

Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente

Report dei primi sei anni di attività

Giovanni Margheritini⁽¹⁾, Giovanna Barbieri⁽¹⁾, Claudio Biondi⁽¹⁾, Marcello Borrone⁽²⁾, Guido Nigrelli⁽³⁾, Erica Matta⁽³⁾, Luigi Mazari⁽⁴⁾, Luciano Massetti⁽⁵⁾, Francesco Meneguzzo⁽⁵⁾, Paolo Bonasoni⁽⁶⁾, Angela Marinoni⁽⁶⁾

1. CAI - CSC Comitato Scientifico Centrale
2. CAI - SOROA Struttura Operativa Rifugi e Opere Alpine
3. CNR - IRPI Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
4. CNR - DSSTA Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente
5. CNR - IBE Istituto per la Bioeconomia
6. CNR - ISAC Istituto per le Scienze dell'Atmosfera e del Clima

Riassunto

Con il 2025 si sono conclusi i primi sei anni di 'Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente', progetto di collaborazione tra il CAI e il CNR, inserito nell'accordo quadro tra i due enti, sottoscritto l'11 dicembre 2019 tra gli allora presidenti Vincenzo Torti (CAI) e Massimo Inguscio (CNR) nella Giornata internazionale della Montagna. Tale accordo è stato rinnovato il 23 marzo 2023 tra gli attuali presidenti Antonio Montani (CAI) e Maria Chiara Carrozza (CNR). Questo progetto si estende in alta montagna dalle Alpi al Mediterraneo, attraverso una rete di Rifugi CAI e di Osservatori CNR che percorre tutta la penisola con lo scopo di mettere a sistema infrastrutture già esistenti, in aree praticamente incontaminate e rappresentative, al fine di ottenere un quadro reale e aggiornato sullo stato del clima e dell'ambiente sulle nostre montagne. Il progetto non è ancora a regime in quanto durante questi sei anni sono occorsi diversi problemi quali la pandemia del Covid-19 e il cambio della dirigenza CAI con la conseguente revisione delle risorse economiche destinate ai vari progetti. Per questo ci sono stati dei ritardi nel portare il progetto al perimetro di attività pianificato.

Abstract: Refuges Sentinel of the climate and the environment - Report of the first six years of activity

2025 marks the conclusion of the first six years of the 'Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente' project, a collaborative project between the Italian Alpine Club (CAI) and the Italian National Research Council (CNR). The project was part of the framework agreement between the two organizations, signed on December 11, 2019, by then-presidents Vincenzo Torti (CAI) and Massimo Inguscio (CNR) on International Mountain Day. This agreement was renewed on March 23, 2023, by current presidents Antonio Montani (CAI) and Maria Chiara Carrozza (CNR). This project extends from the Alps to the Mediterranean, through a network of CAI refuges and CNR observatories spanning the entire peninsula. Its goal is to integrate existing infrastructure in virtually pristine and representative areas, thereby providing a true and up-to-date picture of the state of the climate and environment in our mountains.

The project is not yet fully operational due to several issues that have arisen over the past six years, including the Covid period and the change in CAI leadership, which resulted in a revision of the financial resources allocated to the various projects. This has resulted in delays in bringing the project to its planned scope of activity.

Introduzione

Il cambiamento climatico è una delle questioni più urgenti a livello planetario del nostro tempo e gli effetti cui stiamo assistendo ne sono una chiara prova. Le ricadute sull'ambiente e sulla società sono tali che sta divenendo sempre più comune riferirvisi come emergenza climatica. Sebbene la scala del problema sia globale, il cambiamento si manifesta con sfaccettature diverse perché la sua entità non si presenta in maniera omogenea sul nostro Pianeta.

Prendiamo per esempio la temperatura dell'aria, sicuramente il parametro più facilmente osservabile, anche durante la vita quotidiana. Sulla Terra esistono regioni in cui la temperatura dell'aria rispetto ai valori climatici, aumenta in maniera maggiore se confrontata con altre, e quindi in queste zone si producono effetti più significativi, come evidenziato nell'ultimo rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Le regioni maggiormente sensibili al cambiamento climatico sono definite "hot-spot", ovvero punti caldi, dove il clima sta

mutando più velocemente che nelle altre aree. Tra queste regioni vi sono l'Artide, il bacino del Mediterraneo e le regioni montane di alta quota.

Focalizzando l'attenzione sugli ambienti di alta quota, le osservazioni in campo e i dati raccolti, insieme alle proiezioni elaborate dai modelli climatici, ci offrono la possibilità di tracciare lo stato presente e di produrre scenari evolutivi attendibili sul futuro delle montagne, comprese quelle del nostro Paese.

Le osservazioni di temperatura del Pianeta riferiscono che gli ultimi due decenni sono stati i più caldi dal 1850. Secondo *Copernicus Climate Change Service - C3S* (programma coordinato e gestito dalla Commissione europea) il 2025 si classifica come il terzo anno più caldo mai registrato, dopo le temperature senza precedenti osservate nel 2023 e nel 2024. È stato leggermente più freddo del 2023, mentre il 2024 rimane l'anno più caldo mai registrato e il primo anno con una temperatura media che supera nettamente di 1,5 °C il livello pre-industriale.

Il 2025 ha visto temperature eccezionali dell'aria e della superficie marina ed eventi estremi, tra cui alluvioni, ondate di calore e incendi boschivi. I dati preliminari indicano che le concentrazioni di gas serra hanno continuato ad aumentare nel 2025. Anche per l'Europa il 2025 è stato il terzo anno più caldo mai registrato, con una temperatura media di 10,41 °C, 1,17 °C superiore alla media del periodo di riferimento 1991-2020. Questo valore è stato di 0,30 °C inferiore al record del 2024 (1,47 °C superiore alla media) e solo di 0,02 °C inferiore al valore del 2020 (1,19 °C superiore alla media), il secondo anno più caldo. Solo un mese dell'anno, marzo, è stato il più caldo per l'Europa, con una temperatura media di 6,03 °C, 2,41 °C superiore alla media del periodo 1991-2020, di 0,26 °C superiore al precedente marzo più caldo del 2014.

Gli indicatori climatici del C3S forniscono il contesto di base in termini di tendenze a medio e lungo termine a livello globale e regionale in un clima in cambiamento:

- Negli ultimi decenni, le temperature sulla terraferma sono aumentate circa il doppio rispetto a quelle sugli oceani.
- L'Europa è la regione con il riscaldamento più rapido tra tutte le regioni del OMM, circa il doppio della media globale (Rapporto sullo Stato del Clima in Europa 2024).
- Le temperature artiche sono aumentate più rapidamente di quelle del resto del mondo, con un riscaldamento stimato di circa 3 °C dagli anni Settanta.
- Dagli anni Ottanta, le temperature globali della superficie del mare (oceano extrapolare 60° S - 60° N) hanno registrato un aumento di circa 0,6 °C, i mari europei di circa 1,0 °C, il Mar Mediterraneo di circa 1,3 °C.
- Dal 2020, le concentrazioni atmosferiche dei due più importanti gas serra di origine antropica, anidride carbonica (CO₂) e metano (CH₄), hanno registrato un aumento annuo rispettivamente di circa 2,4 ppm e 12 ppb.

Questo innalzamento delle temperature si manifesta anche in alta quota, come rileva la Fondazione Glaciologica

Italiana. Si stima infatti che la superficie dei ghiacciai delle Alpi si sia ridotta mediamente negli ultimi 150 anni del 60%, con casi estremi, come la Marmolada, che ha perso in cent'anni un volume di circa il 90%. Il riscaldamento globale, ma anche la deposizione di particolato assorbito di origine antropica e naturale, sono tra i principali responsabili di quello che già oggi si configura come un disastro ambientale.

A partire da questo scenario, se le tendenze climatiche rimangono invariate, si stima che nel 2050 gran parte dei ghiacciai sotto i 3000 m di quota sarà estinta. Nel 2100 sulle Alpi italiane le aree glaciali saranno presenti solo alle quote più elevate dei massicci più imponenti. Gli ambienti proglaciali si espanderanno a scapito di quelli glaciali. L'ulteriore aumento delle temperature, previsto se non si adotteranno apposite politiche di contenimento delle emissioni climateranti, farà sì che i processi di instabilità naturale aumenteranno ancora di più rispetto a oggi, in frequenza e magnitudo, a causa della fusione delle masse glaciali e della degradazione del permafrost.

Aumenteranno la frequenza e l'entità dei problemi di approvvigionamento idrico e le sole acque meteoriche (pioggia e neve fusa) potrebbero non bastare a soddisfare i fabbisogni essenziali, quali la ricarica delle falde acquifere, dei laghi naturali e degli invasi artificiali, e il deflusso minimo vitale dei fiumi. Già oggi alcuni rifugi in alta quota hanno dovuto ridurre il periodo di apertura estiva per mancanza di acqua approvvigionata dai vicini nevai.

Se non si adotteranno specifiche misure di salvaguardia per il clima e l'ambiente, già presentate nell'accordo di Parigi e nei recenti report dell'IPCC, queste problematiche rischiano di manifestarsi anche in tutti i settori produttivi che risentiranno di periodi siccitosi; anche lo stato di salute di molte popolazioni sarà a rischio, come già avvenuto in questi ultimi anni per le ondate di calore, mai riscontrate in precedenza.

Andamento della temperatura nel 2025				
Area	Differenze (riferimento 1991-2020)	Temperatura media 2025	Classifica	Le differenze più elevate
Temperatura dell'aria superficiale				
Globo	+ 0,59 °C +1,47 °C (vs pre-industriali)	14,97 °C	3° più alto	2024 : +0,72 °C 2023: + 0,60 °C 2025: + 0,59 °C
Terraferma	+ 0,86 °C	10,08 °C	2° più alto	2024: + 1,06 °C 2025: + 0,86 °C 2023: + 0,85 °C
Europa	+ 1,17 °C	10,41 °C	3° più alto	2024: + 1,47 °C 2020: + 1,19 °C 2025: + 1,17 °C
Italia	+ 1,04 °C (Nord +0,94 °C; Centro +1,08 °C; Sud +1,16 °C; Sicilia + 0,95 °C; Sardegna +1,23 °C)	13,47 °C	4° più alto	2024: + 1,62 °C 2023: + 1,29 °C 2022: + 1,18 °C 2025: + 1,04 °C
Temperatura della superficie del mare				
Oceani extrapolare (60° N - 60° S)	+ 0,38	20,73 °C	3° più alto	2024: + 0,51 °C 2023: + 0,45 °C 2025: + 0,38 °C

Tabella 1 – Statistiche sulla temperatura per il 2025. Le stime per il globo si riferiscono alla temperatura media dell'aria superficiale su terraferma e oceano, e per l'Europa e Italia solo su terraferma.

L'oceano extrapolare utilizzato per la temperatura superficiale del mare si riferisce al dominio 60° N-60° S - Fonte: ERA5. Crediti: C3S/ECMWF

La rete dei 'Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente'

Questo progetto, nato con l'accordo CAI-CNR nel dicembre 2019 e con l'installazione della prima stazione AWS – *Automatic Weather Station* presso il Rifugio Esperia – 1.500 m, sul versante settentrionale del Monte Cimone con funzione di transetto verticale all'Osservatorio CNR "O. Vittorri"– 2.165 m, ha incontrato difficoltà oggettive dovute alla pandemia e al cambio di presidenza CAI. Ha potuto iniziare a implementarsi solo a partire dal secondo semestre del 2022 con l'attivazione delle prime stazioni.

Gli obiettivi tracciati per il progetto sono stati:

- creare, in Italia, una rete specializzata costituita da Rifugi montani del CAI e da Osservatori del CNR, già presenti lungo tutta la dorsale alpina e appenninica, isole comprese, in grado di soddisfare i requisiti di rappresentatività climatica e ambientale, di logistica e di connettività indispensabili per la riuscita del progetto;
- elevare questi Rifugi montani a luoghi di osservazione meteo-climatica e ambientale, per mettere a sistema il monitoraggio dell'ecosistema delle aree montuose di alta quota;
- migliorare il monitoraggio meteorologico, rendendolo fruibile in tempo-quasi-reale lungo tutta la penisola;
- promuovere i Rifugi montani come luoghi di diffusione della cultura scientifica "sul campo", favoriti dal monitoraggio e dalle osservazioni meteo-climatiche e di una divulgazione scientifica corretta, rivolta ai frequentatori della montagna ma anche agli enti di governo locali, regionali e nazionali.

Insieme a questi obiettivi primari si sono aggiunte le opportunità di:

- promuovere, ove possibile, studi su scala locale su aspetti correlati non solo alla meteorologia, ma anche al clima, alla composizione dell'atmosfera, alle analisi ambientali, geologiche e geomorfologiche e con particolare riferimento alle aree glaciali e periglaciali;
- rendere disponibili i risultati ottenuti mediante articoli da pubblicare su riviste scientifiche specializzate e/o a carattere divulgativo, sulla stampa sociale del CAI e del CNR;
- promuovere incontri a carattere locale o nazionale durante i quali presentare i lavori svolti e sensibilizzare i cittadini, i frequentatori delle montagne e i media sulle problematiche riguardanti i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla tutela e salvaguardia delle montagne.

Dal punto di vista geografico, a fine 2025, la rete si estende lungo tutta la penisola ed è formata da 4 Osservatori CNR (2 sulle Alpi e 2 sugli Appennini) e 25 Rifugi CAI (15 di origine e 10 complementari; 14 sulle Alpi e 11 sugli Appennini). Il punto fondamentale di questa rete, oltre ai requisiti di rappresentatività del sito, è quello che ogni Rifugio sia dotato di una stazione meteorologica automatica (AWS - *Automatic Weather Station*) installata nel rispetto delle direttive dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (OMM), sia in termini di parametri da acquisire sia di connettività e di sensoristica da installare nella posizione corretta. Tutte le stazioni sono equipaggiate di una webcam per poter osservare da remoto l'ambiente oggetto di studio e per il monitoraggio di eventi naturali e meteorologici (per esempio: aurora boreale ripresa più volte in diverse stazioni).

Le stazioni acquistate dal CAI per l'installazione presso i Rifugi sono state 19 (con un costo complessivo di circa € 210.000) mentre negli altri 6 Rifugi si è sfruttata l'esistenza

di stazioni di proprietà di Arpa Piemonte (Rifugi Gastaldi e Capanna Margherita) e Arpa Liguria (Rifugio Monte Aiona), di SMAA (Società Meteorologica Alpina Adriatica) per il Rifugio Gilberti al Canin e delle Sezioni CAI di Reggio Emilia (Rifugio Battisti) e Gualdo Tadino (Rifugio Monte Maggio). Per questi 6 Rifugi già dotati di stazioni AWS sono stati stipulati appositi accordi (dal CNR) per accedere ai dati in *near-real-time* e avere le serie storiche così da poter ottenere un corretto inquadramento climatico locale.

I dati meteorologici rilevati dalle stazioni AWS, le immagini video delle webcam, il materiale informativo del progetto confluiscono nel portale <https://rifugisentinella.cai.cnr.it>.

Lo scopo di questo portale è quello di diventare il principale canale di divulgazione e punto di riferimento del progetto. I dati meteorologici acquisiti dalle stazioni AWS e rappresentativi dello stato del tempo lungo tutta la dorsale della rete sono mostrati in forma numerica e grafica per tutto il periodo di osservazione. Essi sono a disposizione della comunità scientifica per ulteriori studi e analisi e confronto. Le immagini delle webcam sono disponibili in tempo quasi-reale. Le attività di ricerca, sperimentazione, formazione e divulgazione che si svolgono nell'ambito di questo progetto vengono valorizzate e messe a disposizione di tutti.

Il progetto è caratterizzato da un logo univoco qui sotto illustrato. Contiene i simboli distintivi del CNR e del CAI con la descrizione semplificata del progetto 'Rifugi montani sentinella del clima e dell'ambiente'. Si sono create le targhe per il riconoscimento di tutta la rete indicandone l'appartenenza e impegnando il Rifugio CAI e l'Osservatorio CNR nel loro compito di creazione e divulgazione scientifica sul campo.



Figura 2 - Logo e targhe per la rete dei Rifugi -

Composizione rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente"					
Stazione	Quota	Gruppo montuoso	Sezione CAI/CNR	Status*	Stazione AWS
Rifugio Pagari	2627 m	Alpi Marittime	Ligure Genova	O	CAI
Rifugio Quintino Sella	2640 m	Alpi Cozie	CAI Centrale	C	CAI
Rifugio Gastaldi	2659 m	Alpi Graie	Torino	O	Arpa Piemonte
Rifugio Torino	3375 m	Alpi Graie - Monte Bianco	Torino e Aosta	O	CAI
Rifugio Chiarella	2979 m	Alpi Pennine	Chiavari	C	CAI
Osservatorio CNR Testa Grigia	3480 m	Alpi Pennine - Plateau Rosà	CNR	O	CNR
Capanna Margherita	4554 m	Alpi Pennine - Monte Rosa	CAI Centrale	O	Arpa Piemonte
Rifugio Maria Luisa	2157 m	Alpi Lepontine	Busto Arsizio	C	CAI
Rifugio Marco e Rosa	3609 m	Alpi Retiche occ. - Pizzo Bernina	Sondrio	O	CAI
Rifugio Curò	1905 m	Alpi Orobie	Bergamo	O	CAI
Rifugio Vioz Mantova	3535 m	Alpi Retiche meridionali	SAT	O	CAI
Rifugio Telegrafo	2147 m	Prealpi gardesane - Monte Baldo	Verona	C	CAI
Osservatorio CNR Col Margherita	2543 m	Alpi Orientali - Dolomiti	CNR	O	CNR
Rifugio Galassi Città di Mestre	2018 m	Alpi Orientali - Dolomiti	Mestre	O	CAI
Rifugio Città di Carpi	2110 m	Alpi Orientali - Dolomiti	Carpi	O	CAI
Rifugio Gilberti al Canin	1850 m	Alpi Orientali	SAF Udine	O	SMAA
Rifugio Monte Aiona	1520 m	Appennino Settentrionale	Ligure Genova	C	Arpa Liguria
Rifugio Battisti	1761 m	Appennino Settentrionale	Reggio Emilia	C	Sezione CAI R.E.
Osservatorio CNR "O. Vittori"	2165 m	Appennino Sett - Monte Cimone	CNR	O	CNR
Rifugio Esperia	1500 m	Appennino Settentrionale	Modena	C	CAI
Rifugio Rossi	1609 m	Alpi Apuane	Lucca	O	CAI
Rifugio Monte Maggio	1035 m	Appennino Centrale	Gualdo Tadino	C	Sezione CAI G.T.
Rifugio Rinaldi	2108 m	Appennino Centrale - Terminillo	Rieti	O	CAI
Rifugio Duca degli Abruzzi	2388 m	Appennino Centrale - Gran Sasso	Roma	O	CAI
Rifugio Vincenzo Sebastiani	2102 m	Appennino Centrale - Monte Velino	Roma	O	CAI
Rifugio Casonetto	700 m	Appennino meridionale - Monti Dauni	Foggia	C	CAI
Rifugio Cervati	1597 m	Appennino meridionale - M. Cervati	Salerno	C	CAI
Osservatorio CNR Monte Curcio	1780 m	Appennino meridionale - Sila Grande	CNR	O	CNR
Rifugio Citelli	1740 m	Appennino meridionale - Etna	Catania	O	CAI

Tabella 2 - Composizione rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente" - Status*: O = rete di origine con 4 Osservatori CNR e 15 Rifugi CAI, C = rete complementare con 10 Rifugi CAI

Dall'agosto 2023 ci si è dedicati a fare partire le attività di divulgazione coinvolgendo parte dei Rifugi (16) e degli Osservatori CNR (1) della rete, molte sono state le Sezioni CAI interessate (41) oltre al Museo della Montagna di Torino.

Da inizio attività e fino a dicembre 2025 gli incontri sono stati 56, e hanno coinvolto in presenza oltre 1.700 persone (oltre a tutti coloro che hanno partecipato sul web). In alcuni di questi eventi hanno partecipato anche autorità locali (sindaci e assessori), autorità di Enti Parco (presidenti e direttori) e unità militari (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e Carabinieri Forestali con il reparto di Modena e Reggio Emilia e il reparto Biodiversità de L'Aquila).

Di questi incontri, tra il 2023 e il 2025, quindici sono stati realizzati presso Rifugi Sentinella con incontri con i frequentatori attraverso la presenza di ONC, di ricercatori CNR, di ricercatori del Muse, di ricercatori universitari Soci CAI e dei Carabinieri Forestali di Modena e l'Aquila.

Nel 2024 si sono anche organizzate presso due Rifugi Sentinella (Cervati ed Esperia) "due giornate al rifugio" di classi 4^a e 5^a di scuole superiori dove i ragazzi e professori, oltre che vivere due giornate in rifugio, hanno partecipato in piccoli

gruppi ai vari lavori di osservazione e monitoraggio eseguiti dai nostri ONC e Soci CAI partecipanti. Nel 2025 abbiamo sperimentato con successo le prime attività di **Summer School** destinate a studenti universitari (dottorandi e laureandi) con l'idea (finale) di interessare alcuni dei frequentatori a integrarsi al progetto 'Rifugi Sentinella' nelle varie forme che potranno scaturire da questa idea (stage, borse di studio, volontariato CAI). Le Summer School si sono tenute:

Rifugio Cervati, 1597 m - Appennino meridionale con il tema "Flora e vegetazione d'alta quota nel contesto dei cambiamenti climatici - Metodi di studio e gestione" con il supporto dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, l'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli e con l'istituto ISAC del CNR.

Rifugio Gastaldi, 2659 m - Alpi Graie con il tema "Geodiversità a rischio nel contesto dei cambiamenti climatici - Il suo ruolo cruciale negli ecosistemi terrestri" con il supporto dell'Università degli Studi di Torino, di Arpa Piemonte, degli istituti IRPI e ISAC del CNR.

Per tutte le attività con scuole e Summer School si è ottenuto l'aiuto del CAI Scuola.



Figura 3 - Rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente"

Sequenza installazioni stazioni AWS presso i rifugi CAI											
2019		2022		2023		2024		2025		2026	
Mese	Rifugio	Mese	Rifugio	Mese	Rifugio	Mese	Rifugio	Mese	Rifugio	Mese	Rifugio
10	Esperia	07	Galassi	05	Citelli	02	Cervati	03	Casonetto	06	Torino
				06	Telegrafo	06	Pomilio	08	V. Sebastiani**		
				06	Rinaldi	06	Chiarella				
				08	Rossi	07	Quintino Sella				
				08	Città di Carpi	07	Pagari				
				09	Curò	07	Maria Luisa				
						08	Vioz Mantova				
						09	Duca degli Abruzzi	05	Quintino Sella*		
						09	Marco e Rosa	06	Telegrafo*	07	Marco e Rosa*

Tabella 3 - Sequenza delle installazioni delle stazioni AWS presso la rete dei Rifugi CAI. * Durante il 2025 si sono dovute reinstallare ex novo le stazioni dei Rifugi Quintino Sella e Telegrafo perché fortemente danneggiate da eventi atmosferici durante l'inverno 2024/2025. ** La stazione installata al Rifugio Vincenzo Sebastiani è quella dell'ex rifugio CAI Pomilio. Per il 2026 è prevista la reinstallazione della stazione al Rifugio Marco e Rosa perché danneggiata e la prima installazione della stazione al Rifugio Torino.

Le attività presso la rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”

La rete si estende lungo le dorsali di Alpi e Appennini fino alla Sicilia. Il profilo geologico e le condizioni ambientali dei siti sono eterogenei, dando così origine a situazioni pedologiche e di conseguenza a habitat completamente diversi, quali:

- ghiacciai;
- torbiere montane;
- habitat rocciosi;
- praterie sommitali;
- arbusteti extra-silvatici;
- habitat forestali.

Se consideriamo che l'habitat naturale è un'area composta da fattori biotici e abiotici in cui persistono condizioni ecologiche uniformi, scopriamo la ricchezza di situazioni lungo la nostra rete Rifugi Sentinella dove poter verificare la loro risposta ai cambiamenti climatici.

Si tratta di fenomeni in grado di alterare gli equilibri e le relazioni all'interno degli ecosistemi, con effetti diretti sulle specie vegetali e animali dal punto di vista della distribuzione, della demografia, della fenologia, della fisiologia e del comportamento, provocando un impatto molto negativo in termini di biodiversità.

Oltre alla persistente fusione dei ghiacciai alpini e alle conseguenze sulle parti rocciose fino alla modifica della geodiversità dei suoli, gli effetti dei cambiamenti climatici in ambiente montano maggiormente attesi sono le modificazioni degli habitat con l'estinzione delle specie criofile e la migrazione di specie termofile verso quote superiori. I settori montani più sensibili sono posti tra il limite superiore del bosco (*tree line*) e la fascia nivale perché in questo spazio altitudinale aumenta notevolmente la temperatura sui vegetali, i gradienti ecologici diventano molto marcati e gli ecotoni sono spesso concentrati.

Nella Tabella 4 viene riportata la ripartizione della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente” per piani vegetazionali (con la corrispondenza su base ecologica e morfologica). La descrizione su base vegetazionale ha validità per l'intero emisfero boreale, in quanto si fa riferimento a un gradiente climatico (sia in senso altitudinale



Figura 7 - Carta dei suoli d'Italia - Fonte: Wikipedia modificato

sia latitudinale). La relazione altitudine e latitudine rappresenta uno dei più importanti principi ecologici.

Per monitorare l'influenza dei cambiamenti climatici sugli ambienti circostanti ai nostri Rifugi abbiamo definito nell'ambito dell'Accordo CAI-CNR (Art. 3) una serie di argomenti utili a studiare questi processi, a cui fa riferimento anche il Gruppo di Lavoro sulle Montagne del Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente del CNR. Nelle pagine seguenti vengono illustrati i vari argomenti scelti, cioè: monitoraggi meteo climatici, osservazioni glaciologiche, osservazioni geologiche, osservazioni botaniche, osservazioni faunistiche, monitoraggio inquinamento luminoso.

Ripartizione per piani vegetazionali della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”

Ecologica Morfologica	Vegetazionale	Descrizione	Rifugi CAI e Osservatori CNR
Nivale	Nivale	Vegetazione pioniera delle nevi perenni	Rifugio Torino, Rifugio Chiarella, Osservatorio Testa Grigia, Capanna Margherita, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova, Rifugio Duca degli Abruzzi
Alpina	Alpica	Praterie d'altitudine, vegetazione degli ambienti rupestri e dei ghiaioni	Rifugio Pagarè, Rifugio Quintino Sella, Rifugio Gastaldi, Rifugio Maria Luisa, Rifugio Telegrafo, Osservatorio Col Margherita, Rifugio Galassi
Subalpina	Boreale	Brughiera a mirtilli, arbusteti, boschi di aghifoglie	Rifugio Città di Carpi, Rifugio Gilberti, Osservatorio CNR “O. Vittori”, Rifugio Rinaldi, Rifugio V. Sebastiani
Montana	Subatlantica	Faggeta	Rifugio Monte Aiona, Rifugio Battisti, Rifugio Esperia, Rifugio Rossi, Rifugio Monte Maggio, Rifugio Cervati, Osservatorio CNR Monte Curcio, Rifugio Citelli
Collinare	Centroeuropea	Castagneto e querceto caducifoglio	Rifugio Casonetto

Tabella 4 - Ripartizione per fascia vegetazionale (Pignatti 1979) della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”

Monitoraggi meteo-climatici

I dati rilevati dalle stazioni AWS della rete confluiscono ai server del CNR e del CAI (come *backup*) per le analisi meteo-climatiche. Vengono monitorati:

- temperatura dell'aria;
- umidità dell'aria;
- pressione atmosferica;
- vento: velocità, direzioni, raffiche e orari, temperature del vento;
- precipitazioni: giorno, intensità minima e massima;
- evapotraspirazione;
- irraggiamento solare.

La situazione dell'acquisizione dati è indicata nella Tabella 5 a lato. Come detto in apertura dell'articolo il primo periodo del progetto ha subito l'impatto della pandemia Covid per cui i veri lavori per l'installazione delle stazioni AWS sono iniziati concretamente solo nel secondo periodo del 2022. Purtroppo mancano ancora i dati della Stazione del Rifugio Torino sul Monte Bianco perché non ancora installata e i dati della Stazione del Rifugio Marco e Rosa sul Pizzo Bernina perché la stazione AWS è da ripristinare dopo eventi atmosferici eccezionali che l'hanno danneggiata. Per contro ci sono 8 stazioni tra Rifugi CAI (4) e Osservatori CNR (4) che hanno accumulato sei anni di dati utili al progetto.

Fra qualche anno avremo informazioni meteo-climatiche più consistenti lungo tutta la dorsale montana italiana.

I valori normali climatici sono i valori medi in un periodo di riferimento sufficientemente lungo. La *World Meteorological Organization* (WMO) ha definito i normali climatici nella prima metà del XX secolo con l'obiettivo di consentire il confronto tra le osservazioni di tutto il mondo, assicurando la coerenza fra le informazioni dei diversi servizi meteorologici. Inoltre ha fissato a 30 anni la durata del periodo di riferimento, da aggiornare ogni 10 anni.

Di seguito avete una sintesi di sei anni di dati confrontati con i normali di riferimento 1991-2020 per i Rifugi Esperia (Appennino settentrionale) e Gastaldi (Alpi Graie).

Stazione AWS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Rifugio Pagari						
Rifugio Quintino Sella						
Rifugio Gastaldi						
Rifugio Torino						
Rifugio Chiarella						
Osservatorio CNR Testa Grigia						
Capanna Margherita						
Rifugio Maria Luisa						
Rifugio Marco e Rosa						
Rifugio Curò						
Rifugio Vioz Mantova						
Rifugio Telegrafo						
Osservatorio CNR Col Margherita						
Rifugio Galassi Città di Mestre						
Rifugio Città di Carpi						
Rifugio Gilberti al Canin						
Rifugio Monte Aiona						
Rifugio Battisti						
Osservatorio CNR "O. Vittori"						
Rifugio Esperia						
Rifugio Rossi						
Rifugio Monte Maggio						
Rifugio Rinaldi						
Rifugio Duca degli Abruzzi						
Rifugio Vincenzo Sebastiani						
Rifugio Casonetto						
Rifugio Cervati						
Osservatorio CNR Monte Curcio						
Rifugio Citelli						

Tabella 5 - Situazione acquisizione dati dalle stazioni AWS

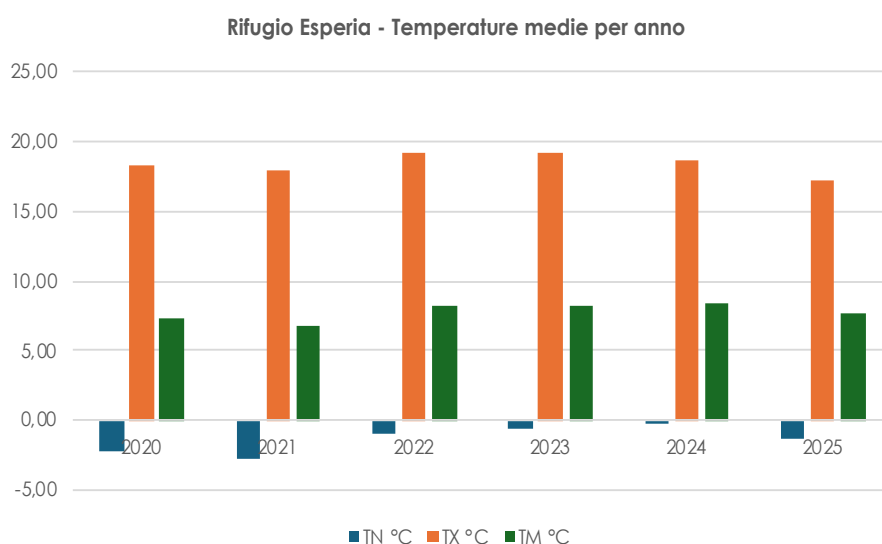


Figura 8 - Dalla webcam della stazione AWS del Rifugio Vioz Mantova. Nella notte tra il 19 e il 20 gennaio 2026 la webcam ha osservato e registrato spettacolari manifestazioni di aurore boreali. Queste sono state causate da intense perturbazioni geomagnetiche dovute a un brillamento solare di notevole intensità, ovvero una violenta esplosione di energia nella fotosfera del Sole. L'evento ha generato una delle tempeste solari più potenti degli ultimi anni, accompagnata dall'emissione di due nubi di plasma coronale (Coronal Mass Ejection, CME) che proiettate nello spazio hanno viaggiato fino a raggiungere la Terra dove hanno interagito con il campo magnetico terrestre dando origine alle eccezionali aurore boreali registrate da alcuni Rifugi Sentinella - Fonte P. Bonasoni - CNR

Rifugio Esperia - 1500 m - (Fonte dati: Stazione AWS del Rifugio Esperia, dati grezzi non ancora validati) - (Tabella 6)

VALORI NORMALI 1991-2020 PASSO DEL LUPO (1500 m) - TEMPERATURE MEDIE - TM °C e PRECIPITAZIONI - mm													
Periodo	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
TM °C 1991-2020	-1,5	-1,6	0,7	3,5	8,1	12,3	15,0	15,2	11,0	7,3	2,7	-0,5	6,0
Precipitazioni medie - mm 1991-2020	113,6	100,3	110,4	128,5	119,5	83,1	58,6	69,8	115,1	183,2	216,7	154,2	1453,0

Fonte dati: Arpa Emilia Romagna Stazione di Passo del Lupo (Monte Cimone) 1500 m



TN = temperatura minima; TX = temperatura massima; TM = temperatura media

TEMPERATURE MINIME - TN °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	-6,7	-5,3	-8,8	-7,8	1,1	4,2	7,2	6,1	0,2	-1,6	-5,6	-9,9	-2,2
2021	-10,9	-14,1	-8,2	-8,3	1,0	5,6	8,3	5,6	4,9	-0,4	-9,6	-7,2	-2,8
2022	-9,1	-7	-8,9	-6,1	2,3	8,1	9,5	7,3	1,7	4,2	-4,7	-8,8	-1,0
2023	-8,8	-11,4	-4,9	-6,2	2,4	6,3	9,4	6,9	5,9	3,8	-4,4	-6,6	-0,6
2024	-9,8	-3,1	-3,8	-4,0	-0,2	5,7	8,0	10,6	3,0	1,4	-5,2	-6,3	-0,3
2025	-8,8	-6,5	-6,3	-1,7	0,2	8,3	4,3	7,8	3,9	-0,4	-9,2	-6,7	-1,3

TEMPERATURE MASSIME - TX °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	9,0	18,1	17,0	17,4	19,3	22,8	26,5	27,0	21,8	18,6	14,5	7,2	18,3
2021	8,2	13,8	15,9	15,5	18,8	25,2	26,1	27,9	21,5	15,3	12,7	13,1	17,8
2022	13,1	13,6	13,4	15,8	24,2	26,8	27,6	26,3	22,3	19,5	15,9	10,7	19,1
2023	10,5	13,1	13,1	14,4	18,0	26,9	28,7	28,9	23,8	23,2	15,6	13,8	19,2
2024	12,8	14,7	14,3	21,3	16,9	24,4	27,2	27,0	22,7	16,6	16,1	8,8	18,6
2025	10,3	9,6	9,7	15,4	21,0	26,9	25,0	26,5	22,7	15,4	15,0	8,7	17,2

TEMPERATURE MEDIE - TM °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	0,8	3,3	1,2	6,2	9,9	12,5	15,4	16,1	11,6	6,1	4,4	-0,1	7,3
2021	-2,6	1,4	1,2	2,7	8,1	15,2	16,5	15,8	12,3	5,9	2,9	1,0	6,7
2022	0,5	1,5	0,4	4,1	11,8	16,8	18,1	15,8	11,3	11,6	3,7	2,3	8,2
2023	-0,8	0,5	3,6	4,0	8,1	13,7	18,2	16,4	13,2	11,4	4,2	6,1	8,2
2024	1,4	3,8	3,9	6,5	9,0	14,3	17,9	17,8	11,0	9,2	4,1	2,6	8,5
2025	0,4	0,4	2,2	6,0	8,8	16,9	15,2	15,8	12,1	7,0	3,1	3,7	7,6

PRECIPITAZIONI MEDIE - mm													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	33,8	13,4	148,4	64,2	98,0	101,2	56,2	82,2	73,2	165,6	18,0	168,4	1022,6
2021	78,0	86,4	11,6	125,4	98,2	40,6	55,4	19,2	96,4	62,6	175,2	91,8	940,8
2022	11,2	38,0	43,2	113,6	109,2	47,2	55,2	64,4	62,6	9,8	104,4	165,0	823,8
2023	60,0	17,0	61,4	45,4	309,4	93,2	25,8	102,0	6,2	292,8	174,8	82,2	1270,2
2024	98,8	249,2	214,6	105,4	107,6	30,8	3,2	67,6	220,8	307,0	47,2	68,0	1520,2
2025	154,4	100,4	248,4	133,4	131,4	24,2	36,4	86,8	53,4	156,2	138,0	83,2	1346,2

GIORNI DI PIOGGIA - n°													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	11	7	14	9	12	12	9	12	12	19	12	14	143
2021	14	13	11	22	15	5	11	6	9	10	23	18	157
2022	5	8	5	12	12	7	4	12	13	3	19	12	112
2023	9	6	12	10	19	11	4	7	5	15	16	11	125
2024	15	12	17	13	17	15	6	6	21	23	8	12	165
2025	17	23	23	14	21	5	23	12	11	12	12	18	191

GIORNI DI GELO - n° (tutto il giorno con temperature minori di 0 °C)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	8	19
2021	14	3	4	1	0	0	0	0	0	0	1	7	30
2022	7	2	4	0	0	0	0	0	0	0	3	4	20
2023	12	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21
2024	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	18
2025	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	16

GIORNI CON GELO - n° (parte del giorno con temperature inferiori a 0 °C)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	23	18	21	6	0	0	0	0	0	3	9	20	100
2021	28	17	24	16	0	0	0	0	0	4	11	19	119
2022	24	20	22	10	0	0	0	0	0	0	10	12	98
2023	21	18	12	11	0	0	0	0	0	0	8	16	86
2024	18	8	11	10	1	0	0	0	0	0	11	25	84
2025	23	22	12	4	0	0	0	0	0	1	13	14	89

GIORNI CON TM < 6 °C (giorni di stasi vegetativa)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	31	24	27	12	1	0	0	0	3	14	18	31	161
2021	30	23	28	23	5	0	0	0	0	17	26	29	181
2022	28	26	28	20	5	0	0	0	2	0	19	28	156
2023	31	26	23	20	11	0	0	0	0	2	21	23	157
2024	28	24	22	15	3	0	0	0	2	3	22	30	149
2025	31	28	31	12	7	0	0	0	0	10	21	31	171

Come si può vedere, le temperature medie TM dei sei anni in esame sono tutte più elevate del valore medio delle TM della serie storica 1991-2020. Le variazioni sono significative:

- +1,3 °C nel 2020;
- +0,7 °C nel 2021;
- +2,2 °C nel 2022 e 2023;
- +2,5 °C nel 2024;
- +1,6 °C nel 2025.

L'altro parametro fondamentale è quello delle precipitazioni per le quali si registra, in generale, una diminuzione

media della quantità caduta, con variazioni di distribuzione a livello mensile. Le variazioni sono significative:

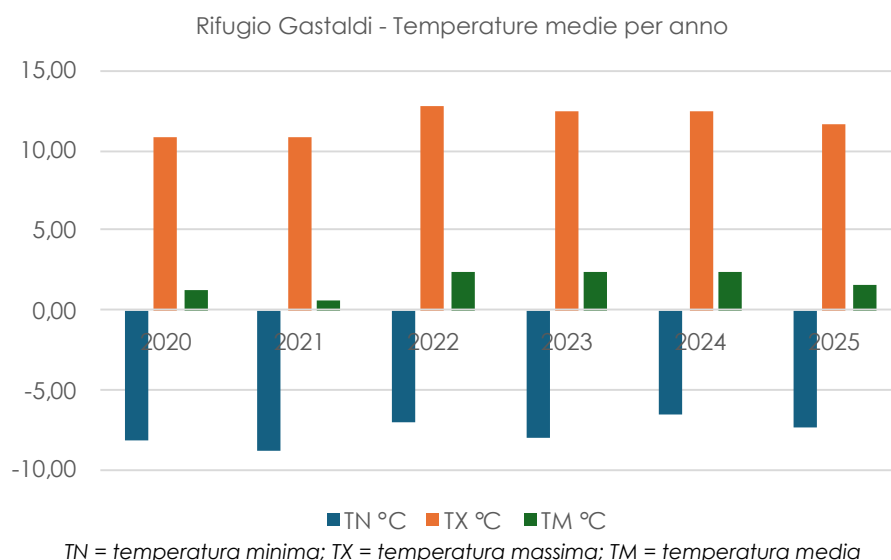
- - 430,4 mm nel 2020
- - 512,2 mm nel 2021
- - 629,2 mm nel 2022
- - 182,8 mm nel 2023
- + 67,2 mm nel 2024
- - 106,8 mm nel 2025

In generale le precipitazioni sono diminuite. Vi sono anomalie nel febbraio e marzo 2024 e marzo 2025, periodi in cui si sono verificate alluvioni in Emilia Romagna.

Rifugio Gastaldi - 2659 m - (Fonte dati: Stazione AWS di ARPA PIEMONTE presso il rifugio) - (Tabella 7)

VALORI NORMALI 1991-2020 Rifugio Gastaldi (2659 m) - TEMPERATURE MEDIE - TM °C e PRECIPITAZIONI - mm													
Periodo	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
TM °C 1991-2020	-5,7	-6,2	-4,1	-1,1	2,9	7,2	9,9	10,0	6,0	2,1	-2,2	-4,9	1,2
Precipitazioni medie - mm 1991-2020	71	68	89	129	156	126	94	98	108	145	134	93	1311

Fonte dati: Arpa Piemonte Stazione del Rifugio Gastaldi - 2659 m



TEMPERATURE MINIME - TN °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	-15,1	-15,0	-19,0	-8,0	-4,9	-2,0	2,4	0,1	-7,6	-7,1	-7,5	-14,4	-8,2
2021	-15,0	-19,7	-16,3	-17,4	-7,5	0,8	0,4	1,1	-0,1	-4,4	-14,0	-13,9	-8,8
2022	-12,9	-13,9	-15,8	-14,7	-5,0	1,1	5,4	3,5	-3,6	-2,8	-9,8	-15,3	-7,0
2023	-16,5	-19,5	-11,8	-10,5	-3,7	0,0	0,6	-1,0	-1,6	-4,1	-13,4	-13,9	-8,0
2024	-14,5	-10,9	-10,8	-11,3	-3,6	-0,1	3,7	5,8	-5,5	-4,0	-15,7	-11,7	-6,6
2025	-11,7	-13,6	-12,6	-10,3	-4,9	1,2	0,2	1,2	-3,8	-7,5	-15,2	-10,1	-7,3

TEMPERATURE MASSIME - TX °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	6,5	7,1	7,4	8,5	11,7	14,1	17,5	16,5	14,4	11,0	9,8	6,0	10,9
2021	0,5	7,2	10,5	7,5	11,2	16,8	16,4	17,1	13,4	11,6	8,3	9,6	10,8
2022	10,4	11,7	9,3	10,9	15,3	17,5	17,0	14,6	14,9	13,0	11,8	7,8	12,9
2023	5,2	10,6	8,8	8,0	12,2	14,8	20,3	18,5	19,0	15,3	9,1	7,5	12,4
2024	10,9	8,3	10,8	13,6	12,5	17,2	17,8	16,5	12,0	10,5	12,2	6,9	12,4
2025	3,1	7,7	7,0	8,7	14,5	17,6	15,3	18,4	17,7	12,0	10,1	7,4	11,6

TEMPERATURE MEDIE - TM °C													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	-3,3	-2,6	-4,6	-0,2	3,3	4,7	9,5	9,0	5,3	0,0	0,7	-6,2	1,3
2021	-8,0	-2,8	-4,3	-3,8	-0,3	6,9	8,4	8,2	6,2	1,8	-3,3	-2,3	0,6
2022	-2,1	0,1	-4,8	-1,9	4,5	8,6	10,8	9,2	4,7	4,9	-1,8	-3,4	2,4
2023	-5,9	-2,8	-2,2	-1,6	2,9	7,3	9,7	9,5	8,3	4,4	-3,0	1,4	2,3
2024	-2,0	-0,6	-2,5	-0,7	2,6	7,0	10,2	10,5	3,3	2,4	-0,3	-0,4	2,5
2025	-5,0	-4,2	-4,6	-0,8	2,0	9,8	8	9,7	5,5	1,8	-2,6	0,1	1,6

PRECIPITAZIONI MEDIE - mm													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	8,2	13,0	50,2	86,8	191,2	154,0	54,0	94,8	83,6	235,4	3,4	22,8	997,2
2021	11,4	13,0	10,8	102,8	117,8	84,4	95,2	41,6	82,6	113,8	107,8	10,8	792,0
2022	0,0	0,0	31,2	61,0	119,6	75,6	18,4	125,0	42,2	137,2	32,4	36,8	710,6
2023	17,2	8,0	39,8	61,6	321,6	119,8	25,8	82,0	84,0	70,0	105,0	75,0	1009,8
2024	26,4	34,4	92,0	210,3	218,6	240,4	74,6	37,4	324,8	438,6	24,8	12,8	1735,0
2025	30,4	36,6	142,8	200,0	133,6	83,2	58,4	88,4	154,6	58,0	9,4	48,6	1044,0

GIORNI DI PIOGGIA - n°													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	5	3	13	9	19	18	12	14	13	19	5	10	140
2021	7	7	8	16	16	17	20	8	17	9	17	3	145
2022	0	0	10	10	20	15	9	15	11	14	10	13	127
2023	6	3	14	18	23	20	9	13	12	12	10	8	148
2024	7	7	13	16	26	22	12	8	23	25	4	5	168
2025	10	8	15	16	19	13	14	11	15	9	9	13	152

GIORNI DI GELO - n° (tutto il giorno con temperature minori di 0 °C)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	13	7	17	0	2	0	0	0	2	10	2	22	75
2021	18	13	5	0	0	0	0	0	2	4	13	17	98
2022	8	5	12	9	1	0	0	0	0	0	14	18	67
2023	18	8	12	8	0	0	0	0	0	1	18	12	77
2024	14	9	14	13	0	0	0	0	1	0	5	9	65
2025	23	15	15	8	1	0	0	0	2	4	13	17	98

GIORNI CON GELO - n° (parte del giorno con temperature inferiori a 0 °C)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	31	25	29	27	14	6	0	0	4	24	25	30	215
2021	31	28	29	28	28	0	0	0	1	22	28	28	196
2022	27	17	30	29	12	0	0	0	12	3	26	27	183
2023	31	24	28	27	14	0	0	3	1	13	29	24	194
2024	26	21	28	22	16	1	0	0	13	10	24	18	179
2025	31	28	31	30	19	0	0	0	7	22	27	30	225

GIORNI CON TM < 6 °C (giorni di stasi vegetativa)													
Anni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
2020	31	29	31	30	26	20	3	5	14	29	28	31	277
2021	31	28	29	28	28	0	0	0	1	22	28	28	279
2022	30	24	31	30	17	4	0	1	18	20	30	31	236
2023	31	28	31	30	26	8	2	7	7	18	30	30	248
2024	31	27	30	25	31	12	1	0	23	29	27	20	256
2025	31	28	31	30	28	4	6	5	16	27	30	31	267

Come si può vedere le temperature medie TM dei sei anni in esame sono tutte (tranne il 2021) più elevate del valore medio delle TM della serie storica 1991-2020. Le variazioni significative sono dal 2022 al 2024:

- + 0,1 °C nel 2020;
- - 0,6 °C nel 2021;
- +1,2 °C nel 2022;
- +1,1 °C nel 2023;
- +1,3 °C nel 2024;
- +0,4 °C nel 2025.

L'altro parametro fondamentale è quello delle precipitazioni per le quali si registra mediamente una diminuzione,

con, in alcuni casi, una diversa distribuzione della quantità a livello mensile. Le variazioni sono significative:

- - 313,8 mm nel 2020
- - 519,0 mm nel 2021
- - 600,4 mm nel 2022
- - 301,2 mm nel 2023
- + 424,0 mm nel 2024
- - 267,0 mm nel 2025

In generale le precipitazioni sono diminuite. L'unica anomalia positiva è per il 2024, durante il quale sono stati registrati eventi di precipitazione estrema (durante il mese di settembre).

Osservazioni glaciologiche

In accordo con la Fondazione Glaciologica Italiana, presso alcuni Rifugi della rete, vengono raccolte alcune informazioni sulle aree glacializzate circostanti le strutture selezionate.

Verso fine 2024 sono stati definiti i criteri per questi monitoraggi e indicate le strutture interessate. Le operazioni in ambiente potranno iniziare nel 2026 dopo aver trovato Soci CAI volontari ed esperti di questi ambienti che, a seguito di una opportuna formazione, collaboreranno direttamente con la FGI e i suoi operatori nelle aree indicate.



Figura 9 - Fronte Ghiacciaio dei Forni (2017) - ph G. Margheritini

Rifugio/Osservatorio	Ghiacciaio			Osservazioni	Frequenza
	n° Catasto	Nome	Tipo		
Quintino Sella	20	Superiore di Coolidge	Glacionevato	Foto da Cadreghe di Viso	annuale
Osservatorio CNR Testa Grigia	288	Teòdulo inferiore	Montano	Misure frontali e foto	stagionale
	289	Valtournanche	Montano	Perimetrazione GPS margine frontale e perimetrazione dei laghi proglaciali	annuale
Galassi Città di Mestre	967	Inferiore Antelao	Montano	Attività a supporto dei rilievi effettuati dall'operatore CGI	stagionale
Gilberti al Canin	982.1	Prevala	Glacionevato	Monitoraggio fusione nivale estiva con lettura paline ablatometriche	settimanale
In collaborazione con Servizio Glaciologico Lombardo in sostituzione del Rifugio Marco e Rosa di difficile accesso	425	Vezzeda	Montano	Letture paline ablatometriche e misure frontali	quindicinale
	419	Disgrazia	Montano	Riprese fotografiche	mensile

Tabella 8 - Programmazione delle osservazioni e dei monitoraggi glaciologici

Osservazioni geologiche

Le vie di accesso ai Rifugi della rete e tutti i loro dintorni sono il campo ideale per eseguire delle osservazioni utili di tipo geologico e geomorfologico.

La variazione del regime delle precipitazioni e una maggior frequenza degli eventi meteorologici estremi in alta montagna possono avere esiti devastanti sul piano geomorfologico.

I fenomeni più consueti sono le frane, i movimenti sui corpi detritici sciolti e morenici e la formazione o la scomparsa di laghetti e/o pozze montane.

In accordo con IRPI – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR – si potrà dare vita a un sistema di segnalazione di ciò che succede intorno ai rifugi della rete e sui sentieri di arrivo/partenza in termini di:

- monitoraggio delle frane, soprattutto le piccole perché le grandi – sopra i 1.500 m – sono già monitorate da IRPI-CNR, attraverso una documentazione fotografica con geolocalizzazione e data della documentazione e dell'evento (se conosciuta);
- monitoraggio dei movimenti notati su corpi detritici sciolti e morenici sempre con documentazione fotografica geolocalizzata e datata;
- osservazione sullo stato di laghetti e/o pozze montane sempre con documentazione fotografica giustificata.

Per queste osservazioni sono interessati tutti i Rifugi della rete con esclusione di quelli su ghiacciaio (Capanna Margherita, Osservatorio CNR Testa Grigia, Rifugio Torino, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova).

Anche queste osservazioni, definite con prove su campo, potrebbero iniziare nel 2026, prima con alcune giornate di formazione tenute presso la rete dei Rifugi e poi sul campo dai Soci CAI interessati a questa collaborazione.



Figura 10 - Movimenti di corpi detritici sciolti - ph G. Margheritini

Osservazioni botaniche

I cambiamenti climatici globali in atto rappresentano una grave minaccia per gli ecosistemi in quanto comportano modifiche nei regimi termo-pluviometrici molto repentine e difficilmente sostenibili dalle attuali biocenosi.

Nell'ultimo secolo, per esempio, le temperature medie globali sono aumentate di 0,7 °C e si prevede che aumenteranno di 1,1-6,4 °C entro la fine del XXI secolo rispetto ai valori di riferimento del periodo 1980 -1999 (IPCC, 2013).

Oltre agli ambienti polari, si prevede che saranno soprattutto gli ambienti altomontani a essere influenzati (Gottfried *et al.*, 2012) in quanto l'incremento delle temperature favorirà l'arrivo in quota di specie termofile e, al contempo, aumenterà il rischio di estinzione (almeno locale) delle specie microterme tipiche delle alte quote.

Tali stravolgimenti assumono una valenza ancora maggiore se si considera che gli ambienti altomontani sono ricchi di specie vegetali endemiche, molte delle quali rare e già ora a rischio di estinzione. Le piante, dunque, siano esse considerate a livello di specie o di comunità,

sono degli ottimi bioindicatori in grado di reagire in termini di presenza/assenza e abbondanza alle mutate caratteristiche ambientali. Comprendere pertanto l'effetto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità vegetale è di fondamentale importanza per la conservazione di quest'ultima e, più in generale, per il benessere dell'uomo (Shivanna, 2022).

Le osservazioni, alcune delle quali hanno preso il via da tempo, sono così organizzate:

- monitoraggio fenologico su almeno tre specie a rischio nei dintorni di ogni rifugio con esclusione di quelli su ghiacciaio (Capanna Margherita, Osservatorio CNR Testa Grigia, Rifugio Torino, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova).
- monitoraggio fitosociologico su quattro *plot* in almeno tre rifugi della rete in area periglaciale sulle Alpi, e su due rifugi in area sommitale appenninica.

Per entrambi i monitoraggi sono state definite le procedure di attuazione in modo che persone diverse possano produrre uguali informazioni.

Specie in monitoraggio	Rifugi in attività													
	Rifugio Pagarì	Rifugio Quintino Sella	Rifugio Gastaldi	Rifugio Chiarella	Rifugio Maria Luisa	Rifugio Curò	Rifugio Telegrafo	Rifugio Gilberti	Rifugio Battisti	Rifugio Espeifa - Area PC	Osservatorio CNR O. Vittori	Rifugio Rossi	Rifugio Duca degli Abruzzi	Rifugio Cervati
	Alpi							Appennino						
<i>Achillea barrelieri</i>														3
<i>Achillea clavennae</i>								3						
<i>Armeria arenaria</i> subsp. <i>marginata</i>									3	10	15			
<i>Armeria gracilis</i> subsp. <i>majellensis</i>													3	
<i>Aster alpinus</i> subsp. <i>alpinus</i>				3	5	2	1			1	10		3	
<i>Cerastium tomentosum</i>														10
<i>Cerastium uniflorum</i>				3										
<i>Dryas octopetala</i>								3						
<i>Edraianthus graminifolius</i> subsp. <i>graminifolius</i>														10
<i>Geranium argenteum</i>							5				5	4		
<i>Globularia cordifolia</i> subsp. <i>bellifolia</i>														10
<i>Jacobaea incana</i>	3	3			5				5					
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	3	3	10											
<i>Linaria alpina</i>				2	2		3					1		
<i>Potentilla nitida</i>						3		3						
<i>Primula glaucescens</i>						2								
<i>Saxifraga bryoides</i>			10											
<i>Silene acaulis</i> subsp. <i>bryoides</i>	3	3	10	3									3	
<i>Viscaria alpina</i>									3					
Inizio monitoraggio	2024	2024	2024	2024	2024	2025	2025	2025	2025	2020	2020	2025	2025	2024

Tabella 9 - Monitoraggio fenologico nel 2025. Si ricorda che i numeri indicano quante stazioni di monitoraggio sono attive per specie/Rifugio

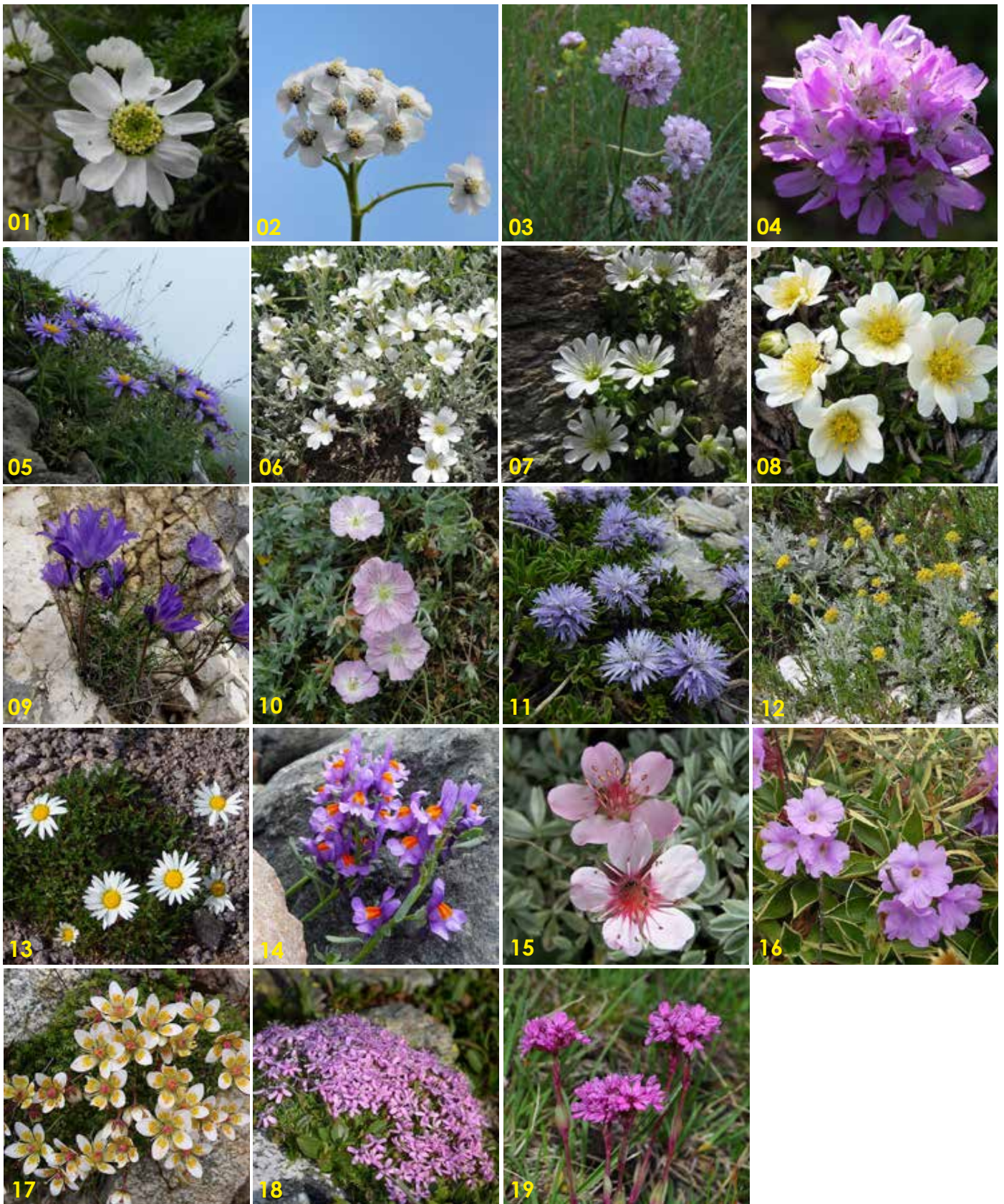


Figura 11 - Le 19 specie in monitoraggio fenologico: 01 *Achillea barrelieri*, 02 *Achillea clavennae*, 03 *Armeria arenaria* subsp. *marginata*, 04 *Armeria gracilis* subsp. *majellensis*, 05 *Aster alpinus* subsp. *alpinus*, 06 *Cerastium tomentosum*, 07 *Cerastium uniflorum*, 08 *Dryas octopetala*, 09 *Edraianthus graminifolius* subsp. *graminifolius*, 10 *Geranium argenteum*, 11 *Globularia cordifolia* subsp. *bellifolia*, 12 *Jacobea incana*, 13 *Leucanthemopsis alpina*, 14 *Linaria alpina*, 15 *Potentilla nitida*, 16 *Primula glaucescens*, 17 *Saxifraga bryoides*, 18 *Silene acaulis* subsp. *bryoides*, 19 *Viscaria alpina* - ph Acta Plantarum

Sono stati tenuti anche incontri di formazione nel 2020 per l'area del Monte Cimone e dal 2023 fino al 2025 per l'area LPV (presso il Rifugio Jervis), per la Lombardia, per la Campania, per il VFG rivolti a circa 95 volontari CAI nelle varie aree interessate e presso i rifugi in oggetto.

Monitoraggio fenologico

Nella Tabella 9 ci sono le indicazioni dei 14 Rifugi della rete attivi e le specie in monitoraggio. Nella Figura 10 sono illustrate le 19 specie oggetto di studio.

Nella tabella 9 i numeri nelle colonne indicano il numero di stazioni – per specie e per rifugio – censite, georeferenziate e monitorate dall'avvio dei lavori a tutto il 2025. Per i monitoraggi avvenuti presso l'**Osservatorio CNR O. Vittori** di Monte Cimone e presso il **Rifugio Esperia** a partire dal 2020, già esistono pubblicazioni scientifiche sul tema nei Bollettini del CSC-CAI:

- Barbieri G., 2021 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2021 - pp 23-29
- Barbieri G., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report secondo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 59-75
- Barbieri G., 2023 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report terzo anno del progetto* - Aprile 2023 - pp 45-61
- Barbieri G., Pinotti E., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 77-83
- Barbieri G., Pinotti E., 2024 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report secondo anno del progetto* - Aprile 2024 - pp 49-57
- Barbieri G., Marino E., 2024 - *Cambiamenti climatici e piante officinali. Il caso della coltivazione della salvia comune (Salvia officinalis) e della lavanda vera (Lavandula angustifolia)* - Aprile 2024 - pp 59-65
- Barbieri G., 2026 - *Monte Cimone - Sei anni di monitoraggi botanici nell'ambito del progetto Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente - 2020-2025* - Aprile 2026 - pp 37-49

Inoltre nello stesso periodo nei dintorni dell'**Osservatorio CNR O. Vittori** sul Monte Cimone sono state individuate due stazioni inedite di **Linum capitatum subsp. serrulatum** che in Emilia Romagna rappresenta una specie di grande interesse conservazionistico vista la sua rarità.

Anche per questa scoperta esiste già la pubblicazione scientifica sul Bollettino del CSC-CAI:

- Barbieri G., 2024 - *Linum capitatum subsp. serrulatum - Specie di interesse conservazionistico - Monitoraggio presso i Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Ottobre 2024 - pp 21-29

Come indicato nella Tabella 8 tra il 2024 e il 2025 hanno preso corpo tutti i monitoraggi indicati (alcuni limitati all'individuazione delle stazioni e al censimento delle specie, altri in maniera completa con i rilievi fenologici in tutto il periodo estivo).

Qui di seguito potete trovare due contributi scientifici che riguardano il **Rifugio Gastaldi**:

- Barolin D., Teppa G., 2024 - *La vegetazione del bacino glaciale della Bessanese - Contributo alla conoscenza della colonizzazione vegetale di un'area glaciale delle Alpi Graie - Rifugio Gastaldi* - Aprile 2024 - pp 37-47
- Matta E., Nigrelli G., 2024 - *Rilievi fenologici presso il Rifugio Gastaldi - Estate 2024* - Aprile 2025 - pp 27-33

e un completo contributo scientifico che riguarda il **Rifugio Cervati**:

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 39-57

Tutti questi monitoraggi fenologici sono coordinati da Giovanna Barbieri per le Alpi e Appennino settentrionale (nel 2025 la Barbieri si è occupata di fare partire il monitoraggio anche in Abruzzo) e da Adriano Stinca per l'Appennino centrale, meridionale e Sicilia, entrambi con l'aiuto di Soci CAI volontari che, dopo adeguato addestramento, effettuano il lavoro su campo nel rispetto delle indicazioni stabilite come una normale attività di *Citizen Science*.

Dal rilevamento fenologico è nato un altro importante progetto che ha trovato l'interesse dell'Università Statale di Milano che riguarda l'analisi genetica di alcune delle specie in esame. In particolare sono le specie che troviamo in diversi punti tra Alpi e Appennini, con diversità sostanziali tra: posizione geografica, suoli, quote, esposizioni.

I ricercatori dell'Università di Milano hanno trovato interessante scoprire se la specie si perpetua così com'è oppure se si sono creati nel tempo degli ecotipi (cioè degli *unicum*). Perciò è in corso questo progetto, in cui l'Università finanzia gli esami genetici e il CAI, attraverso i Soci volontari fornisce le campionature da analizzare. La situazione in essere è la seguente (Tabella 10) e dovrebbe concretizzarsi nel corso del 2026:

Specie in esame per analisi genetica	Aree dei Rifugi Sentinella interessate													Altri luoghi		
	Osservatorio CNR Monte Cimone	Rifugio Esperia Area PC	Rifugio Battifisi	Rifugio Rossi	Rifugio Chiarella	Rifugio Telegrafo	Rifugio Curò	Rifugio Città di Carpi	Rifugio Duca degli Abruzzi	Rifugio Maria Luisa	Rifugio Quintino Sella	Rifugio Paganì	Valle d'Aosta Cervinia	Friuli Venezia Giulia Monte Peralba	Veneto Rifugio Semenza	
<i>Aster alpinus subsp. alpinus</i>	x	x	x		x	x	x		x	x				x	x	
<i>Geranium argenteum</i>	x					x									x	
<i>Linaria alpina</i>				x	x	x	x	x	x	x					x	
<i>Jacobea incana</i>			x							x		x	x			

Tabella 10 - Specie in esame per analisi genetica

Monitoraggio fitosociologico

Nel 2024 questa attività è iniziata in Appennino meridionale presso il **Rifugio Cervati** sulla parte sommitale del Monte Cervati. Per questo si può consultare l'articolo scientifico pubblicato su questo Bollettino CSC-CAI:

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 39-57

Nel 2025 si è completata l'estensione in Appennino settentrionale presso il **Rifugio Battisti** - 1765 m - sui versanti sommitali del Monte Prado 2054 m.

Per il 2026 restano le tre stazioni sulle Alpi per le quali tutta la strumentazione è già disponibile:

- Alpi occidentali: presso il **Rifugio Chiarella** - 2979 m - nei dintorni del Rifugio;
- Alpi Orobie meridionali: presso il **Rifugio Curò** - 1915 m - sui versanti periglaciali del Monte Gleno 2882 m;
- Alpi orientali: presso il **Rifugio Galassi** - 2018 m - sui versanti periglaciali dell'Antelao 3.264 m.

Lo studio intende confrontare le caratteristiche delle aree periglaciali e/o delle praterie altomontane (ricchezza specifica, abbondanza percentuale delle singole specie, aspetti funzionali e corologici) a intervalli regolari di un anno

per un arco temporale di almeno 10 anni. Lo studio prevede un'attività di campo da svolgersi annualmente nel corso della prima decade di luglio che generalmente rappresenta il periodo più favorevole per questo tipo di rilievi in alta montagna. L'avvio dello studio sui tre siti individuati è previsto nell'estate del 2026. All'attività di campo sarà abbinata l'indispensabile attività in laboratorio per l'identificazione dei taxa appartenenti ai gruppi tassonomici critici (es. generi *Festuca* e *Thymus*), per la preparazione del materiale d'erbario e per la successiva archiviazione fisica e digitale di questo nell'*Herbarium Austroitalicum*. Per l'identificazione tassonomica delle piante si farà riferimento principalmente a *Flora d'Italia* (Pignatti *et al.*, 2017-2019) e *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980, 1993). La nomenclatura dei taxa censiti sarà aggiornata in base alla recente *Checklist* della flora vascolare italiana (Bartolucci *et al.*, 2024).

Nel 2025 è stato allestito il monitoraggio presso il Rifugio Battisti. Questi nuovi allestimenti e monitoraggi, così come quello già in essere presso il Rifugio Cervati saranno coordinati e gestiti da Adriano Stinca con l'aiuto di Soci CAI volontari che, dopo adeguato addestramento, effettuano il lavoro sul campo nel rispetto delle indicazioni stabilite (attività di *Citizen Science*).



Figura 11 - Prima vegetazione in area periglaciale - ph Wikipedia

Osservazioni faunistiche

Come per le osservazioni botaniche si sono iniziate a sviluppare anche quelle destinate alla fauna. L'organizzazione di queste osservazioni è stata basata sui seguenti obiettivi:

- verificare quale fauna sia presente nei dintorni dei vari Rifugi Sentinella (fino a qualche chilometro), documentando specie, presenza, frequenza;
- monitorare, sui Rifugi Sentinella in aree glaciali e periglaciali, la presenza del fringuello alpino, dello spioncello e/o altri uccelli;
- studiare il comportamento dei chiroteri presenti in grotte nei dintorni di alcuni Rifugi Sentinella;
- studiare la biodiversità in quota attraverso l'analisi della comunità macrozoobentonica in laghetti/pozze in alta montagna;
- studiare la biodiversità delle lettiere dei boschi, in funzione dei cambiamenti climatici in atto, attraverso lo studio faunistico e di dinamica di popolazione dei tardigradi presenti.

Per questi monitoraggi sono state definite le procedure di attuazione in modo che persone diverse producano le stesse informazioni. Sono stati tenuti anche i primi incontri di formazione nei primi mesi del 2024 per i volontari CAI. Inoltre tutte queste attività sono svolte con il contributo scientifico del Museo di Trento, di ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia e dell'Università di Catania.

Monitoraggio fauna nei dintorni dei rifugi

Questa attività di monitoraggio è svolta attraverso la posa di fototrappole in luoghi georeferenziati e per periodi indicati. Ciò ci permette di individuare le specie presenti nei dintorni di quel rifugio, di individuare i luoghi di maggiore o minore frequentazione (per specie, per data, orario). Tutto questo ci darà poi la possibilità di scelta per gli approfondimenti che si riterranno necessari (per specie, periodo, stagione, ecc.). I rifugi dove sono iniziati questi monitoraggi a partire dal 2024 sono:

Rifugio	Quota m	Fototrappole n°
Rifugio Esperia	1500	6
Rifugio Cervati	1597	6
Rifugio Maria Luisa	2157	3
Rifugio Chiarella	2979	4
Rifugio Gastaldi	2659	3
Rifugio Curò	1905	4
Rifugio Galassi	2018	2
Rifugio Telegrafo	2147	2
Rifugio Rossi	1609	1
Rifugio Sebastiani	2102	3
Rifugio Gilberti	1850	1
Rifugio Citelli	1740	3
Rifugio Rinaldi	2108	1
Rifugio Quintino Sella	2640	2
Rifugio Pagari	2627	2
Rifugio Casonetto	700	1

Tabella 11 - Monitoraggio ornitologico nel 2025

Per quanto riguarda il monitoraggio attraverso fototrappole vi è un primo lavoro scientifico pubblicato che riguarda l'attività svolta presso il **Rifugio Cervati**.

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio-Cervati* - Aprile 2025 - pp 35-55



Figure 12, 13, 14, 15 - Tasso, lepre, lupi e stambecchi. Alcuni esempi di foto in diversi rifugi. (Sono dei fermo immagine dei video di varie fototrappole)

Monitoraggi ornitologici

Questa attività di monitoraggio, in collaborazione con il Muse di Trento viene sviluppata attraverso la posa di nidi artificiali e la successiva osservazione visiva. Abbiamo installato i nidi artificiali (forniti dal Muse) presso i rifugi riportati in Tabella 12 qui in basso. Tutti i nidi installati hanno a disposizione una fototrappola (alcune ancora da installare) per documentare la frequentazione e per classificare la specie. Per chiarimento noi **non eseguiamo nessuna cattura degli uccelli** che frequentano i nidi (se non fotografica) e **tantomeno eseguiamo pratiche di inanellamento**.

Per il centro Italia ci si avvale dell'apporto dei Carabinieri Reparto Biodiversità de L'Aquila con la stazione ornitologica dell'altopiano di Campo Imperatore la stazione di studio più in quota del Centro Italia, che può garantire un modello di studio degli effetti dei cambiamenti climatici sulle popolazioni d'uccelli negli ambienti d'alta quota.

Il monitoraggio dei passeriformi a scopo scientifico viene svolto secondo le direttive scientifiche del Centro Nazionale di Inanellamento ISPRA.

L'aggiornamento continuo della *chek-list* degli uccelli, rappresenta uno strumento essenziale per valutare la struttura della comunità ornitica nell'area dell'altopiano di Campo Imperatore e la relativa caratteristica fenologica.

Da nostra parte, una volta individuate tramite le fototrappole le specie target, informiamo il Muse e i Carabinieri della Biodiversità fornendo loro la localizzazione geografica, la



Figura 16 - Nido artificiale installato al Rifugio Gastaldi con fototrappola laterale - ph G. Nigrelli

quota del nido e il materiale fotografico ottenuto tramite fototrappola per la loro valutazione e registrazione.

Nella Stazione Ornitologica di Campo Imperatore sono organizzate attività didattiche divulgative, aperte al pubblico, durante i mesi estivi di ogni anno, utili anche per la formazione dei nostri ONC e dei Soci volontari a seguire queste attività.

Per avere indicazioni complessive sulla frequentazione ornitica nelle aree dei rifugi, abbiamo iniziato in alcuni rifugi il monitoraggio ornitologico invernale tramite mangiatoie artificiali munite di fototrappola per documentare le specie. Ciò permette di censire le specie locali e registrarne le abitudini.

Monitoraggio ornitologico - Situazione installazione e frequentazione nidi

Rifugio	Quota del nido	Data installazione	Osservazione 2024	Osservazione 2025	Osservazioni 2026
Rifugio Pagari	2427 m	30/07/2024	-	-	
Rifugio Quintino Sella	2640 m	10/09/2024	-	-	
Rifugio Gastaldi	2659 m	09/07/2024	-	Ballerina bianca	
Rifugio Chiarella	2979 m	30/06/2024	-	-	
Rifugio Maria Luisa	2157 m	10/10/2024	-	Fringuello alpino	
Rifugio Marco e Rosa	3609 m	07/09/2024	-	-	
Rifugio Vioz Mantova	3535 m	30/08/2024	-	-	
Rifugio Telegrafo	2147 m	26/05/2024	Codirosso spazzacamino	Codirosso spazzacamino	
Rifugio Galassi	2018 m	18/07/2024	-	-	
Rifugio Città di Carpi	2110 m	18/11/2024	-	-	
Rifugio Gilberti	1992 m	16/09/2024	-	Ballerina bianca (forse)	
Rifugio Rinaldi	2108 m	15/06/2024	-	Codirosso spazzacamino	
Rifugio V. Sebastiani	2102 m	28/08/2025	-	-	

Tabella 12 - Monitoraggio ornitologico tramite nido artificiale

Monitoraggio ornitologico - Tramite mangiatoia artificiale

Rifugio	Quota	Periodo invernale	Specie registrate
Rifugio Esperia Appennino settentrionale Monte Cimone	1500 m	2024/2025	Cincia bigia, Cincia dal ciuffo, Cincia mora, Cinciallegra, Cinciarella, Fringuello, Lui piccolo, Peppola, Picchio muratore, Picchio rosso maggiore, Cardellino
Rifugio Cervati Appennino meridionale Massiccio del Cervati	1597 m	2025/2026	(classificazione ancora in corso)

Tabella 13 - Monitoraggio ornitologico tramite mangiatoia artificiale. La classificazione delle specie è stata curata dai ricercatori ornitologici del Museo Civico di Ecologia e Storia Naturale di Marano sul Panaro.



Figura 17 - Mangiatoia artificiale presso il Rifugio Esperia - ph G. Cerè

Monitoraggio chiroteri

I chiroteri sono mammiferi estremamente specializzati. Possiedono infatti caratteristiche del tutto peculiari come la capacità di volare, di "vedere" nella più completa oscurità grazie a un sistema di ecolocalizzazione a ultrasuoni e di sopravvivere in stato di letargo ai lunghi mesi invernali, quando le prede scarseggiano e le temperature sono particolarmente rigide.

L'avanzato grado di specializzazione e la loro particolare sensibilità al disturbo nelle fasi critiche dell'ibernazione e della riproduzione, fanno dei chiroteri uno dei gruppi più vulnerabili alle rapide modificazioni ambientali e all'interazione con le attività umane. Così, tra i mammiferi terrestri presenti nel nostro Paese, essi costituiscono l'ordine rappresentato dal maggior numero di specie minacciate.

Resti fossili dimostrano che i pipistrelli esistevano, in forme paragonabili a quelle attuali, già 50 milioni di anni fa. Da allora la loro abbondanza, sia in specie sia in numero di

esemplari, ha subito grandi variazioni a causa di cambiamenti del clima e della copertura vegetale.

A questi fattori, che ancora continuano a operare, si aggiungono oggi modificazioni ben più rapide dovute all'attività umana. Abbiamo individuato alcuni rifugi della rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente" che hanno la presenza dei chiroteri nei loro dintorni.

Per questo abbiamo avviato uno studio pilota presso alcune grotte presenti vicine al Rifugio Citelli, 1740 m sull'Etna per studiare le colonie lì residenti e mettere a fuoco la metodologia in modo che possa poi essere replicata presso altri rifugi della rete. Lo studio è in corso e solo verso la fine del 2026 avremo osservazioni utili per un primo report scientifico.

Sono impegnati a portare avanti questo monitoraggio alcuni esperti dell'Università di Catania insieme a Soci CAI di Catania, di Giarre e di Pedara debitamente formati.



Figure 18 e 19 - Rinolofo maggiore e Minioottero comune. Esempi dei monitoraggi nelle grotte in area Rifugio Citelli - ph C. Bucolo

Monitoraggio biodiversità dei laghetti montani

Molti dei macroinvertebrati bentonici presenti nei laghetti montani sono importanti indicatori biologici (bioindicatori) della qualità dell'acqua in cui vivono. Le comunità di questi macroinvertebrati hanno famiglie e generi molto, o in parte, sensibili alle alterazioni delle caratteristiche ambientali provocate sia dalla presenza antropica sia dai cambiamenti climatici. Il loro monitoraggio, seguendo precisi protocolli, può fornire utilissime indicazioni di cambiamento delle caratteristiche ambientali e della qualità dell'acqua.

Abbiamo, per ora, dato vita al primo monitoraggio presso il Rifugio Esperia con la guida dei ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia. I risultati sono già stati pubblicati sul Bollettino del CSC-CAI:

- Torroni A., Fabbri F., Barbieri G., 2022 - *Biodiversità in ambienti in quota - Analisi della comunità macrozoobentonica del laghetto del Giardino Esperia* - Ottobre 2022 - pp 111-137

La ripetizione di questo monitoraggio è prevista dopo 5 anni (2027) in modo da poter avere elementi di prima comparazione. Abbiamo iniziato nel 2025 il monitoraggio del Laghetto Rovinella, nei dintorni del Rifugio Esperia, che è minacciato di diventare fonte di approvvigionamento per l'impianto di neve artificiale per le piste del Monte Cimone (purtroppo è di poco fuori dall'area di protezione di Ente Parco Emilia Centrale). Stiamo aspettando la risposta dei ricercatori di UNIMORE per iniziare nel 2026 il monitoraggio del Lago della Bargetana, nei dintorni del Rifugio Battisti sempre in Appennino settentrionale.



Figura 20 e 21 - In alto rospo comune (*Bufo bufo*), sotto Ephemeroptera, ninfa di Baetidae - ph A. Torroni

Monitoraggio biodiversità delle lettiere dei boschi

La biodiversità del nostro pianeta è sempre più minacciata a causa dei cambiamenti climatici, pertanto vi è la necessità di monitorarla con metodiche tempestive e non solo attraverso gli organismi più visibili, ma anche considerando l'equilibrio di comunità di organismi non direttamente osservabili dall'occhio umano. L'obiettivo è lo studio della biodiversità delle lettiere dei boschi attraverso il monitoraggio faunistico e di dinamica di popolazione dei tardigradi presenti nelle lettiere.

Abbiamo, per ora, dato vita al primo monitoraggio, presso il Rifugio Esperia nelle lettiere di faggio nei dintorni del rifugio, condotto da ricercatori di UNIMORE con l'assistenza di nostri soci CAI. La ricerca si estenderà per buona parte a tutto il 2025 ma i primi risultati sono contenuti nell'articolo pubblicato sul Bollettino CSC-CAI:

- Bertolani R., Frigieri F., Guidetti R., 2025 - *I tardigradi della lettiera di faggio - Primi studi presso il Rifugio Esperia* - Aprile 2025 - pp 59-67

Dopo questo primo studio, in accordo con UNIMORE, ne definiremo altri tra i rifugi che hanno lettiere di faggio nei propri dintorni come: il Rifugio Citelli, l'Osservatorio CNR di Monte Curcio sulla Sila, il Rifugio Cervati, il Rifugio Monte Maggio in Umbria, il Rifugio Battisti e il Rifugio Monte Aiona sull'Appennino settentrionale.

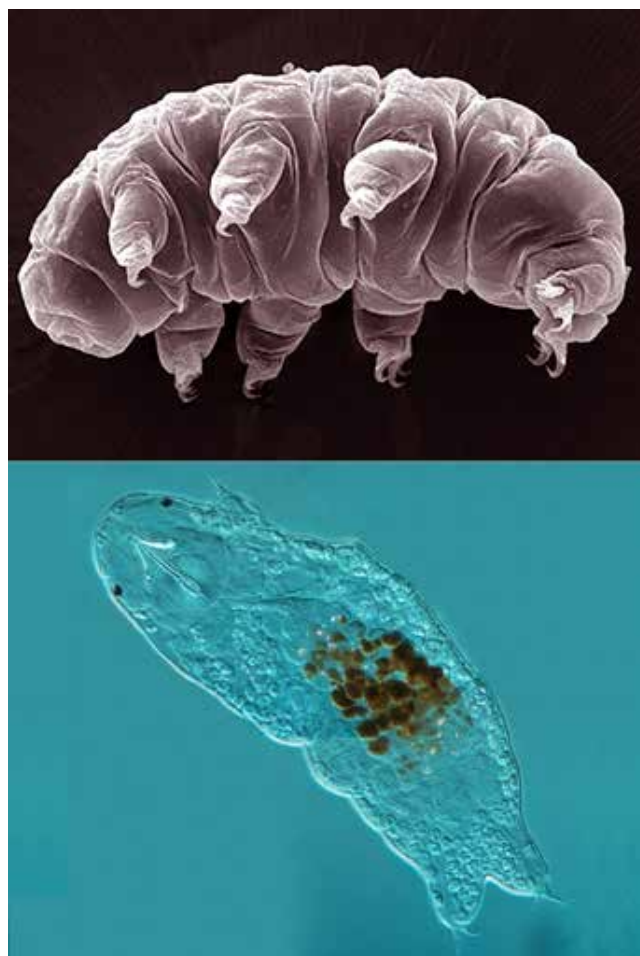


Figura 22 e 23 - Sopra: *Paramacrobiotus fairbanksi* al microscopio elettronico a scansione (SEM; lunghezza 300 μ m), sotto *Hypsibius dujardini* al microscopio ottico con contrasto interferenziale (Nomarski; lunghezza 240 μ m) - ph UNIMORE

Monitoraggio inquinamento luminoso

Le notti illuminate dalle luci artificiali che ci consentono di svolgere le nostre attività notturne, ci nascondono il cielo stellato e la sua bellezza.

Secondo l'atlante mondiale dell'inquinamento luminoso più del 70% della popolazione del nostro pianeta non è in grado di vedere la Via Lattea; in generale molti di noi si sono dimenticati che vale la pena di volgere il nostro sguardo verso l'alto.

Questo non è un problema solo di coloro che vivono in città in quanto l'eccesso d'illuminazione o l'inadeguata progettazione degli impianti, che comporta la proiezione di luce inutile verso l'alto che si propaga a decine di chilometri di distanza dalle sorgenti, creano quel bagliore che rende la notte meno scura e le stelle meno visibili anche lontano dalle città.

Le immagini notturne di una terra illuminata e il bagliore diffuso nell'atmosfera corrispondono a luce emessa inutilmente verso l'alto. Questa è luce inutile e corrisponde a uno spreco di energia che porta a più costi e più emissioni se l'energia utilizzata non è rinnovabile. Inoltre le luci delle città, delle strade e delle zone costiere alterano l'ambiente notturno e hanno tutta una serie di impatti sugli ecosistemi che li popolano e sull'uomo, documentati da un'ampia letteratura scientifica.

L'intensità della luce notturna e il suo spettro o colore alterano diversi meccanismi biologici che condizionano il comportamento e la sopravvivenza delle specie viventi. Innanzitutto altera il ritmo circadiano, regolato dall'alternarsi del giorno e della notte, di quasi tutte le specie viventi che vengono sottoposte a luce artificiale diretta o diffusa durante la notte, siano esse terrestri o marine.

L'inquinamento luminoso influenza anche l'orientamento,

la percezione visiva, la riproduzione, i movimenti notturni, la migrazione e le strategie di nutrimento e di conseguenza influenza i rapporti ecologici tra specie e la biodiversità degli ecosistemi. Ha effetti significativi non solo sugli esseri umani, ma anche sulla fauna selvatica, influenzando i ritmi naturali, i comportamenti e gli ecosistemi.

Molti animali regolano le proprie attività quotidiane e stagionali in base all'alternanza naturale tra luce e buio. L'inquinamento luminoso interferisce con questi ritmi:

- **Mammiferi notturni** (come pipistrelli, ricci, cervi): possono ridurre l'attività notturna per evitare le aree illuminate, compromettendo alimentazione e riproduzione. Per esempio i pipistrelli svolgono una importante funzione di impollinazione su molte specie, tipo l'Agave (*Agave tequilana*), banane, mango, avocado, ecc.
- **Uccelli migratori**: spesso si orientano con le stelle. Le luci artificiali urbane possono disorientarli, portandoli a schiantarsi contro edifici o a deviare le rotte migratorie.
- **Anfibi** (come rane e rospi): sono molto sensibili alla luce. L'illuminazione notturna può interferire con il canto di accoppiamento e la riproduzione.
- **Tartarughe marine** depongono le uova su spiagge buie, e i piccoli, una volta nati, usano la luce naturale (luna, stelle) per orientarsi verso il mare. Le luci artificiali lungo le coste attirano i cuccioli verso la terraferma invece che verso il mare, causando mortalità elevata per disidratazione, predazione o incidenti stradali.
- **Insetti impollinatori**: vengono attratti da fonti luminose artificiali dove spesso muoiono per sfinito, ustioni e predazione provocando una diminuzione significativa di impollinatori notturni. Insetti come le falene, coleotteri e scarabei sono responsabili dell'impollinazione di molte specie, tra le quali: Gelsomino notturno (*Cestrum nocturnum*), Fiore della luna (*Ipomoea alba*), Bella di notte (*Mirabilis jalapa*), Trombone degli angeli (*Datura L.*), Tabacco ornamentale (*Nicotiana glauca*), Enagra comune (*Oenothera biennis L.*), Regina della notte (*Selenicereus gradiflorus*), ecc.

Poiché non possiamo fare a meno di illuminare artificialmente la notte, è necessario che lo facciamo riducendo al minimo l'inquinamento luminoso e questo si può fare progettando l'illuminazione seguendo i principi del quanto serve, dove serve, quando serve e come serve, che implicano dosare la quantità di luce in funzione dell'utilizzo degli spazi e degli orari della notte, direzionarla verso il basso e solo nei luoghi necessari e scegliere spettri di luce meno impattanti (contenuto ridotto della componente blu). Molti di questi criteri sono già considerati dalle legislazioni europee per quel che riguarda i nuovi impianti di illuminazione, tuttavia alcuni aspetti della legislazione corrente dovrebbero essere integrati e migliorati per massimizzare la riduzione del loro impatto.

A livello internazionale esistono delle iniziative rivolte a comunità regionali, per salvaguardare la qualità del cielo notturno, che attuano azioni di progettazione e gestione dell'illuminazione pubblica effettuando una valutazione d'impatto su tutto il territorio e non solo su quello interessato dagli interventi. Queste azioni sono promosse da associazioni internazionali, come l'*International Dark Sky Association* (IDA, <https://www.darksky.org>), che hanno

C'è vita di notte		Specie stimate	Specie notturne
Vertebrati		n°	%
Mammiferi		5.488	63,8
	Primati (con <i>H. sapiens</i>)	432	31,0
	Chiroterti	1.100	100,0
Uccelli		9.990	19,6
Rettili		8.969	16,6
Anfibi		6.433	93,3
Pesci		30.700	14,1
Totale		61.580	28,0
Invertebrati			
Insetti		950.000	49,4
	Lepidotteri	180.000	77,8
	Coleotteri	500.000	60,0
Crostacei		40.000	50,0
Aracnidi		98.000	5,0
Molluschi		81.000	?
Coralli		2.175	?
altri		61.209	?
Totale		1.232.384	64,4

Tabella 14 - C'è vita di notte - Fonte Hölker et al. 2010. TREE

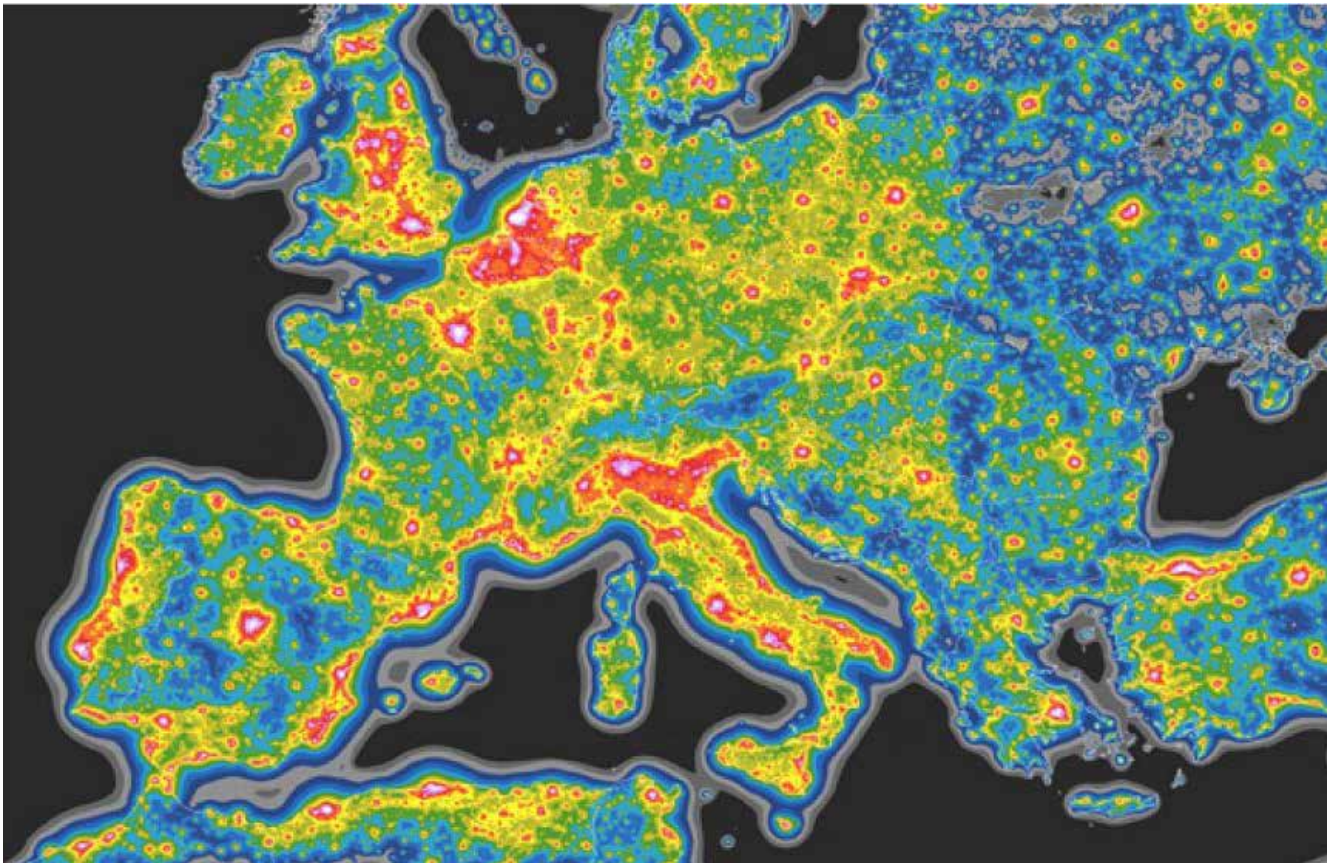


Figura 24 - Inquinamento notturno in Europa. L'Italia è il paese, tra i 20 più industrializzati, con il più alto tasso di inquinamento luminoso - Fonte "New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness"

definito linee guida per la promozione e conservazione della qualità del cielo notturno. Seguendole i territori sono certificati come **international dark sky places** a seconda della qualità del loro adeguamento e promossi a livello mondiale attraverso i canali mediatici dell'associazione.

Per quantificare l'impatto dell'inquinamento luminoso e la qualità del cielo notturno è necessario misurarli sul campo. La luminosità di un cielo notturno naturale è data dalla risultante delle radiazioni luminose emesse dalle sorgenti di luce naturale (illuminazione di fondo dovuta a stelle, luna e luce zodiacale), mentre l'inquinamento luminoso è la componente della luce artificiale diffusa in atmosfera che schiarisce la notte e indicata con il termine inglese **sky glow**. Le quantità di luce in gioco sono molto piccole, tanto che la quantità di luce diffusa presente nel cielo di una città molto inquinata è difficilmente rilevabile dagli strumenti, anche professionali, che vengono normalmente utilizzati per testare gli impianti di illuminazione.

L'inquinamento luminoso può essere misurato dal cielo utilizzando i satelliti e, più recentemente, anche i droni, utilizzando modelli per stimare l'intensità e la composizione spettrale regionale e mondiale di ALAN e da terra con dispositivi di costo relativamente basso adattati o sviluppati per misurare l'intensità e/o lo spettro del bagliore del cielo. Due strumenti comunemente usati dalla comunità scientifica sono le fotocamere digitali reflex che forniscono una mappatura della calotta celeste in RGB e i sensori pancromatici che forniscono la brillantezza cumulata del cielo notturno. Dopo due anni di studi e monitoraggi

condotti da IBE-CNR (Istituto di BioEconomia) con pubblicazione sul Bollettino CSC-CAI:

- Masetti L., Meneguzzo F., 2022 - *Il cielo naturale notturno* - Aprile 2022 - pp 123-129

dove uno dei luoghi testati si trovava nei dintorni del Rifugio Battisti in Appennino settentrionale, si è esteso il test presso altri 6 Rifugi della rete dei 'Rifugi Sentinella'. Altri risultati si possono leggere per il Rifugio Cervati in un altro articolo pubblicato sempre sul Bollettino CSC-CAI:

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 39-57



Figura 25 - Strumento SQM matricola 5689 del CNR installato presso il Rifugio Chiarella - ph I. Cabona

Rifugio	Quota SQM	Data installazione	Letture Valori (senza luna e cielo sereno) (mpsas)	Descrizione indicativa	Posizione (scala lineare fittizia) %	Luminosità (Brillanza) rispetto a Buio 22 = 100 %	Luce extra (Inquinamento) %	
Rifugio Gastaldi	2659 m	30/08/2025	21,40	Cielo molto buio	91,4	174	+74	
Rifugio Chiarella	2979 m	30/06/2024	21,58	Cielo molto buio	94,0	147	+47	
Rifugio Telegrafo	2147 m	10/08/2024	20,92	Buon cielo rurale	84,6	270	+170	
Rifugio Gilberti	1992 m	13/07/2024	21,47	Cielo molto buio	92,4	163	+63	
Rifugio Cervati	1597 m	15/06/2024	21,22	Cielo molto buio	88,9	205	+105	
Rifugio Citelli	1760 m	riposizionato	(valori non ancora disponibili)					
Rifugio Battisti	1761 m	30/08/2021	21,36	Cielo molto buio	90,9	180	+80	

Tabella 15 - In tabella vengono riportate le caratteristiche del luogo, la data di installazione dell'attrezzatura, sapendo che la stessa rimane in attività circa un anno (con un cambio di batteria, momento in cui si scaricano anche i dati), vengono riportati anche i valori misurati (di solito il valore medio tra le varie letture effettuate ai cambi di batteria). A prima vista, la qualità del cielo notturno misurata sembra migliore di quello che è nella realtà, se consideriamo erroneamente i valori come se fossero su una scala lineare. Tuttavia, dobbiamo subito ricrederci perchè i dati **mpsas** sono in scala logaritmica e mostrano, purtroppo, come l'inquinamento luminoso sia diffuso anche in alta montagna. Un esempio interessante e facile da capire è il Rifugio Cervati dove il valore di 21,22 mpsas (è quasi al 89% dal buio naturale su scala lineare) indica esattamente il doppio (205%) di luminosità di un luogo con buio naturale e con luce extra (inquinamento luminoso) pari al + 105%. Un altro caso interessante è il Rifugio Telegrafo che pur essendo a 2147 m (cioè ben 2082 m più alto del Lago di Garda) è abbagliato dalla illuminazione artificiale del lago stesso e dal riverbero che arriva dalla vicina Pianura Padana. Quindi in un luogo incantevole come la vetta del Monte Baldo, si ha una luminosità del 270% in più di un luogo di buio naturale con un inquinamento luminoso molto elevato (+170%).

NOTA: La misura della luminosità in **mpsas** (magnitudini per arcosecondo quadrato, spesso abbreviato come mag/arcsec² o MPSAS) è lo standard utilizzato in astronomia e per monitorare l'inquinamento luminoso al fine di quantificare la **brillanza (luminosità)** del cielo notturno. I punti chiave su questa unità di misura:

- Indica quanta luce viene emessa, diffusa o riflessa da un'area di cielo di un secondo d'arco quadrato.
- I risultati della lettura sono espressi in scala logaritmica inversa: a differenza delle misure di luce comuni, valori più alti di mpsas indicano un cielo più buio: un valore basso (es. 16-18 mpsas) indica un cielo molto inquinato (città); un valore alto (es. 21-22 mpsas) indica un cielo molto buio e incontaminato.
- Una interpretazione approssimativa può essere: <18 mag/arcsec² = cielo urbano estremamente inquinato, 18-19 mag/arcsec² = cielo suburbano, 19-20 mag/arcsec² = cielo rurale, 20-21 mag/arcsec² = cielo rurale/buio, >21 mag/arcsec² = cielo eccellente.

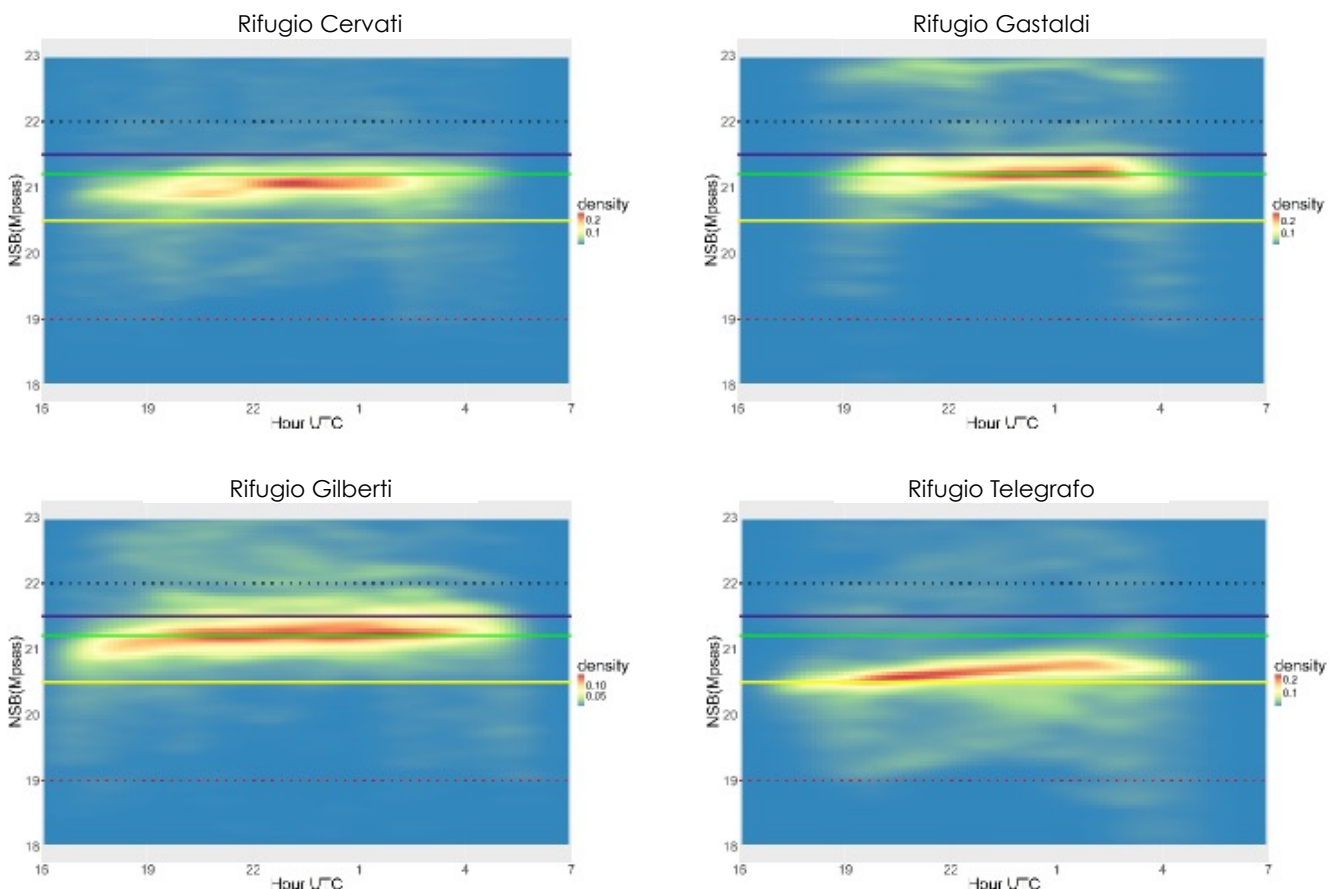


Figura 26 - Alcuni diagrammi jelly fish di quattro stazioni presentate in tabella, in giorni senza luna, che illustrano il risultato di lettura - Fonte IBE-CNR Luciano Masetti

Conclusioni

Sono trascorsi i primi sei anni di questo grande progetto che sta destando interesse non solo nel nostro Paese ma anche in quelli a noi vicini.

La costruzione di una rete altomontana per un costante aggiornamento sullo stato del clima e dell'ambiente delle nostre montagne non è una ripetizione di qualcosa di già esistente perché le reti pre-esistenti non rappresentavano le dorsali montuose d'Italia nella sua interezza (dalle Alpi alla Sicilia).

La si è costituita utilizzando i quattro Osservatori CNR, di cui l'Osservatorio CNR "O. Vittori" di Monte Cimone è il solo rappresentante italiano della rete mondiale WMO, insieme a venticinque rifugi CAI, tutti già esistenti e localizzati nei punti di interesse. Tutto ciò ci ha permesso di costruire senza occupare nuovo spazio e senza cementare nulla.

In questo periodo si sono anche avviate le strategie necessarie per aiutare i Rifugi CAI a essere sempre più luogo di diffusione della cultura scientifica per sviluppare la consapevolezza di come l'uomo e i cambiamenti climatici influenzino le montagne.

Siamo riusciti ad avviare in molti rifugi/osservatori (14) anche buona parte degli studi e osservazioni scientifiche sull'ambiente grazie al lavoro e all'entusiasmo di molti Soci CAI (tra i quali anche molti ricercatori CNR, professori e tecnici universitari).

In questo periodo sono stati redatti un numero importante di articoli scientifici (22) inerenti questo progetto, tutti pubblicati sul Bollettino CSC-CAI e alcuni anche su riviste specializzate e ora anche corredati di codice DOI.

Si è informato e documentato, attraverso la loro federazione, tutti i Parchi in cui risiedono i rifugi/osservatori. Si sono regolarizzati molti accordi e altri sono in regolarizzazione con le università interessate al nostro progetto.

Anche da parte CNR vi sarà sicuramente un nuovo e grande apporto e diffusione con la costituzione, al loro interno, del Gruppo di Lavoro sulle Montagne del Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente.

Questo è un grande progetto per oggi e per il futuro, dove molte nuove generazioni di soci CAI e di ricercatori del CNR potranno portare avanti quanto iniziato in questi primi sei anni.

Ringraziamenti

Hanno partecipato all'organizzazione, alla divulgazione e al funzionamento del progetto le seguenti persone:

- **CNR:** Angela Marinoni, Paolo Bonasoni, Guido Nigrelli, Luigi Mazari, Silvio Davolio, Stefania Gilardoni, Tony Christian Landi, Erica Matta, Francesco Petracchini, Renato Colucci, Alessandro Bracci, Mariantonia Bencardino, Francesco Meneguzzo, Luciano Massetti.
- **CAI SOROA:** Marcello Borrone, Massimo Lozzi, Francesco Abbruscato, Marco Avalis, Benedetta Bolognesi, Angelo Testa, Ivan Simonini e Massimo Caratelli.
- **CAI CSC:** Giovanni Margheritini, Giuliano Cervi, Luca Frezzini, Piero Carlesi, Luca Pelliccioli, Luigi Iozzoli, Giovanna Barbieri, Claudio Biondi, Edoardo Pinotti, Gioia Bossi, Gaetano Falcone, Benedetta Orsini, Alfredo Nicastri, Ivan Borroni, Franco Finelli, Marco Cabbai, Giuseppe Borziello, Valentina Olivieri, Antonino Gullotta.
- **CAI SCUOLA:** Giacomo Benedetti, Filippo Di Donato.

Tutte queste Sezioni CAI con le loro persone hanno reso possibile la formazione, l'organizzazione e la realizzazione di tutto il lavoro di *Citizen Science* (studi, monitoraggi e osservazioni) nei vari territori:

Sezione di Torino (Rifugi Quintino Sella, Gastaldi)

- Francesca Gava
- Sabrina Freddi
- Guido Nigrelli
- Luca Caviglia

Sezione UGET Torino (Rifugi Quintino Sella, Gastaldi)

- Fabio Di Gioia

Sezione UGET Torre Pellice (Rifugio Gastaldi)

- Debora Barolin
- Guido Teppa

Sezione di Volpiano (Rifugio Gastaldi)

- Dino Genovese

Sezione di Chivasso (Rifugio Pagari)

- Enrico Ferrero Varsino

Sezione di Pinerolo (Rifugio Gastaldi)

- Vanessa Bianchi

Sezione di Bordighera (Rifugio Pagari)

- Toja Margi

Sezione di Chiavari (Rifugio Chiarella)

- Arianna Prati
- Lorenzo Cabona
- Ivano Cabona
- Rino Valle

Sezione di Busto Arsizio (Rifugio Maria Luisa)

- Paolo Tagliabue
- Mario Lualdi
- Luigi Spaltini
- Laura Gallazzi
- Giovanni Bertuzzi
- Giovanni Colombo
- Emanuele Bossi
- Dorian Targa
- Salvatore Medau

Sezione di Bergamo (Rifugio Curò)

- Carolina Paglia
- Valter Airoidi
- Danilo Donadoni
- Emanuele Pezzotta
- Giuseppe Belotti
- Michele Leidi

Sezione di Brughiero (Rifugio Curò)

- Domenico Resmini

Sezione di Brescia (Rifugio Curò)

- Nicola Farella
- Luca Bonfà

Sezione di Bozzolo (Rifugi Curò e Telegrafo)

- Simona Natali

Sezione di Mantova (Rifugio Telegrafo)

- Renato Gandolfi
- Davide Cafarra
- Luca Pierotti

Sezione di Verona (Rifugio Telegrafo)

- Alessandro Tenca (gestore Rifugio)

Sezione di Domegge nel Cadore (Rifugio Città di Carpi)

- Gianfranco Valagussa
- Flora Fedon

Sezione di Udine (Rifugio Gilberti)

- Emanuele Rugo
- Silvia Rossi
- Livio De Marchi
- Daniele Scollleder

Sezione di Mestre (Rifugio Galassi)

- Giuseppe Borziello
- Silvio Zanatta (gestore rifugio)
- Elena Sartori
- Elena Patanè

Sezione di Piacenza (Rifugio Esperia - Area PC)

- Edoardo Pinotti
- Alessandro Daturi
- Michele Daturi

Sezione di Reggio Emilia (Rifugio Battisti)

- Stefano Ovi
- Miria Bellotti
- Paola Malavasi
- Giuseppe Torregiani
- Anna Pratisoli
- Angela Venturino

Sezione di Modena (Rifugio Esperia)

- Alessandro Boratto
- Giordano Cerè
- Gabriele Minelli
- Loretta Ferraguti

Sezione di Sassuolo (Rifugio Esperia)

- Giovanna Barbieri
- Antonio Gelati

Sezione di Lucca (Rifugio Rossi)

- Giulio Godi
- Simone Salotti (gestore rifugio)

Sezione Gualdo Tadino (Rifugio Monte Maggio)

- Franco Palazzoni

Sezione di Rieti (Rifugio Rinaldi)

- Francesco Battisti

Sezione di Roma (Rifugio Vincenzo Sebastiani)

- Eleonora Saggiaro (gestore Rifugio)

Sezione di Foggia (Rifugio Casonetto)

- Nadia Fabris

Sezione di Gioia del Colle (Rifugio Casonetto)

- Umberto Spinelli
- Vito Lamacchia

Sezione di Avellino (Rifugio Cervati)

- Francesca Bellucci

Sezione di Napoli (Rifugio Cervati)

- Ivan Ciano
- Luigi Iozzoli
- Pellegrino Palumbo

Sezione di Salerno (Rifugio Cervati)

- Giandomenico Amoroso
- Giuseppe Catania
- Emilio Di Biase
- Francesco Galizia
- Agnese Mastromarino
- Walter Pecoraro
- Nanette Maron
- Giuseppe D'Amico (gestore Rifugio)
- Giuliano Bonanomi
- Adriano Stinca
- Alfredo Nicastrì

Sottosezione di Montano Antilia (Rifugio Cervati)

- Gaia Isoldi
- Carlo Forziati (gestore Rifugio)

Sottosezione di Monte Bulgheria (Rifugio Cervati)

- Beatrice Bigu
- Diego Errico

Sezione di Catania (Rifugio Citelli)

- Valentina Oliveri
- Elisa Musumeci
- Carmelo Buculo
- Simone Fontana
- Fabrizio Meli

Sezione di Giarre (Rifugio Citelli)

- Giuseppe De Giorgio
- Antonino Gullotta

Sezione di Pedara (Rifugio Citelli)

- Rosalda Punturo

Bibliografia articoli pubblicati sul Bollettino CSC-CAI

- Barbieri G., 2021 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2021 - pp 23-29
- Smiraglia C., Fugazza D., Diolaiuti G., 2021 - *Continua inesorabile il regresso dei ghiacciai italiani e alpini. Le evidenze dei recenti catasti* - Aprile 2021 - pp 7-21
- Nigrelli G., Chiarle M., 2022 - *Temperature in aumento nell'ambiente periglaciale alpino. Evoluzione nel periodo 1990-2020* - Aprile 2022 - pp 45-51
- Gobbi M., Ambrosini R., Casarotto C., Diolaiuti G., Ficefola G.F., Lencioni V., Seppi R., Smiraglia C., Tampucci D., Valle B., Caccianiga M., 2022 - *Ghiacciai in estinzione e crisi della biodiversità* - Aprile 2022 - pp 53-65

- 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* - Aprile 2022 - pp 9-17
- Masetti L., Meneguzzo F., 2022 - *Il cielo naturale notturno* - Aprile 2022 - pp 123-129
- Barbieri G., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report secondo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 59-75
- Torroni A., Fabbri F., Barbieri G., 2022 - *Biodiversità in ambienti in quota - Analisi della comunità macrozoobentonica del laghetto del Giardino Esperia* - Ottobre 2022 - pp 111-137
- Barbieri G., Pinotti E., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 77-83
- Barbieri G., 2023 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report terzo anno del progetto* - Aprile 2023 - pp 45-61
- Smiraglia C., Mortara G., 2023 - *Cambiamenti climatici e cambiamenti degli itinerari in alta montagna. Un'introduzione al tema* - Ottobre 2023 - pp 11-27
- Bonanomi G., Allevato E., Amoroso G., Bellucci F., Nicastrì A., Idbella M. - 2024 - *Ricostruzione della storia della vegetazione di alta quota del Monte Cervati, del Gran Sasso e di Campi Imperatore mediante analisi pedoantropologica e del DNA antico - Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Aprile 2024 - pp 23-35
- Barolin D., Teppa G., 2024 - *La vegetazione del bacino glaciale della Bessanese - Contributo alla conoscenza della colonizzazione vegetale di un'area glaciale delle Alpi Graie - Rifugio Gastaldi* - Aprile 2024 - pp 37-47
- Barbieri G., Pinotti E., 2024 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatrici di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report secondo anno del progetto* - Aprile 2024 - pp 49-57
- Barbieri G., Marino E., 2024 - *Cambiamenti climatici e piante officinali. Il caso della coltivazione della salvia comune (Salvia officinalis) e della lavanda vera (Lavandula angustifolia)* - Aprile 2024 - pp 59-65
- Nigrelli G., Chiarle M., 2024 - *Il periodo climatologico normale 1991-2020 sulle Alpi - Un focus sull'ambiente in quota* - Aprile 2024 - pp 11-21
- Barbieri G., 2024 - *Linum capitatum subsp. serratum - Specie di interesse conservazionistico - Monitoraggio presso i Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Ottobre 2024 - pp21-29
- Matta E., Nigrelli G., 2024 - *Rilievi fenologici presso il Rifugio Gastaldi - Estate 2024* - Aprile 2025 - pp 27-33
- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F. - 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 39-57
- Bertolani R., Frigieri F., Guidetti R., 2025 - *I tardigradi della lettiera di faggio - Primi studi presso il Rifugio Esperia* - Aprile 2025 - pp 59-67
- Vanessa Bianchi, 2025 - *Variazione della vegetazione di pascolo nelle Alpi Marittime in un contesto di cambiamento climatico - Un monitoraggio ventennale (2003-2024)* - Ottobre 2025 - pp 45-55 - DOI: 10.82056/cai.2025.10.02
- Barbieri G., 2026 - *Monte Cimone - Sei anni di monitoraggi botanici nell'ambito del progetto Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Aprile 2026 - pp 37-47