se, dove e in che misura il loro aumento dimensionale resti appropriato rispetto all'esigenza di adattare le traiettorie turistiche ai limiti ambientali.

41 In questa prospettiva tali principi non dovrebbero essere intesi come regole formali fisse, ma come strumenti specifici per il contesto con cui bilanciare prestazioni funzionali, dimensioni dell'edificio, consumo di risorse, durabilità, integrazione paesaggistica e ruolo di lungo periodo del rifugio. Ulteriori lavori dovrebbero pertanto sviluppare criteri più chiari e basati su evidenze per tradurre questi concetti in indicazioni concrete per le future decisioni progettuali e di pianificazione. Poiché il cambiamento climatico e le dinamiche turistiche si estendono oltre i confini nazionali, sarebbe inoltre utile ampliare questo tipo di studio anche al di là del contesto italiano. Ricerche future sviluppate alla scala dei massicci alpini e a cavallo dei confini nazionali

potrebbero consentire di confrontare condizioni ambientali simili in cui sono state adottate soluzioni diverse. Tali confronti potrebbero fornire indicazioni utili per il futuro adattamento dei rifugi alpini, tenendo comunque conto delle caratteristiche specifiche dei singoli territori.

42 Lo studio evidenzia inoltre alcuni limiti legati alla disponibilità e all'aggiornamento dei dati. Ciò è particolarmente evidente per le informazioni relative alla gestione della risorsa idrica, alle acque reflue e ai relativi impianti tecnici, una circostanza che riduce la comparabilità tra aree destinate a diventare sempre più critiche in un quadro di crescente incertezza idrica. In prospettiva, lo studio suggerisce di rafforzare la disponibilità e la standardizzazione dei dati tecnici, soprattutto per quanto riguarda la gestione dell'acqua e il trattamento delle acque reflue. Potrebbe inoltre essere utile estendere l'analisi agli interventi "minori" attualmente esclusi, per comprendere come l'adattamento avvenga anche attraverso trasformazioni diffuse che non sempre possono essere classificate come opere di rilievo.

BIBLIOGRAFIA

Adler, C., Wester, P., Bhatt, I., Huggel C., Insarov, G.E., Morecroft M.D., Muccione V., & Prakash A. 2022.– "Cross-Chapter Paper 5: Mountains" In H.–O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, pp. 2273–2318. Cambridge University Press. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009325844.022.

Alpine Convention, 1991.– *Convention Framework*, Salzburg.

Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A.,... & Nieplova, E., 2006.– "HISTALP Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region", *International Journal of Climatology, A Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 27, nº 1, pp. 17–46. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.1377.

Bai, Y., & Calvetti, F., 2025.– "Investigating Temperature Effects on Deformation of High Mountain Huts", *Atti dell'Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica* (IARG 2025), Firenze.

Bernard, E., 2025.– "Alpine Huts, Built Elements in the Landscape: The Relationship Between Architecture, Nature, and Sustainability in High-Altitude Mountains", *The International Journal of Architectonic, Spatial, and Environmental Design*, vol. 20, nº 1, pp. 21–50. DOI: https://doi.org/10.18848/2325-1662/CGP/v20i01/21-50.

Bernard, M., 2003.– *Objectif décroissance: vers une société harmonieuse*, L'Aventurine.

Bottino-Leone, D., Exner, D.E., Adami, J., Troi, A., & Balest, J., 2024.– "An Energy Self-Sufficient Alpine Hut: The Refurbishment of an Ex-Tobacco Farm Using Building Integrated Photovoltaics", *Buildings*, vol. 14, nº 2, p. 518. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings14020518.

Calvetti, F., & Salvalai, G., forthcoming.– "Mountain Huts: High-Altitude Innovation, Sustainability, and Safety", *Research for Development series*, Springer, Cham.

Camanni, E., 2005.– "Il rifugio di montagna nel racconto alpinistico e nell'immaginario letterario", *Architettura Moderna Alpina: I Rifugi, Quaderni della* fondazione, nº 17, Fondazione Courmayeur, Aosta/Pollein, Grand Place, pp. 35–38.

Club Alpino Italiano (CAI), 2020.– *Regolamento delle strutture ricettive del Club Alpino Italiano*. Online: https://www.cai.it/wp-content/uploads/2024/04/Regolamento-strutture-ricettive-del-Club-Alpino-Italiano-20201.pdf, retrieved October 20, 2026.

Club Arc Alpine, 2014 update in 2017.– *Protect the Alpine landscapes*. Online: https://www.club-arc-alpin.eu/fileadmin/downloads/Positionspapiere/neues_Layout_ab_2013/Update_position_Landscape2017.pdf, retrieved October 20, 2026.

Dematteis M., n.d.– "Costruire rifugi: una conversazione con Luca Gibello", *Montagne in rete*. Online: https://montagneinrete.it/approfondimenti/dialoghi-in-quota/costruire-rifugi/, , retrieved October 20, 2026.

De Rossi, A., 2014.– *La costruzione delle Alpi. Immagini e scenari del pittoresco alpino (1773-1914)*, Roma, Donzelli.

Deutschen Alpenverein, Österreichischen Alpenverein, Alpenverein Südtirol, 2016.– "Hoch hinaus! Wege und Hütten in den Alpen", *High up!: Trails and huts in the Alps*, Köln.

Dini, R., Gibello L., Girodo S., 2018.– *Rifugi e bivacchi. Gli imperdibili delle Alpi: Architettura, storia, paesaggio,* Hoepli Editore.

Dini, R., Girodo S., 2018.– "Rifugiarsi nella notte. Il ruolo dell'architettura nel processo di conoscenza dell'alta quota", *Journal of Alpine Research|Revue de géographie alpine*, vol. 106, nº 1. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.4000/rga.3911.

Dumont, M., Monteiro D., Filhol S., Gascoin S., Marty C., Hagenmuller P., Morin S., Choler P., Thuiller W., 2025.– "The European Alps in a changing climate: physical trends and impacts", *Comptes Rendus, Geoscience*, vol. 357, pp. 25–42. DOI: https://doi.org/10.5802/crgeos.288.

Elmi, M., Streifeneder T., Ravazzoli E., Laner P., Petitta M., Renner K., Garegnani G., D'Alonzo V., Brambilla A., Bassano B., Hardenberg von Achaz, Cremer-Schulte D., Klemencic M., 2018.– *The Alps in 25 maps*.

European Commission, 2020.– *A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives*, Brussels. Online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020IR2786, retrieved October 20, 2026.

Fetting, C., 2020.– *The European green deal*, ESDN report, December, ESDN Office, Vienna.

Goymann, M., Wittenwiler, M., & Hellweg, S., 2008.– "Environmental Decision Support for the Construction of a 'Green' Mountain Hut", *Environmental Science & Technology*, vol. 42, nº 11, pp. 4060–4067.

Hock, R., Rasul, G., Adler, C., Cáceres, B., Gruber, S., Hirabayashi, Y., Jackson, M., Kääb, A., Kang, S., Kutuzov, S., Milner, A., Molau, U., Morin, S., Orlove, B., & Steltzer, H, 2019.– "High Mountain Areas" In H.–O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, Cambridge University Press, pp. 131–151.

de Kalbermatten, P., 2013.– "La nuova Monte Rosa Hutte alla prova dell'uso" *Canteri d'alta quota: Rifugi in divenire. Architettura, funzioni e ambiente. Esperienze alpine a confronto*, pp. 63–66.

Latouche, S., 2003.– "Pour une société de décroissance", *Le monde diplomatique*, nº 596.

Latouche, S., 2007.– *La scommessa della decrescita*, Milano, Feltrinelli.

Menti, U.-P., Plüss I., & Mennel S., 2007.– "Energy Autarky of the Monte Rosa Cabin – A Challenge for the Building Services Engineering Concept." *Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors*, FINVAC, Helsinki.

Miczka, J., Chanteloup L., Clivaz C., 2025.– "The climate change vulnerability of mountain huts in the French-Swiss Alps", *Via. Tourism Review*, nº 27. DOI: https://doi.org/10.4000/14gb3.

Miczka, J., Chanteloup L., & Clivaz C., 2025b.– "Reconfiguring Territorial Governance in the Light of the Tourism Transition: The Case of Mountain Huts in the Franco-Swiss Alps", *Natures Sciences Sociétés*, vol. 33, no 3, pp. 271–281. DOI: https://doi.org/10.1051/nss/2025054.

Miczka, J., Chanteloup L., & Clivaz C., 2025c.– "Adapting Mountain Huts in the Western Alps to Climate Change: Strategies, Challenges, Governance, and Recommendations", *Mountain Research and Development*, vol. 46, nº 1. DOI : https://doi.org/10.1659/mrd.2025.00011.

Mina, G., Peira G., Duglio S., & Beltramo R., 2026.– "Mountain Hut Managers as Observers of Overtourism in Natural Areas: Perceived Tourism Carrying Capacity in the Italian Alps", *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, nº 54. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jort.2026.101041.

Müller-Roux, M., Clivaz, C. Saarinen, J. & Overney G., 2026.– "Degrowth in Mountain Tourism: Challenges and Future Prospects", *Journal of Alpine Research|Revue de géographie alpine*, vol. 114-nº 1. DOI: https://doi.org/10.4000/165g9.

Nigrelli, G., Chiarle M., 2023.– "1991–2020 Climate Normal in the European Alps: Focus on High-Elevation Environments", *Journal of Mountain Science*, vol. 20, nº 8, pp. 2149–2163. DOI: https://doi.org/10.1007/s11629-023-7951-7.

Novotná, M., 2023.– "Alpine huts: Architectural innovations and development in the High Tatras in the second half of the 20th century", *ALFA — Architecture Papers of the Faculty of Architecture and Design, Slovak University of Technology in Bratislava*, vol. 28, nº 1. DOI: https://doi.org/10.2478/alfa-2023-0005.

Salvalai, G. & Gadusso, F., 2024.– "Making Mountain Huts Future-Proof – Consistency Data Analysis to Improve Adaptation and Resilience of the Mountain Hut Network", *Proceedings of the 11th International Conference of Ar.Tec.* (Scientific Society of Architectural Engineering). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-71867-0_45.

Schickhoff, U., Singh R.B., & Mal S., 2021.– *Mountain Landscapes in Transition: Effects of Land Use and Climate Change*, Springer.

Stubelj Ars, M., & Bohanec M., 2010.– "Towards the Ecotourism: A Decision Support Model for the Assessment of Sustainability of Mountain Huts in the Alps" *Journal of Environmental Management*, vol. 91, nº 12, pp. 2554–2564. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.006.

RIASSUNTI

Inizialmente concepiti come strutture minime situate oltre il limite degli insediamenti permanenti, i rifugi alpini operano oggi in condizioni sempre più complesse determinate dal rapido innalzamento delle temperature e dall'evoluzione delle modalità d'uso, cercando al contempo di conciliare tali pressioni con i quadri normativi in materia di tutela ambientale e paesaggistica. L'articolo indaga come la progettazione contemporanea risponda a queste sfide attraverso lo studio di interventi recenti sui rifugi alpini, con particolare attenzione alle soluzioni tecniche, alle strategie di resilienza, alle prestazioni ambientali e all'integrazione nel paesaggio. Lo studio adotta una metodologia comparativa, prendendo in esame 26 rifugi gestiti con posti

letto oltre i 1500 m s.l.m. sull'arco alpino italiano, analizzando gli interventi realizzati a partire dal 2014 che comprendono nuove costruzioni, ricostruzioni, ampliamenti e retrofit. Sulla base della letteratura grigia, è stato costruito un dataset di dati che include le condizioni del contesto, il tipo di intervento, i processi costruttivi, i sistemi strutturali e i materiali, nonché le principali strategie energetiche e idriche. I risultati restituiscono un quadro frammentato di approcci e soluzioni, nel quale emergono tuttavia alcuni elementi ricorrenti. Gli ampliamenti rappresentano la tipologia di intervento più frequente, determinata da esigenze operative e normative, mentre il trasporto in elicottero e la prefabbricazione costituiscono le strategie logistiche di cantiere più diffuse. Il legno è il materiale strutturale predominante, mentre per l'involucro prevalgono rivestimenti in legno e metallo. Sebbene le fonti rinnovabili siano sempre più diffuse, in particolare il fotovoltaico, i sistemi di gestione dell'acqua risultano scarsamente documentati. Nel complesso, lo studio ribadisce la rilevanza di approcci progettuali specifici per il contesto, evidenziando la necessità di accelerare le misure di risposta ai cambiamenti climatici e individuando nuove funzioni che potrebbero contribuire a definire il futuro dei rifugi alpini italiani.

INDICE

Parole chiave : edifici d'alta quota, adattamento, soluzioni tecnologiche, cambiamento climatico, architettura remota, architettura, rifugi

AUTORI

ELISA BERNARD

Department of Architecture and Arts, Iuav University of Venice (IUAV), Santa Croce 191, 30135 Venice, Italy

FRANCESCA GADUSSO

Department of Architecture, built environment and construction engineering (DABC), Politecnico di Milano (PoliMi), Via Giuseppe Ponzio 31, Milano, 20133, Italy

MASSIMILIANO CONDOTTA

IDREF : https://idref.fr/290236533

Department of Architecture and Arts, Iuav University of Venice (IUAV), Santa Croce 191, 30135 Venice, Italy

GRAZIANO SALVALAI

Department of Architecture, built environment and construction engineering (DABC), Politecnico di Milano (PoliMi), Via Giuseppe Ponzio 31, Milano, 20133, Italy

ELISA ZATTA

Department of Architecture and Arts, Iuav University of Venice (IUAV), Santa Croce 191, 30135 Venice, Italy