

Open access multilingual yearly scientific journal / Rivista scientifica annuale multilingue ad accesso aperto No. 15 January-December 2024 / N. 15 gennaio-dicembre 2024 www.xydigitale.it

Editor-in-Chief / Direttore Scientifico Roberto de Rubertis

Managing Director / Direttore Responsabile

Giovanna A. Massari

Scientific Committee / Comitato Scientifico

Lucio Altarelli, Paolo Belardi, Alessandra Cirafici, Gianni Contessi, Antonella Di Luggo, Edoardo Dotto, Michele Emmer, Francesca Fatta, Fabrizio Gay, Paolo Giandebiaggi, Francesco Maggio, Carlos Montes Serrano, Philippe Nys, Ruggero Pierantoni, Franco Purini, Fabio Quici, Livio Sacchi, Rossella Salerno, José Antonio Franco Taboada, Marco Tubino, Ornella Zerlenga

Managing Editors / Capo Redattori

Elena Casartelli, Fabio Luce, Cristina Pellegatta, Cristiana Volpi

Editorial Board / Comitato di Redazione Margherita Parrilli, Roberta Vitale

Advisor for English Language / Consulente per la lingua inglese Roberta Vitale

Scientific reviewers of the submitted papers / Revisori scientifici dei testi ricevuti

Piero Albisinni, Giuseppe Amoruso, Laura Baratin, Paolo Belardi, Fabio Bianconi, Massimiliano Ciammaichella, Alessandra Cirafici, Luigi Cocchiarella, Marco Fasolo, Luca Gibello, Francesco Maggio, Leonardo Paris, Giulia Pellegri, Andrea Rolando, Livio Sacchi, Cristiana Volpi

Editorial Office / Redazione

Università degli Studi di Trento – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica via Mesiano, 77 - 38123 Trento tel. +39 0461 282669 www.dicam.unitn.it Cover. Maria Piera Branca, *Dreamers Will Walk There*, drawing on paper, 21x21 cm, 2022. © Maria Piera Branca.

The work is part of a collection of drawings representing imagined and dreamed places. A mountain is a place of the soul; silence and shapes accompany the journey, carrying with it the fear of every beginning represented by the shapes in the foreground. The suspended beauty of the morning and the amazement at the pale horizons soften the fear of going.

In copertina. Maria Piera Branca, *Vi cammineranno i sognatori*, disegno su carta, 21x21 cm, 2022. © Maria Piera Branca.

Il lavoro fa parte di una raccolta di disegni che rappresentano luoghi immaginati e sognati. La montagna è un luogo dell'anima, il silenzio e le forme accompagnano il cammino che porta con sé il timore di ogni inizio, rappresentato dalle forme in primo piano. La bellezza sospesa del mattino e lo stupore per i pallidi confini attenuano il timore dell'andare.

XY: rassegna critica di studi sulla rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte = Critical review of studies on the representation of architecture and use of the image in science and art – A. 9, n. 15 (gen.-dic. 2024) = Y. 9, no. 15 (Jan.-Dec. 2024)

Trento: Università degli Studi di Trento; 2016 - . - v. : ill.; 30 cm. – Annuale ISSN (online): 2499-8346

ISBN (online): 978-88-5541-108-0 DOI: http://dx.doi.org/10.15168/xy.v9i15

> Università degli Studi di Trento via Calepina, 14 - 38122 Trento tel. +39 0461 283016 - 281722 casaeditrice@unitn.it



Except where otherwise noted, contents on this journal are licensed with a Creative Commons

Attribution – Non Commercial – Share Alike 4.0 International License

Eccetto ove diversamente specificato, i contenuti della rivista sono rilasciati con Licenza Creative Commons

Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

Index / Indice

Giovanna A. Massari Editorial. Elevated Sites

		Editoriale. Luoghi in quota
8	Simone Bori	Representing by Outlines. The Mountain, Described through its Contour Rappresentare per profili. La montagna descritta attraverso il suo contorno
22	Michela Rossi Sara Conte	Stories by Drawing. Dino Buzzati's Mountains Racconti di-segni. Le montagne di Dino Buzzati
40	Cesare Battelli Ornella Zerlenga	The Utopia of the Sacred Mountain. Imaginific Scenarios L'utopia della montagna sacra. Scenari immaginifici
60	Roberta Agnifili	Visible Traces, Invisible Traces. The Texture of the Mountain as Infrastructure Tracce visibili, tracce invisibili. La trama della montagna come infrastruttura
74	Francesca Sisci	The Italian Mountain Villages in Wisconsin. <i>Hillbrows and Hilltowns</i> by Robert Venturi I borghi montani italiani del Wisconsin. <i>Hillbrows and Hilltowns</i> di Robert Venturi
90	Sara Favargiotti Adriano Dessì Marco Ferrari Roberto Sanna	Cyborg Mountains. Post-war and Post-mining Metamorphoses in the Border Places between Trentino-Alto Adige and Sardinia Montagne Cyborg. Metamorfosi post-belliche e post-minerarie nei luo- ghi di confine tra Trentino-Alto Adige e Sardegna
106	Elisa Bernard Massimiliano Condotta Elisa Zatta	Interpreting the Alpine Region over Time through the High-altitude Network of Outposts Interpretare il territorio alpino nel tempo attraverso la rete dei presidi d'alta quota
120	Silvia Metzeltin Giovanna Durì	Gino Buscaini, Mountains in His Hands Gino Buscaini, montagne tra le mani
126	XY 15 2024	The Competition for the Cover Image Il concorso per l'immagine di copertina

3

Interpreting the Alpine Region over Time through the High-Altitude Network of Outposts



Elisa Bernard, Massimiliano Condotta, Elisa Zatta

Mountain huts at high altitudes tell the story of the times and ways in which man has known the Alps. Originally created as shelters, today they make up a network of outposts that have developed on the mountains over time, reflecting the socio-economic changes in history. However, the current climatic context and the increasing degree of their use question the presence and role of these structures in a fragile context such as the high mountains. Developing future scenarios for high-altitude constructions requires in-depth knowledge of their evolution and their relationship with the territory. Georeferenced reconstructions, diagrams, and interpretive tools become the main support for analysing mountain areas to understand the development of the network of outposts over time, interpreting the dynamics of its use and its relationship with climate. Starting from the creation of an original dataset of 914 Italian Alpine huts above 1500 m a.s.l., identified through literature analysis, and from processing of the related geographic, altimetric, temporal, and receptive data collected, the article illustrates the evolution of the relationship between man and mountain through analytical and interpretive representations. By connecting this information with climatic and geo-hydrological risk data, the investigation suggests a method for constructing a knowledge framework, useful to develop future scenarios. The intersection of climatic, geo-hydrological, and architectural information provides a cross-cutting approach to understanding the Alpine region, useful for evaluating the presence and role of mountain huts and to highlight how, in the future, the network of high-altitude shelters could play a fundamental role in the strategies for the sustainable management of mountain territories.

Keywords: climate change, georeferenced dataset, mountain hut.

1. Introduction

Over time, the high mountains have been experienced by man in various ways. In the case of the Alps, since the 18th century, they have transformed from uncharted territory to a place of discovery and achievement, where the mountain hut represented 'the only accepted and permitted anthropic and artificial presence' (De Rossi 2018: 2). The gradual construction and distribution of mountain huts tell us about the times and ways in which humans have come to know the mountains, reflecting, from time to time, the socioeconomic changes on high-altitude territories. Originally conceived as shelters for the observation and exploration of an unknown territory, mountain huts today form a network of outposts that have, over time, acquired significant historical, cultural, and social value. However, their increasing use and the even more evident effects of climate change have a profound impact on these structures and the places where they are situated, questioning their role and pres-

ence within such a fragile territorial context as the Alps. Proposing sustainable and effective management actions for these constructions represents an urgency today, as highlighted during the 101st congress of the CAI - Italian Alpine Club 'Mountains in the Era of Climate Change' (CAI 2023).

Outlining future scenarios for high-altitude constructions requires an in-depth understanding of their diffusion, their use, and the relationships they have developed with the territory over time. This is no easy task, given the heterogeneity of the factors involved and the variety of phenomena to be considered.

The use of unpublished and experimental graphical representations, realised through digital systems, proves to be a support for this conceptual investigation, allowing the overcoming of some critical issues related to the characteristics and structure of the sources – such as the unavailability of a complete national inventory that includes both association-owned associations and private ones1.

1. Some partial inventory already exist. The CAI created a database in 2022, which can be consulted online. containing mountain huts and bivouacs belonging to its association, while the regions carry out inventory of the structures present on their



Interpretare il territorio alpino nel tempo attraverso la rete dei presidi d'alta quota

Elisa Bernard, Massimiliano Condotta, Elisa Zatta

I rifugi in alta quota raccontano i tempi e i modi con i quali l'uomo ha conosciuto le Alpi. Nati come ripari, oggi compongono una rete di presidi sviluppatasi sui rilievi nel tempo, riflettendo le mutazioni socioeconomiche della storia. L'attuale contesto climatico e il crescente grado di fruizione mettono però in discussione la presenza e il ruolo di gueste strutture in un contesto di fragilità come quello di alta montagna. Ipotizzare scenari futuri per le costruzioni in quota richiede una conoscenza approfondita sulla loro evoluzione e sul loro rapporto con il territorio. Ricostruzioni georiferite, diagrammi e strumenti interpretativi diventano il supporto principale al processo di analisi delle aree montane per comprendere lo sviluppo della rete di presidi nel tempo, interpretandone le dinamiche di fruizione e la relazione con il clima. A partire dalla creazione di un dataset inedito di 914 rifugi alpini italiani oltre i 1500 m s.l.m., individuati attraverso lo studio della letteratura, e dall'elaborazione dei relativi dati geografici, altimetrici, temporali e ricettivi raccolti, il contributo illustra l'evoluzione del rapporto tra uomo e montagna mediante l'utilizzo di rappresentazioni analitiche e interpretative. Connettendo queste informazioni con quelle climatiche e di rischio geo-idrologico, l'indagine propone un metodo per costruire un quadro conoscitivo utile a prefigurare scenari futuri. L'intersezione tra informazioni di tipo climatico, geo-idrologico e architettonico consente di esaminare il territorio alpino in un modo trasversale a più ambiti, utile a valutare la presenza e il ruolo dei rifugi e a evidenziare come, in futuro, la rete dei presidi d'alta quota potrà giocare un ruolo fondamentale nelle strategie di gestione sostenibile dei territori montani.

Parole chiave: cambiamento climatico, dataset georiferito, rifugi montani.

1. Introduzione

1. Alcuni censimenti

parziali già esistono. Il

CAI ha creato nel 2022

un database, consultabile

online, contenente rifugi

e bivacchi appartenenti

autonomamente dei

alla propria associazione,

censimenti alle strutture

mentre le Regioni effettuano

presenti sul proprio territorio.

Nel tempo, l'alta montagna è stata vissuta in diversi modi dall'uomo. Nel caso delle Alpi, da territorio inesplorato è diventata a partire dal Settecento luogo di scoperta e di conquista, dove il rifugio rappresentava «l'unica presenza antropica e artificiale accettata e permessa» (De Rossi 2018: 2). La nascita e la diffusione dei rifugi ci raccontano i tempi e i modi con i quali l'uomo ha conosciuto la montagna, riflettendo di volta in volta sui territori d'alta quota le mutazioni socioeconomiche. Nati come ripari finalizzati all'osservazione e all'esplorazione di un territorio sconosciuto, i rifugi oggi compongono una rete di presidi che nel tempo ha acquisito un importante valore storico, culturale e sociale. Tuttavia, il crescente grado di fruizione e i sempre più evidenti effetti dei cambiamenti climatici impattano fortemente su queste strutture e sui luoghi dove sono collocati, mettendone in discussione il ruolo e la presenza all'interno di un contesto territoriale estremamente fragile come quello alpino. La proposta di azioni progettuali sostenibili ed efficaci per tali manufatti rappresenta oggi un'urgenza, come evidenziato anche nel corso del 101° congresso del CAI -Club Alpino Italiano La montagna nell'era del cambiamento climatico (CAI 2023).

Ipotizzare scenari futuri per le costruzioni in alta quota richiede una conoscenza approfondita della loro diffusione, fruizione, e delle relazioni che nel tempo hanno instaurato con il territorio. Si tratta di uno studio di non facile conduzione, considerata l'eterogeneità dei fattori in gioco e la varietà dei fenomeni da considerare.

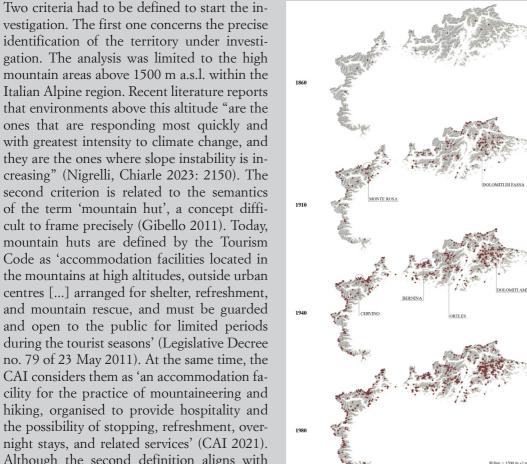
L'utilizzo di rappresentazioni grafiche inedite e sperimentali, elaborate con l'utilizzo di sistemi digitali, si dimostra di supporto a tale indagine conoscitiva e permette di superare anche alcune criticità relative alle caratteristiche e alla struttura delle fonti quali, ad esempio, l'assenza di censimenti nazionali completi che considerino sia le strutture di proprietà delle associazioni che quelle private¹.

Per avviare l'indagine è stato necessario definire due criteri. Il primo è relativo all'identifi-

CG BY-NC-SA

106





vestigation. The first one concerns the precise identification of the territory under investigation. The analysis was limited to the high mountain areas above 1500 m a.s.l. within the Italian Alpine region. Recent literature reports that environments above this altitude "are the ones that are responding most quickly and with greatest intensity to climate change, and they are the ones where slope instability is increasing" (Nigrelli, Chiarle 2023: 2150). The second criterion is related to the semantics of the term 'mountain hut', a concept difficult to frame precisely (Gibello 2011). Today, mountain huts are defined by the Tourism Code as 'accommodation facilities located in the mountains at high altitudes, outside urban centres [...] arranged for shelter, refreshment, and mountain rescue, and must be guarded and open to the public for limited periods during the tourist seasons' (Legislative Decree no. 79 of 23 May 2011). At the same time, the CAI considers them as 'an accommodation facility for the practice of mountaineering and hiking, organised to provide hospitality and the possibility of stopping, refreshment, overnight stays, and related services' (CAI 2021). Although the second definition aligns with the first, it specifies the concept of 'shelter' by introducing the term 'overnight stay', thereby clarifying that a hut must include a sleeping area. The analyses developed in this research,

therefore, only consider structures that satisfy

both definitions: guarded, open to the public,

The mountain huts were identified using re-

gional², provincial³, and association lists (CAI

2018, SAT 2002), including the Unico Rifugi

database (CAI 2022), tourist⁴ or local guides

(Avoscan, Francescon 2006; Ceredi 2023), and

finally integrated with web research. By ex-

amining these sources, geographic, altimetric,

first construction data, and accommodation

capacity were collected for each mountain hut.

The latter, understood as the number of beds,

was chosen as a representative parameter of

the Alpine area's fruition. However, the way

in which mountain huts have been used has

changed over time. Therefore, to reconstruct

the historical evolution of the network of out-

and equipped with beds.

posts comprehensively, structures that today meet the current regulatory definition, as well as those that have ceased to exist, been closed, or are no longer managed, were all considered. In identifying the historical mountain huts and acquiring the relevant data, the research was also based on bibliographic sources contemporary to the periods examined (Ferrari 1905; Ferrari 1925; Saglio 1957; CAI 1963; Arzani 1971; CAI 2002). Where not available, data were obtained, if indicated, from the websites of various mountain huts. Overall, data from 914 mountain huts⁵, both public and private, were analysed.

The collection and analysis of these data produced two main outcomes. The first is an unpublished dataset, obtained by reorganising data from different sources and integrating them into a single georeferenced system, creating the first census of mountain huts located in the Italian Alpine chain. The second is a set

Figure 1 Georeferenced reconstruction of the progressive construction and spread of mountain huts in the Italian Alps (1860-1910-1940-1980) processed using GIS software, 2024. © The authors.

- 2. The regional lists analysed are those of: Liguria (Regione Liguria 2017), Piedmont (Regione Piemonte 2022). Aosta Valley (Regione Valle d'Aosta 2024), Lombardy (Regione Lombardia 2024), Veneto (Regione Veneto 2017), and Friuli Venezia Giulia (Regione Friuli Venezia Giulia 2024).
- 3. The provincial lists analysed are those of: Trento (Prov. Trento 2023) and Bolzano (Prov. Bolzano 2018).
- 4. To identify further mountain huts, the entire series 'Le guide di Alp -Rifugi' was consulted.
- 5. The 914 mountain huts analysed include historic huts that are no longer present (62), structures that were once used as mountain huts but are no longer managed (47), and decommissioned or unmanageable mountain huts (35), which have been retained for historical analyses of the evolution of mountain huts. There are 770 mountain huts active and managed today, used in the analyses on the current status.



Figura 1 Ricostruzione georiferita della progressiva costruzione e diffusione dei rifugi sull'arco alpino italiano (1860-1910-1940-1980) realizzata in ambiente GIS, 2024. © Gli autori.

2. Le liste regionali analizzate sono quelle di: Liguria (Regione Liguria 2017), Piemonte (Regione Piemonte 2022), Valle d'Aosta (Regione Valle d'Aosta 2024), Lombardia (Regione Lombardia 2024), Veneto (Regione Veneto 2017) e Friuli Venezia Giulia (Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia 2024)

3. Le liste provinciali analizzate sono quelle di: Trento (Provincia Autonoma di Trento 2023) e Bolzano (Provincia Autonoma di Bolzano 2018).

4. Per individuare ulteriori rifugi è stata consultata l'intera collana "Le guide di Alp -

5. I 914 rifugi analizzati comprendono rifugi storici non più presenti (62), strutture un tempo utilizzate come rifugi, ma oggi non più gestite (47) e rifugi dismessi o inagibili (35) mantenuti per effettuare le analisi storiche di evoluzione dei rifugi alpini. I rifugi oggi attivi e gestiti sono 770, utilizzati nelle analisi sullo stato attuale.

cazione precisa del territorio in esame. L'analisi è stata limitata alle aree di alta montagna al di sopra dei 1500 m s.l.m. appartenenti al territorio italiano della catena alpina. La letteratura recente riporta infatti come gli ambienti oltre questa quota «sono quelli che stanno rispondendo più rapidamente e con maggiore intensità ai cambiamenti climatici e in cui l'instabilità dei versanti sta aumentando» (Nigrelli, Chiarle 2023: 2150). Il secondo criterio è quello volto a perimetrare il termine rifugio, di difficile perimetrazione (Gibello 2011). I rifugi alpini sono definiti oggi dal Codice del Turismo come «strutture ricettive ubicate in montagna ad alta quota, fuori dai centri urbani [...] predisposti per il ricovero, il ristoro e per il soccorso alpino e devono essere custoditi e aperti al pubblico per periodi limitati nelle stagioni turistiche» (D.lgs. 23 maggio 2011, n. 79). Al tempo stesso, il CAI li considera come «una struttura ricettiva finalizzata alla pratica dell'alpinismo e dell'escursionismo organizzata per dare ospitalità e possibilità di sosta, ristoro, pernottamento e servizi connessi» (CAI 2021). Seppur allineata alla prima definizione, quest'ultima attraverso l'utilizzo del termine pernottamento chiarisce il concetto di ricovero, specificando come esso richieda la presenza della zona notte. Le analisi sviluppate in questa ricerca considerano pertanto le strutture che soddisfano entrambe le definizioni, ovvero custodite, aperte al pubblico e con posti letto.

I rifugi sono stati individuati con l'utilizzo di elenchi regionali², provinciali³, e delle associazioni (CAI 2018, SAT 2002), tra cui il database Unico Rifugi (CAI 2022), di guide turistiche⁴ o locali (Avoscan, Francescon 2006; Ceredi 2023) e integrati infine con ricerche web. Analizzando queste fonti sono successivamente stati raccolti, per ciascun rifugio, i dati geografici, altimetrici, di costruzione della prima struttura e della capacità ricettiva. Quest'ultima, intesa come numero di posti letto, è stata scelta e considerata in questa analisi come parametro rappresentativo della fruizione del territorio alpino. Tuttavia, dato che il modo di fruire i rifugi alpini è cambiato nel tempo, per ricostruire in modo esaustivo l'evoluzione storica della rete di presidi, unitamente alle strutture che oggi rispondono alla definizione della normativa at-

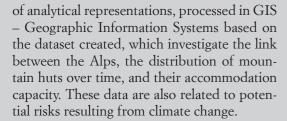
tuale sono state considerate anche quelle oggi non più presenti, dismesse o non più gestite. Per l'individuazione dei rifugi storici e l'acquisizione dei relativi dati, la ricerca si è quindi basata anche su fonti bibliografiche coeve alle epoche esaminate (Ferrari 1905; Ferrari 1925; Saglio 1957; CAI 1963; Arzani 1971; CAI 2002). Laddove non disponibili, i dati sono stati ricavati, se indicati, dal sito web dei vari rifugi. Nel complesso sono stati analizzati quindi i dati di 914 rifugi⁵, sia pubblici che privati. La raccolta e l'analisi di questi dati hanno prodotto due esiti principali. Il primo è un dataset inedito, ottenuto riordinando i dati provenienti da diverse fonti e riconducendoli a un unico sistema georiferito, realizzando così il primo censimento dei rifugi situati sulla catena alpina italiana. Il secondo è un insieme di rappresentazioni analitiche, elaborate in ambiente GIS - Geographic Information Systems sulla base del dataset creato, che indagano il legame tra le Alpi, la diffusione dei rifugi nel tempo e la loro capacità ricettiva. Questi dati sono inoltre correlati ai possibili rischi derivanti dal cambiamento climatico.

2. Evoluzione

La riflessione sulle modalità di fruizione del territorio alpino italiano ha preso avvio analizzando la distribuzione geografica dei rifugi oltre i 1500 m s.l.m. attraverso una ricostruzione temporale.

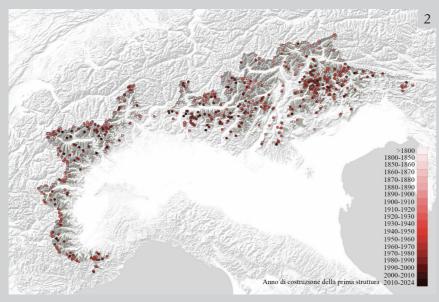
Fino alla seconda metà dell'Ottocento, le strutture in alta quota erano poche decine (fig. 1). La montagna rappresentava ancora una dimensione sconosciuta; di conseguenza, i limitati presidi che offrivano ospitalità oltre il limite degli alpeggi erano ospizi per viaggiatori e pellegrini «senza alcun interesse per la fruizione dei monti al di fuori dei tragitti segnati e delle mulattiere» (Dini 2020: 21). A partire dal 1860 iniziano a comparire le prime strutture, che nel tempo si diffondono progressivamente in tutto l'arco alpino. La nascita dell'alpinismo esprime infatti la necessità di avere dei punti di appoggio come supporto alle ascensioni e all'attività scientifica, in duplice ottica di esplorazione e conquista delle vette. Il CAI, nato nel 1863, è promotore e principale committente delle costruzioni in quota che, con l'aumentare dei soci, ne incrementa il numero.





2. Development

The investigation into the use of mountain huts in the Italian Alps began by analysing the geographical distribution of huts above 1,500 m a.s.l. through a temporal reconstruction. Until the second half of the 19th century, there were only a few dozens structures at high altitude (fig. 1). The mountains still represented an unknown dimension; consequently, the limited outposts offering hospitality beyond the limits of the Alpine pastures were hospices for travellers and pilgrims "without any interest in the fruition of the mountains outside the marked routes and mule tracks" (Dini 2020: 21). Starting in 1860, the first structures began to appear and gradually spread throughout the Alps. The emergence of mountaineering reflected the necessity for structures to support both ascents and scientific activity, in the dual perspective of exploration and conquest of the summits. The CAI, founded in 1863, became the promoter and main sponsor of high-altitude constructions, which increased in number accordingly to the growth of members. In this period, it is possible to identify areas where the concentration of structures become more significant. By 1910, the interest in Monte Rosa Alps⁶ and the Fassa Dolomites - symbolic locations for historical mountaineering and early sports tourism - was evident. These were later followed by the Matterhorn, Bernina and Ortles Alps, the Brenta, and the Ampezzo Dolomites. While the construction of new huts continued progressively, favoured by the reconstruction period after the Second World War, with the economic boom and the rise of alpine skiing, the growth was especially significant in the Western Apls, as shown by the post-war reconstruction period. This was partly due to an initiative promoted by the CAI, the 'Quadrennial Plan for the Western Alps' (1937-1941): although interrupted and



concluded after the Second World War, the plan aimed to improve the mountain hut accommodation offer, which was deemed lacking compared to the eastern Alps. Ultimately, the initiative resulted in the construction of 38 new structures, the extension of 16, and the renovation of 19 (Gibello 2011). Therefore, the construction of new structures represented the primary response to the intensifying number of mountain visitors, leading to a significant increase in the number of huts until 1980.

Looking at the complete temporal reconstruction of the network of outposts from 1800 to the present day (fig. 2), it is evident that although the number of mountain huts further increased after the 1980s, in recent times this growth has been much more limited compared to the previous decades. From this period onwards, new mountain huts are rarely built from scratch, with most being constructed through the renovation of old or abandoned huts. It was the reconstruction and extension of the Regina Margherita Observatory Hut (4,555 m a.s.l.), built in 1980 by the CAI, that marked a limit to the exponential proliferation of structures, introducing the crucial and still relevant issue of the environmental impact of such structures in the high mountains. A few months later, a document approved by CAI's central council, the Bidecalogo (CAI 1981), declared that the construction of new strucFigure 2
Georeferenced reconstruction of the progressive construction and spread of mountain huts in the Italian Alps from the late 18th century to the present day, processed through the superimposition of different time periods, realised in GIS software, 2024

© The authors.

Figure 3
Example drawing of the projection on meridians and parallels used for the altimetric restitution of collected data. This methodology reinterprets the restitution method used in the cartographic representation of the *profilo geometrico delle Alpi*, created in 1840 by the Istituto Geografico Militare, 2024 © The authors.

6. The denomination of mountain areas used refers to the terminology defined by the International Unified Orographic Subdivision of the Alpine System (SOIUSA) to classify the Alps geographically and toponymically.

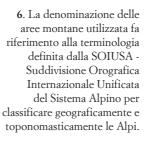


Figura 2
Ricostruzione georiferita della
progressiva costruzione e
diffusione dei rifugi sull'arco
alpino italiano dalla fine del
Settecento ad oggi, elaborata
attraverso la sovrapposizione
di diversi livelli temporali,
realizzata in ambiente GIS,
2024 © Gli autori.

Figura 3
Schema esemplificativo della
proiezione su meridiani
e paralleli usata per la
restituzione altimetrica dei dati
raccolti. Questa metodologia
ripropone la modalità di
restituzione utilizzata nella
rappresentazione cartografica
del profilo geometrico delle
Alpi realizzata nel 1840
dall'Istituto Geografico
Militare, 2024 © Gli autori.

Esaminando questo periodo emergono aree in cui le strutture si concentrano maggiormente. Già a partire dal 1910 è evidente l'interesse per le Alpi del Monte Rosa⁶ e le Dolomiti di Fassa, luoghi simbolo dell'alpinismo storico e del primo turismo sportivo. A queste seguiranno poi le Alpi del Cervino, del Bernina, dell'Ortles, le Dolomiti di Brenta e Ampezzane. Se la costruzione di nuovi rifugi continua progressivamente, favorita dal periodo di ricostruzione del secondo dopoguerra, dal boom economico e dalla nascita dello sci di discesa, nella ricostruzione del 1940 è particolarmente evidente come la crescita sia maggiore nelle Alpi occidentali. Ciò è in parte dovuto a un'iniziativa voluta dal CAI, il piano quadriennale dei lavori delle Alpi occidentali (1937-1941): interrotto e concluso nel secondo dopoguerra, era mirato a migliorare l'offerta ricettiva dei rifugi, giudicata carente rispetto a quello orientale. A consuntivo, l'iniziativa vede la realizzazione di 38 nuove strutture, l'ampliamento di 16 e la ristrutturazione di 19 (Gibello 2011). La costruzione di nuove strutture rappresenta dunque la risposta principale all'intensificazione delle presenze in montagna, determinando un netto incremento delle strutture fino al 1980.

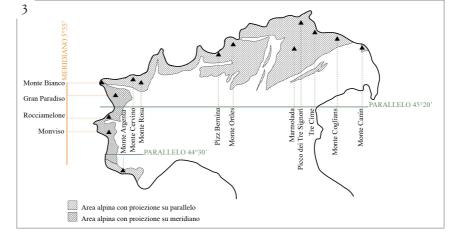
Osservando la ricostruzione temporale completa della rete dei presidi dall'Ottocento ad oggi (fig. 2), è possibile notare come, seppur il numero dei rifugi sia aumentato ulteriormente dagli anni Ottanta del Novecento, in tempi recenti questo fenomeno è molto più limitato rispetto al continuo incremento riscontrato nei decenni precedenti. A partire da questo periodo i nuovi rifugi raramente vengono realizzati *ex novo*,

ma per lo più ristrutturando vecchie malghe o baite abbandonate. Sarà la ricostruzione con ampliamento della capanna osservatorio Regina Margherita (4.555 m s.l.m.), realizzata nel 1980 dal CAI, a segnare un limite all'esponenziale proliferazione delle strutture, introducendo l'importante e ancora attuale questione legata all'impatto ambientale delle strutture in alta montagna. Pochi mesi dopo, un documento approvato dal consiglio centrale del CAI, il Bidecalogo (CAI 1981), dichiara infatti che la realizzazione di nuove strutture in montagna dovrà essere il più possibile limitata, vagliandone l'impatto sull'ambiente. Seguiranno poi altri importanti testi in materia di tutela ambientale come le Tesi di Biella (Mountain Wilderness 1987), la Charta di Verona (CAI 1990), la Convenzione delle Alpi (1991) e la Convenzione europea del Paesaggio (2000). È evidente quindi come la sensibilità rispetto alla fragilità del territorio alpino e la consapevolezza del valore paesaggio naturale inizino a diventare, a partire dalla fine del secolo scorso, un tema centrale nella progettazione di nuovi rifugi alpini.

3. Altitudine

I diagrammi nelle figure 4 e 5 sono stati elaborati per descrivere e analizzare la distribuzione altimetrica dei rifugi alpini in relazione all'evoluzione temporale e alla capacità ricettiva. Queste due rappresentazioni sono state eseguite mediante proiezione dei dati spaziali su meridiani e paralleli (fig. 3), facendo riferimento alle modalità di restituzione utilizzate nella rappresentazione cartografica del profilo geometrico delle Alpi, realizzata nel 1840 dall'Istituto Geografico Militare proiettando su meridiani e paralleli il profilo altimetrico dell'intera catena alpina.

Analizzando altimetricamente la distribuzione dei rifugi alpini in relazione all'anno di costruzione delle strutture (fig. 4) è possibile notare come quelle più recenti siano posizioniate principalmente al di sotto dei 2500 m s.l.m. A quote maggiori rimangono unicamente i rifugi di epoche precedenti, realizzati nei primi anni dell'alpinismo per la conquista delle vette, oppure come punto di osservazione privilegiata del territorio circostante. Tra questi, la capanna Regina Margherita, più alto rifugio dell'in-



110 (CG) BY-NC-SA

Elisa Bernard, Massimiliano Condotta, Elisa Zatta Interpreting the Alpine Region over Time through the High-Altitude Network of Outposts

tures in the mountains should be as limited as possible, considering their impact on the environment. Other important documents on environmental protection followed, such as Tesi di Biella (Mountain Wilderness 1987). Charta di Verona (CAI 1990), the Alpine Convention (1991), and the European Landscape Convention (2000). It is therefore clear that, from the end of the last century, the fragility of the Alpine region and the value of its natural landscape began to play a central role in the design of new mountain huts.

3. Elevation

The diagrams in figures 4 and 5 were drawn up to describe and analyse the altimetric distribution of mountain huts in relation to their temporal evolution and accommodation capacity. These representations were developed by projecting the spatial data onto meridians and parallels (fig. 3), referring to the restitution methods used in the cartographic depiction of the geometric profile of the Alps, which was created in 1840 by the Istituto Geografico Militare by projecting the altimetric profile of the entire Alpine chain onto meridians and parallels.

Analysing the altimetric distribution of mountain huts in relation to the year in which the structures were built (fig. 4), it is evident that the most recent ones are mainly located below 2,500 m a.s.l. At higher altitudes, only those from earlier periods remain - huts built in the early years of mountaineering for peak conquest or as privileged observation points of the surrounding area. Among these is the Capanna Regina Margherita, the highest mountain hut in the entire Alpine chain, which still preserves its scientific vocation by housing a meteorological observatory of the Piedmont Region.

Additionally, although the maximum altitude of the mountain huts is strongly influenced by the orography of the territory (with the highest huts found in the western Alps), there is a distinct difference in the distribution of these structures between the two Alpine sectors. While in the Western Alps there is a greater dispersion and distribution of huts across the territory, in the Eastern Alps these are more

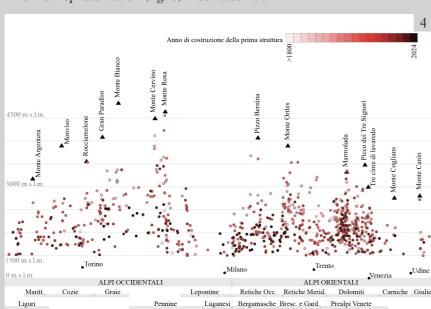
concentrated in the range between 1,500 and 2,500 m a.s.l.

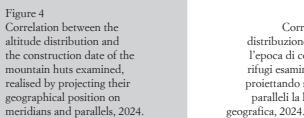
The graphical correlation between the altitude distribution of the huts and their current accommodation capacity (fig. 5), on the other hand, shows that the most spacious ones, although limited in number, are located at very high altitudes. This can be explained by the need for intermediate support points during ascents, due to the length of the routes, as well as by the high frequentation of the route itself. Among the most spacious mountain huts are Rifugio Torino Nuovo (3,375 m) on Mont Blanc, Rifugio Gnifetti (3,647 m) on Monte Rosa, Rifugio Marinelli Bombardieri (2,818 m) in the Bernina group, and Rifugio Hotel Livrio (3,308 m) in the Ortles-Cevedale group. However, there are also examples of very spacious huts at lower altitudes, such as the Vajolet mountain hut (2,243 m) in the Dolomites, which has been extended several times over the years.

4. Use of the Territory

Three interpretative representations, created by intersecting the geo-referenced data with a hexagonal grid, allow for a deeper analysis of the themes investigated by spatially examining the distribution of beds and mountain huts in the Italian Alps.

The first representation (fig. 6) illustrates how





. 15 2024

© The authors. Correlation between the altitude distribution and accommodation capacity of rifugi esaminati, realizzata proiettando su meridiani e the mountain huts examined carried out by projecting paralleli la loro posizione geografica, 2024. © Gli autori. their geographical position on meridians and parallels, 2024. © The authors.

Figure 5

Correlazione tra la distribuzione altimetrica e l'epoca di costruzione dei rifugi esaminati, realizzata proiettando su meridiani e paralleli la loro posizione geografica, 2024. © Gli autori. Figura 5 Correlazione tra la distribuzione altimetrica e la capacità ricettiva dei

tera catena alpina, che ancora oggi conserva la vocazione scientifica ospitando un osservatorio meteorologico della Regione Piemonte. Inoltre, seppure la quota massima dei rifugi sia fortemente influenzata dall'orografia del territorio e i rifugi più alti si trovino quindi nell'area occidentale, esiste una seconda netta differenza nella distribuzione di queste strutture tra i due settori alpini. Mentre nelle Alpi occidentali si osserva una dispersione e una distribuzione maggiore dei rifugi sul territorio, nelle Alpi orientali questi ultimi si concentrano maggiormente nella fascia tra i 1500 e i 2500 m s.l.m. La correlazione grafica tra la distribuzione altimetrica dei rifugi e l'attuale capacità ricettiva (fig. 5), fa notare invece come i rifugi più

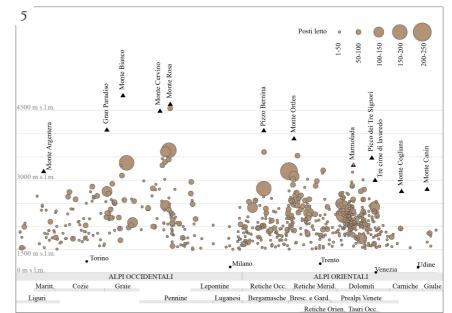
capienti, seppur limitati, siano posizionati a quote molto elevate. Questo può essere giustificato sia dalla necessità di avere un punto intermedio di appoggio durante l'ascesa, dovuto alla lunghezza dell'itinerario, che dall'elevata frequentazione dell'itinerario stesso. Tra i rifugi più capienti ci sono il rifugio Torino Nuovo (3375 m) sul Monte Bianco, il rifugio Gnifetti (3647) sul Monte Rosa, il rifugio Marinelli Bombardieri (2818 m) sul gruppo del Bernina e il rifugio hotel Livrio (3308 m) sul gruppo dell'Ortles-Cevedale. Non mancano comunque i casi di rifugi molto capienti anche a quote inferiori come il rifugio Vajolet (2243 m), nelle Dolomiti, ampliato più volte nel tempo.

4. Fruizione del territorio

Tre rappresentazioni interpretative, realizzate mediante intersezione dei dati georiferiti con una griglia esagonale, consentono di approfondire l'analisi critica dei temi indagati analizzando spazialmente la distribuzione dei posti letto e dei rifugi sull'arco alpino italiano.

La prima di queste (fig. 6) mostra come l'incremento progressivo delle strutture nel tempo e la loro distribuzione sono strettamente correlati al graduale e mirato intensificarsi delle presenze. La risposta all'aumento dei fruitori della montagna non stimola soltanto la costruzione di nuove strutture, ma anche interventi di ampliamento di quelle già presenti, spesso ripetuti e ravvicinati tra loro. Data la correlazione tra aumento del turismo e incremento della capacità ricettiva nei rifugi, quest'ultima è considerata rappresentativa della fruizione dei territori d'alta quota nel tempo. Analizzando l'evoluzione del numero di posti letto, è possibile notare come già a partire dal 1925 ci siano delle aree più frequentate come nelle Alpi del Monte Rosa, dell'Ortles e delle Dolomiti di Fassa. Nei decenni seguenti, seppure in altre zone la capacità ricettiva aumenti progressivamente, queste ultime, assieme alle Dolomiti di Sesto, si confermano essere quelle con più presenze. Questo emerge in modo evidente nella rappresentazione dei dati al 2024 (fig. 7) che elabora i dati delle 770 strutture rispondenti alla attuale definizione di rifugio. L'area del Gruppo del Catinaccio, che già agli albori dell'alpinismo ospitava i primi presidi, risulta essere ancora oggi quella con più posti letto, in parte per la presenza di rifugi molto capienti come il rifugio Vajolet (2243 m) e il rifugio Bolzano (2457 m). Altre aree di rilievo sono, in ordine decrescente di capienza, il Gruppo del Sella, del Monte Rosa, del Cevedale, di Cortina d'Ampezzo, delle Dolomiti di Brenta, il Gruppo dell'Adamello, delle Dolomiti di Sesto, della Marmolada e alcune zone del Bernina e delle Orobie.

Altrettanto significativa è l'elaborazione volta a esaminare la distribuzione dei rifugi sull'arco alpino italiano (fig. 8) se relazionata al numero di posti letto. Quest'ultima mostra come alcune aree, in parte già individuate come zone molto frequentate, abbiano anche un elevato numero di rifugi. Confrontando questa analisi con la





time and their distribution are closely linked to the gradual and concentrated intensification of visitor numbers. The response to the rising number of mountain users not only encouraged the construction of new structures but also the expansion of existing ones, often repeated and clustered closely together. Given the correlation between the rise in tourism and the increase in accommodation capacity in mountain huts, the latter is considered representative of the use of high-altitude areas over time. By analysing the increase in the number of beds, it is apparent that from 1925 onwards, more frequently visited areas, such as the Monte Rosa, Ortles, and Fassa Dolomites Alps, began to emerge. In the following decades, these areas, together with the Sexten Dolomites, were confirmed as the most visited, although accommodation also increased in other regions. This is evident in the data representation up to 2024 (fig. 7), which processes data from the 770 structures that meet the current definition of mountain huts. The Catinaccio Group, which was already home to the first huts during the early days of mountaineering, remains the area with the highest number of beds, partly due to the presence of large mountain huts such as Rifugio Vajolet (2,243 m) and Rifugio Bolzano (2,457 m). Other important areas, in descending order of accommodation capacity, include the Sella

the progressive increase in structures over

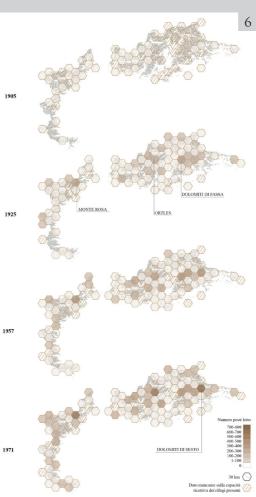
The representation that examines the distribution of mountain huts in the Italian Alps (fig. 8), in relation to the number of beds, is also significant. It reveals that some areas - already recognised as highly frequented - also host a high number of mountain huts. Comparing this analysis with the previous one, it is clear that the large number of beds in certain areas is primarily due to the significant number of mountain huts in that area. This phenomenon is well illustrated by the Dolomite region, which, while home to many small facilities, has a high overall number. In contrast, some areas, particularly in the Western Alps and South

Group, Monte Rosa, Cevedale, Cortina d'Am-

pezzo, Brenta Dolomites, Adamello Group,

Sexten Dolomites, Marmolada, and certain

areas of the Bernina and Orobie mountains.



Tyrol, feature fewer huts but with significantly large accommodation capacities. This is because, despite the lower number of huts, their overall capacity is much greater.

5. Future

The current worsening of the climatic context, whose impacts manifest earlier and more intensely in the high mountains, affects both the Alpine region and the mountain huts it hosts, highlighting the dangers to which some structures are exposed. The retreat of glaciers, permafrost thaw, rockfalls, landslides, and intense meteorological events are the primary phenomena that impact the territory (Adler et al. 2022), the preservation of its landscape and of the structures that are located there. Among these, permafrost thaw has the most significant impact on high-altitude constructions. This factor increases the instability of slopes and

Figure 6
Graphic elaboration
of the evolution of the
accommodation capacity of
Italian mountain huts over
time, realised in GIS software
by intersecting georeferenced
historical accommodation data
(1905-1925-1957-1971) with
a hexagonal grid representing
the Italian Alps above 1,500 m
a.s.l., 2024. © The authors.

Figure 7

Graphic processing of the current accommodation capacity of Italian mountain huts, realised in GIS software by intersecting actual accommodation data with a representative hexagonal grid of the Italian Alps above 1,500 m a.s.l, 2024. © The authors.

Figure 8

Graphical elaboration of the number of Italian mountain huts. The following processing was carried out in GIS software by intersecting georeferenced spatial data with a representative hexagonal grid of the Italian Alps above 1,500 m a.s.l., 2024. © The authors.

Figura 6
Elaborazione grafica che
restituisce l'evoluzione della
capacità ricettiva dei rifugi
alpini italiani nel tempo,
realizzata in ambiente GIS
mediante intersezione di dati
ricettivi storici georiferiti
(1905-1925-1957-1971)
con una griglia esagonale
rappresentativa dell'arco
alpino italiano oltre i 1500 m
s.l.m., 2024. © Gli autori.

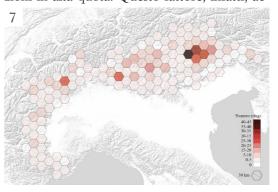
Figura 7
Elaborazione grafica che restituisce la capacità ricettiva attuale dei rifugi alpini italiani, realizzata in ambiente GIS mediante intersezione di dati ricettivi attuali con una griglia esagonale rappresentativa dell'arco alpino italiano oltre i 1500 m s.l.m., 2024. © Gli

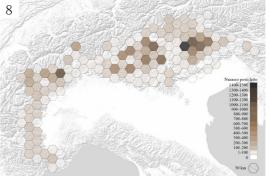
Figura 8
Elaborazione grafica che
restituisce la numerosità
dei rifugi alpini italiani. La
seguente elaborazione è
stata realizzata in ambiente
GIS mediante intersezione
di dati spaziali georiferiti
con una griglia esagonale
rappresentativa dell'arco
alpino italiano oltre i 1500 m
s.l.m., 2024. © Gli autori.

precedente, si nota come il gran numero di posti letto in determinate aree sia dovuto soprattutto al significativo numero di rifugi presenti in quella zona, fenomeno di cui è rappresentativa l'area dolomitica dove le strutture sono mediamente poco capienti, ma più numerose. Al contrario, in alcune zone, soprattutto nelle Alpi occidentali e nella zona dell'Alto Adige, il numero di strutture è contenuto ma la capacità ricettiva media è significativa, circostanza dovuta proprio al fatto che, seppur il numero di rifugi sia minore, la capienza complessiva degli stessi è maggiore.

5. Futuro

L'attuale aggravamento del contesto climatico, i cui impatti si manifestano anticipatamente e in modo più intenso sull'alta montagna, coinvolge tanto l'arco alpino quanto i rifugi che esso ospita, evidenziando la precarietà di alcune strutture. Il ritiro dei ghiacciai, la fusione dello strato del *permafrost*, crolli di roccia, frane, inondazioni ed eventi metereologici intensi sono i principali fenomeni che impattano sul territorio (Adler et al. 2022), sulla conservazione del paesaggio e sulle strutture che vi sono insediate. Tra questi, la fusione del *permafrost* è quella che maggiormente incide sulle costruzioni in alta quota. Questo fattore, infatti, ac-



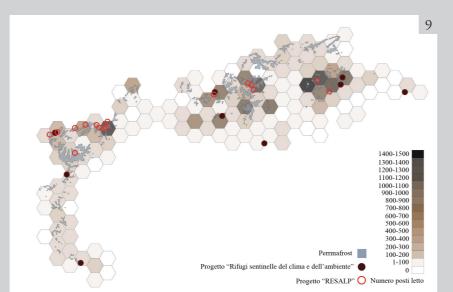


cresce l'instabilità dei pendii e degli ammassi rocciosi (Nigrelli et al. 2024), incidendo sulla stabilità del suolo e provocando cedimenti del terreno con effetti pericolosi per la sicurezza delle strutture e per l'utenza che le frequenta. Si tratta quindi di una tra le condizioni più urgenti da valutare tra gli effetti dei cambiamenti climatici, in relazione alla posizione e alla capacità ricettiva dei rifugi. Una ulteriore elaborazione grafica dei dati raccolti mette in relazione la distribuzione della capacità ricettiva con quest'ultimo fattore di rischio evidenziato (fig. 9). Analizzando la distribuzione del *permafrost*, elaborata e aggiornata nel 2018 dall'Università di Zurigo in collaborazione con l'Università di Waterloo, nell'ambito del progetto Permafrost longterm monitoring network (PermaNET), è possibile osservare come alcune aree ricche di utenza siano anche potenzialmente soggette a instabilità dei versanti e delle strutture. Due progetti, nati dalla collaborazione tra il CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche e il CAI, sono attualmente in corso per approfondire questi aspetti, analizzando l'andamento meteoclimatico dei territori d'alta quota e studiando i fenomeni di instabilità di natura geo-idrologica delle sue strutture. I progetti, rispettivamente Rifugi Sentinelle del clima e dell'ambiente (Bonasoni et al. 2022) e Resilienza Strutture Alpine - RESALP (CNR 2024), conducono attività di monitoraggio ambientale e di analisi sulla stabilità delle strutture. Per farlo si appoggiano alla esistente rete dei presidi dandole una nuova funzione di raccolta dati sull'intero arco alpino italiano, utile a incrementare le informazioni sull'andamento climatico e sugli effetti che quest'ultimo ha sulle strutture d'alta quota. La fusione del *permafrost* rappresenta solo uno degli impatti del cambiamento climatico sulle Alpi, per i quali interpretare dati georiferiti relativi al rischio potenziale si dimostra efficace. In un contesto di crisi climatica in cui la presenza e il ruolo dei rifugi è fortemente messo in discussione, le intersezioni tra informazioni di tipo climatico, geo-idrologico e architettonico, raccolte ed elaborate attraverso l'utilizzo di sistemi digitali, risultano fondamentali per valutare se in uno specifico contesto ambientale i rifugi debbano essere mantenuti in funzione e con quali finalità. Prendendo in esame il ter-

114



. 15 2024



rock masses (Nigrelli et al. 2024), affecting soil stability and causing ground subsidence with dangerous effects on the safety of both structures and the people who use them. This is therefore one of the most urgent conditions to be evaluated among the effects of climate change, in relation to the location and accommodation capacity of mountain huts. An additional graphical elaboration of the collected data links the distribution of accommodation capacity to this risk factor (fig. 9). By analysing the distribution of permafrost, elaborated and updated in 2018 by the University of Zurich in collaboration with the University of Waterloo, as part of the Permafrost Long-Term Monitoring Network (PermaNET) project, it is possible to observe how some areas, rich in users, are also potentially subject to slope instability and structural risk. Two ongoing projects, born from the collaboration between the CNR - Italian National Research Council and the CAI, aim to investigate these aspects by analysing the meteo-climatic trends of high-altitude areas and studying the geo-hydrological instability phenomena affecting its structures. The projects, Rifugi montani sentinelle del clima e dell'ambiente (Bonasoni 2022) and Resilienza Strutture Alpine – RESALP (CNR 2024), respectively focus on environmental monitoring and structure stability analysis. To do this, they use the existing network of outposts, giving them a new function: to collect data across the entire Italian Alps, an activity useful for gathering information on climate trends and their effects on high-altitude structures.

Permafrost thaw is only one of the impacts of climate change on the Alps, for which interpreting geo-referenced data on potential risk is effective. In the context of a climate change crisis that strongly questions the presence and role of mountain huts, the intersections between climatic, geo-hydrological, and architectural data – collected and processed using digital systems – are crucial in evaluating whether, in a specific environmental context, mountain huts should remain in operation and for what purposes. By examining the territory of the Valle d'Aosta Region (fig. 10), an area with a large presence of permafrost, the 3D processing carried out shows how the relation-

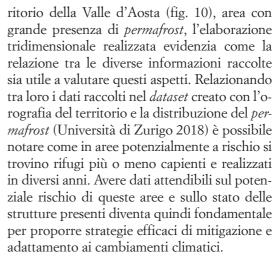
ship between various elements of collected information is useful for assessing these aspects. By correlating the dataset with the orography of the territory and the distribution of permafrost (Università di Zurigo 2018), it is possible to see how many mountain huts, with varying capacities and built in different years, are located in areas potentially at risk. Reliable data on the potential risk of these areas and the state of the structures are therefore crucial for proposing effective climate change mitigation and adaptation strategies.

This contribution proposes an interpretation of the Alpine region through the network of high-altitude outposts, using digital representation as support for analysis. Beginning with the geo-referenced restitution of geographic, temporal, altimetric, and accommodation data of Italian mountain huts, the article demonstrates how the intersection of these parameters with additional levels of interpretation allows for a comprehensive understanding of the Alpine region. In the future, the network of high-altitude mountain huts could play a fundamental role in strategies for the sustainable management of these fragile territories.

Building on these results, the next steps of the research will delve deeper into the relationship between the geographic distribution of mountain huts and the geological modifications of the territory, outlining scenarios over time that will contribute to increasing knowledge of high mountain regions.

Figure 9
Correlation between the accommodation capacity, the location of mountain huts currently engaged in high-altitude data collection activities, and the distribution of permafrost, elaborated and updated in 2018 by the University of Zurich in collaboration with the University of Waterloo, carried out in GIS software, 2024. © The authors.

Figure 10 3D processing obtained in GIS software using a Digital Terrain Model (DTM) that correlates the geographic, temporal, and altimetric data of the mountain huts in the Aosta Valley region with the distribution of permafrost, elaborated and updated in 2018 by the University of Zurich in collaboration with the University of Waterloo. Mountain huts located in areas with permafrost were projected onto the α plane to relate their geographical and altimetric distribution to their accommodation capacity, 2024 © The authors.



Il contributo elabora un'interpretazione del territorio alpino attraverso la rete dei presidi d'alta quota utilizzando la rappresentazione digitale come supporto all'analisi. Partendo dalla restituzione georiferita di dati geografici, temporali, altimetrici e ricettivi dei rifugi italiani, si evidenzia come l'intersezione di questi parametri con ulteriori livelli interpretativi consenta di tracciare un quadro conoscitivo del territorio alpino trasversale a più ambiti. In futuro, la rete dei rifugi d'alta quota potrà dunque giocare un ruolo fondamentale nelle strategie sostenibili di gestione di questi territori fragili. A partire da questi esiti, i prossimi passi della ricerca approfondiranno la relazione tra distribuzione geografica dei presidi e le modificazioni geologiche del territorio delineando scenari nel tempo utili a aumentare la conoscenza dei territori d'alta montagna.

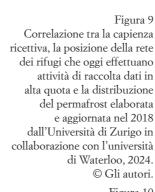
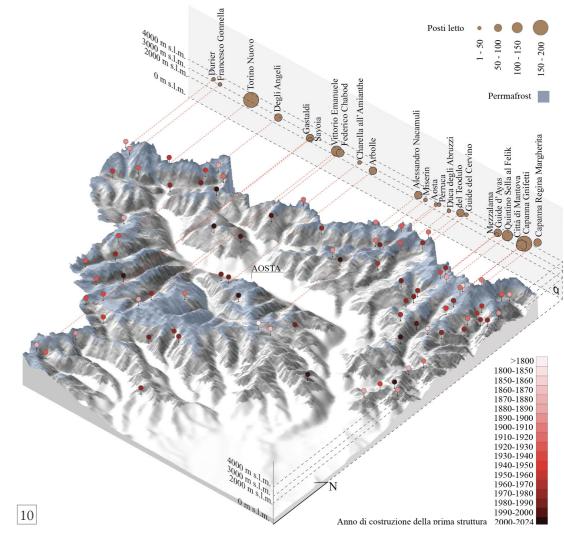


Figura 10 Elaborazione tridimensionale ottenuta in ambiente GIS utilizzando un Digital Terrain Model (DTM) e relazionando i dati geografici, temporali e altimetrici dei rifugi presenti nella regione Valle d'Aosta con la distribuzione del permafrost realizzata e aggiornata nel 2018 dall'Università di Zurigo in collaborazione con l'università di Waterloo. I rifugi che si trovano in aree con presenza di permafrost sono stati proiettati su un piano α mettendo in relazione la distribuzione geografica e altimetrica con la capacità ricettiva, 2024. © Gli autori.







Elisa Bernard, Massimiliano Condotta, Elisa Zatta
Interpreting the Alpine Region over Time through the High-Altitude Network of Outposts

References / Bibliografia

ADLER C., WESTER P., BHATT I., HUGGEL C., INSAROV G., MORECROFT M., MUCCIONE V., PRAKASH A. (2022), Cross-Chapter Paper 5: Mountains, in Pörtner H.O., Roberts D.C., Tignor M., Poloczanska E., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Löschke S., Möller V., Okem A., Rama B., a cura di, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 2273-2318, doi:10.1017/9781009325844.022.

ARZANI C. (1971), I rifugi del Club Alpino Italiano. Le stazioni del Corpo Nazionale di Soccorso Alpino, Milano, Rassegna Alpina.

AVOSCAN C., FRANCESCON F. (2006), Rifugi della provincia di Belluno: cenni storici, accessi, traversate, ascensioni alle ricerche delle creature più belle delle Dolomiti, Belluno, Provincia.

BARBERA E., RICCI C., a cura di (1997), Le Guide di Alp – Rifugi 1: Francia Italia, Torino, Vivalda Editori.

BARBERA E., RICCI C., a cura di (1997), Le Guide di Alp – Rifugi 2: Francia Italia, Torino, Vivalda Editori.

BARBERA E., RICCI C., a cura di (1997), Le Guide di Alp - Rifugi 3: Francia Italia, Torino, Vivalda Editori.

BONASONI P., FREZZINI L., DAVOLIO S., NIGRELLI G., FILETTO P.V., VERZA G.P. (2022), Rifugi montani sentinelle del clima e dell'ambiente. Un progetto CAI - CNR che si estende dalle Alpi al Mediterraneo, «Il Bollettino – Comitato Scientifico Centrale», aprile 2022, pp. 9-17.

Camanni S., Benedetti M., Eingrieber M., Barbera E., Aghemo S., Santullo F., a cura di (1998), *Le Guide di Alp – Rifugi 7: Austria Italia,* Torino, Vivalda Editori.

Camanni S., Benedetti M., Eingrieber M., Barbera E., Aghemo S., Santullo F., a cura di (1998), *Le Guide di Alp – Rifugi 8: Austria Italia*, Torino, Vivalda Editori.

Camanni S., Benedetti M., Eingrieber M., Barbera E., Aghemo S., Santullo F., a cura di (1998), *Le Guide di Alp – Rifugi 9: Italia*, Torino, Vivalda Editori.

Bo F. (2002), Rifugi e bivacchi del Club Alpino Italiano, Ivrea, Priuli & Verlucca.

CNR – CENTRO NAZIONALE DELLE RICERCHE (2024), *Al via il primo screening alla stabilità di bivacchi e rifugi italiani oltre i 2.800 m di quota*, https://www.cnr.it/en/press-note/n-12869/al-via-il-primo-screening-della-stabilita-di-bivacchi-e-rifugi-italiani-oltre-i-2-800-metri-di-quota (ultima consultazione 18/9/2024).

CEREDI A. (2023), Le nostre case sui monti: vicende storiche e sociali dei rifugi SAT, Trento, Società Alpinisti Tridentini.

CAI – CLUB ALPINO ITALIANO (1963), *Rifugi e Bivacchi*, in CAI - CLUB ALPINO ITALIANO, a cura di, *I 100 anni del Club Alpino Italiano*, Milano, Club Alpino Italiano, pp. 695-761.

CAI – CLUB ALPINO ITALIANO (1981), *Bidecalogo*, https://www.cai.it/wp-content/uploads/2024/04/1981_bidecalogo.pdf (ultima consultazione 18/9/2024).

CAI – CLUB ALPINO ITALIANO (1990), *Charta di Verona*, https://www.cai.it/wp-content/uploads/2024/06/1990_La_charta_di_Verona_.pdf (ultima consultazione 18/9/2024).

CAI – CLUB ALPINO ITALIANO (2018), Guida ai rifugi del CAI: 363 rifugi del Club Alpino Italiano per scoprire la montagna, Milano, Solferino.

CAI - CLUB ALPINO ITALIANO (2022), Unico rifugio CAI, https://rifugi.cai.it_(ultima consultazione 18/9/2024).

CAI – Club Alpino Italiano (2021), Regolamento strutture ricettive del Club Alpino Italiano, https://www.cai.it/wp-content/uploads/2020/12/Regolamento-strutture-ricettive-del-Club-Alpino-Italiano-20201.pdf (ultima consultazione 18/9/2024).

CAI – CLUB ALPINO ITALIANO (2024), 101. Congresso nazionale: la montagna nell'era del cambiamento climatico, atti del congresso (Roma, 25-26 novembre 2023), Annone Brianza, Cattaneo Paolo grafiche.

D.LGS - DECRETO LEGISLATIVO 23 maggio 2011, n. 79, Capo II, art. 12 "Codice del Turismo".

DE ROSSI A. (2018), *Il rifugio come punto di soglia tra l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo*, in DINI R., GIBELLO L., GIRODO S., *Rifugi e bivacchi: gli imperdibili delle Alpi: architettura, storia, paesaggio*, Milano, Hoepli, pp. 1-2.

DINI R., GIBELLO L., GIRODO S., (2018), Rifugi e bivacchi: gli imperdibili delle Alpi: architettura, storia, paesaggio, Milano, Hoepli.

Dini R., Gibello L., Girodo S., (2020), *Andare per rifugi*, Bologna, Il Mulino.

FERRARI A. (1905), I rifugi del Club Alpino Italiano, «Bollettino del Club Alpino Italiano 1904-1905», vol. XXXVII, pp. 2-290.

Ferrari A. (1925), I rifugi alpini d'Italia, Monza, Sucai.

GIBELLO L. (2011), Cantieri d'alta quota: breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi, Biella, Lineadaria.

Elisa Bernard, Massimiliano Condotta, Elisa Zatta Interpretare il territorio alpino nel tempo attraverso la rete dei presidi d'alta quota

IGM – ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1840), Profilo geometrico delle Alpi. Tra il monte e la cima di Bottoray all'oriente del golfo di Quarnero riferito al parallelo di 45° e 25' - Tav.1, https://www.igmi.org/carte-antiche/digitale_300_dpi/carta-1658482193.7 (ultima consultazione 13/9/2024).

IGM – ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1840), *Profilo geometrico delle Alpi. Tra il monte schiavo a settemtrione d'Albenga sul mediterraneo, ed il Monte Bianco riferito al meridiano di 5° e 55' dell'osservatorio reale di Parigi - tavola 2*, https://www.igmi.org/carte-antiche/digitale_300_dpi/carta-1658482193.7 (ultima consultazione 13/9/2024).

IGM – ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1840), *Profilo geometrico delle Alpi. Tra il Monte dello Schiavo e quello dell'Inciastraja presso le sorgenti della stura riferito al parallelo di 44° e 30' – tavola 3*, https://www.igmi.org/carte-antiche/digitale_300_dpi/carta-1658482193.7 (ultima consultazione 13/9/2024).

MARAZZI S. (2005), Atlante orografico delle Alpi: SOIUSA: suddivisione orografica internazionale unificata del sistema alpino, Pavone Canavese, Priuli & Verlucca.

MOUNTAIN WILDERNESS (1987), Le Tesi di Biella, https://www.mountainwilderness.it/le-tesi-di-biella/ (ultima consultazione 13/9/2024).

NIGRELLI G., CHIARLE M. (2023), 1991-2020 climate normal in the European Alps: focus on high-elevation environments, «Journal of Mountain Science», vol. 20, pp. 2149-2163, https://doi.org/10.1007/s11629-023-7951-7.

NIGRELLI G., PARANUNZIO R., TURCONI L., LUINO F., MORTARA G., GUERINI M., GIARDINO M., CHIARLE M. (2024), First national inventory of high-elevation mass movements in the Italian Alps, «Computers and Geosciences», vol. 184, https://doi.org/10.1016/j.cageo.2024.105520.

Provincia Autonoma di Bolzano (2018), *Rifugi alpini dell'Alto Adige*, https://data.civis.bz.it/dataset/rifugi-dell-alto-adige (ultima consultazione 13/9/2024).

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (2023), Elenco provinciale dei rifugi alpini e escursionistici, https://www.provincia.tn.it/News/Approfondimenti/Rifugi-alpini (ultima consultazione 13/9/2024).

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA (2024), *Rifugi Alpini Escursionistici*, https://www.dati.friuliveneziagiulia.it/Istruzione-cultura-e-sport/Rifugi-Alpini-Escursionistici/qnwt-cjvq/about_data (ultima consultazione 13/9/2024).

REGIONE LIGURIA (2017), *Elenco altre strutture ricettive*, http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione_Liguria_Elenco_altre_strutture_ricettive (ultima consultazione 13/9/2024).

REGIONE LOMBARDIA (2024), *Strutture Ricettive Alberghiere e extra-alberghiere*, https://www.dati.lombardia.it/Turismo/Strutture-Ricettive-Alberghiere-e-extra-alberghier/745d-3uyg/about_data (ultima consultazione 13/9/2024).

REGIONE PIEMONTE (2022), Elenco delle strutture ricettive di tipo "Rifugio i" che hanno dato il consenso alla diffusione in opendata delle caratteristiche delle strutture, https://www.dati.piemonte.it/#/catalogodetail/regpie_ckan_ckan2_yucca_sdp_smartdatanet.it_RifugiOpenDa_2296 (ultima consultazione 13/9/2024).

REGIONE VALLE D'AOSTA (2024), *Rifugi, bivacchi e posti tappa*, https://www.lovevda.it/it/dormire/rifugi-e-posti-tappa (ultima consultazione 13/09/2024).

REGIONE VENETO (2017), Elenco strutture ricettive, http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione_Veneto_Elenco_strutture ricettive (ultima consultazione 13/9/2024).

RINALDI G., KLINGENDRATH T., BARBERA E., AGHEMO S., a cura di (1999), Le Guide di Alp – Rifugi 10: Austria Slovenia Italia, Torino, Vivalda Editori.

RINALDI G., VANNUCCINI M., EINGRIEBER M., BARBERA E., AGHEMO S., a cura di (1999), Le Guide di Alp – Rifugi 4: Svizzera Italia, Torino, Vivalda Editori.

RINALDI G., VANNUCCINI M., EINGRIEBER M., BARBERA E., AGHEMO S., a cura di (1999), Le Guide di Alp – Rifugi 5: Svizzera Italia, Torino, Vivalda Editori.

RINALDI G., VANNUCCINI M., EINGRIEBER M., BARBERA E., AGHEMO S., a cura di (1999), Le Guide di Alp – Rifugi 6: Svizzera Italia, Torino, Vivalda Editori.

SAGLIO S. (1957), I rifugi del C.A.I, Milano, Stabilimento poligrafico G. Colombi.

SAT – SOCIETÀ ALPINISTI TRIDENTINI (2002), I rifugi della SAT, Trento, Lit. ed. Saturnia.

Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A., Dotta G. (2023), *Tinitaly*, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1.1), INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, https://doi.org/10.13127/tinitaly/1.1 (ultima consultazione 22/1/2025).

UNIVERSITÀ DI ZURIGO (2011), Alpine Permafrost Index Map, https://microsite.geo.uzh.ch/cryodata/PF_map_explanation.html (ultima consultazione 13/9/2024).

