

Alessandro Forti, Michel Jeanclaude Orsingher, Gilberto Volcan, Enrico Dorigatti, Piergiovanni Partel

## STUDIO E MONITORAGGIO DELLA MARMOTTA ALPINA, *MARMOTA MARMOTA*, NEL PARCO NATURALE PANEVEGGIO PALE DI SAN MARTINO: RISULTATI PRELIMINARI (RODENTIA: SCIURIDAE)

**Riassunto.** Dal 2019 l'Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino ha avviato un progetto di ricerca a medio termine sulla marmotta alpina, *Marmota marmota*. Gli obiettivi principali riguardano l'impiego e il confronto di differenti metodi di stima della consistenza di popolazione e lo studio, nel medio-lungo termine, dei principali fattori che possono influenzare la demografia di popolazione anche in relazione ai cambiamenti climatici. Ogni anno è stato implementato un approccio di cattura-marcatura-ricattura (CMR) e raccolta di misure biomorfometriche, seguito da conteggi a distanza e da una sessione di fototrappolaggio (FT) svolta su sei nuclei familiari. La dimensione di popolazione è stata stimata ogni anno utilizzando lo stimatore Robust Design. È stata condotta un'analisi esplorativa dei dati morfometrici e sono stati indagati i ritmi di attività da dati di FT. In tre anni sono stati catturati 31 differenti individui in 163 eventi di cattura, il rapporto sessi è 1:1. Le stime di CMR hanno restituito per il 2019  $n=19$  con un  $CV=9\%$  ( $95\% CI = 18-27$ ), per il 2020  $n=15$  con un  $CV=10\%$  ( $95\% CI = 14-22$ ) e infine per il 2021  $n=24$  con un  $CV=8\%$  ( $95\% CI = 22-32$ ) marmotte presenti. La struttura di popolazione negli anni appare simile, ha un numero maggiore di adulti rispetto ai subadulti e piccoli assieme e infine mostra la sopravvivenza di tutti i subadulti. Difficoltà nelle stime e nella ricostruzione della piramide di popolazione derivano sia dalla dimensione della popolazione studiata (piccola) sia dalle condizioni ambientali durante il CMR. I ritmi di attività ricavati dall'analisi del FT indicano, per tutti e tre gli anni, un picco nelle ore centrali della mattina, in cui è più facile contattare la specie. Lo studio si propone inoltre di avanzare ipotesi e possibili ulteriori sviluppi di questa ricerca.

**Summary.** Study and monitoring of Alpine Marmot, *Marmota marmota*, in the Paneveggio Pale di San Martino Natural Park: preliminary results (Rodentia: Sciuridae).

Since 2019 the Paneveggio Pale di San Martino Natural Park has started a medium-term Research Project related to Alpine Marmot, *Marmota marmota*. The main objectives concern the use and comparison of different methods to estimate population size and the study, in the medium to long term, of the key factors that could influence population demography, also in relation to climate change. Each year a capture-mark-recapture (CMR) approach was implemented, followed by bio-morphometric measurements, observation sessions with spotting scope and a camera-trapping (CT) session, carried out on six marmot's family groups. Population size was estimated annually using the Robust Design estimator. An exploratory analysis on morphometric data was conducted and the patterns of activity rhythms from CT were investigated. In three years, we captured 31 different individuals on 163 capture events, the sex ratio was 1:1. CMR models estimated a population size of  $n = 19$  individuals with a  $CV=9\%$  ( $95\% CI = 18-27$ ),  $n = 15$  with a  $CV=10\%$  ( $14-22$ ) and  $n = 24$  with a  $CV=8\%$  ( $22-32$ ) in 2019, 2020 and 2021 respectively. The population pyramid over the years was similar, it had a greater number of adults than sub-adults and young ( $\leq 1$  years) combined and finally indicate the survival of all sub-adults. Challenges in reconstruction of the population pyramid derive from both the (small) population size and the environmental conditions during the CMR (snow cover). The activity rhythms obtained from the FT analysis indicate, for all three years, a peak in the central hours of the morning, in which it is easier to contact the species. The study also aims to put forward hypotheses and possible further developments of this research.

**Keywords:** abundance, capture-mark-recapture, camera trapping, closed-population models, population monitoring.

**Reference:** Forti A., Orsingher M.J., Volcan G., Dorigatti E., Partel P., 2025. Studio e monitoraggio della marmotta alpina, *Marmota marmota*, nel Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino: risultati preliminari (Rodentia: Sciuridae). In: Trabucco R., Spada A., Pereswiet-Soltan A. (eds.), Atti 9° Convegno Faunisti Veneti. *Bollettino del Museo di Storia Naturale di Venezia*, suppl. al vol. 75: 163-166.

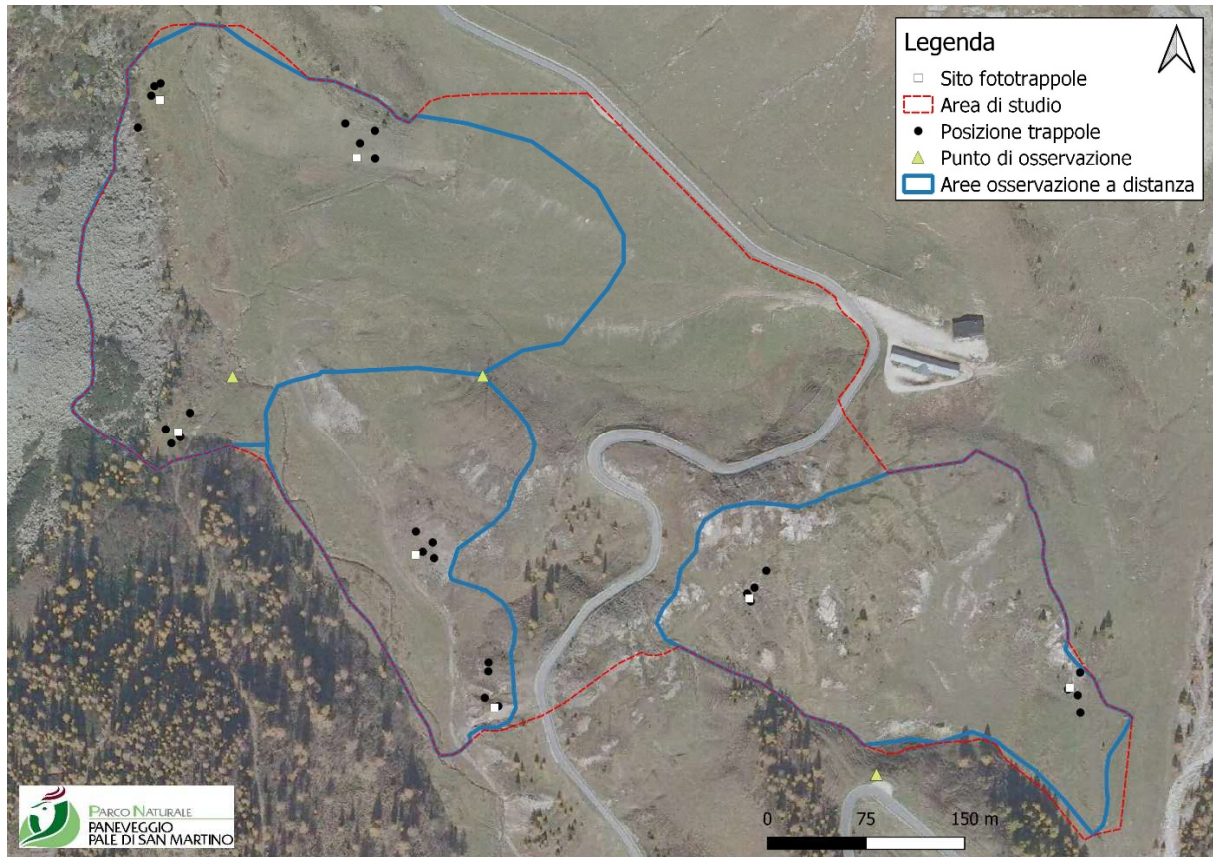
### INTRODUZIONE

Ottenere stime affidabili della consistenza di popolazione è una questione chiave nella gestione della fauna (FRYXELL et al., 2014). Una delle principali difficoltà nello stimare l'abbondanza della marmotta alpina è dovuta al suo comportamento semifossorio che può portare a problemi di "indisponibilità temporanea", con il rischio di sottostimarne l'abbondanza. Essendo un brucatore selettivo (BASSANO et al., 1996) la marmotta rappresenta una specie chiave degli ecosistemi alpini. Per questo motivo dal 2019 l'Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino ha avviato un progetto di Ricerca a medio-lungo termine denominato "Studio dei fattori che influenzano la demografia delle popolazioni di marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino". Lo studio, finalizzato alla sperimentazione e al confronto di diversi metodi di valutazione quantitativa di una popolazione campione

di marmotta e alla caratterizzazione dei parametri demografici, persegue diversi obiettivi, tra i quali: I) definire un sistema di monitoraggio efficace e speditivo; II) indagare la dinamica di popolazione; III) comprendere la risposta della specie ai cambiamenti ambientali e climatici. Nello specifico, il presente lavoro si è focalizzato sul primo obiettivo e ha gettato le basi per approfondire gli obiettivi II e III.

### MATERIALI E METODI

Lo studio è stato realizzato nei mesi di maggio e giugno dal 2019 al 2021. L'area di studio ricade entro i confini del Parco, si estende per 26 ha a una quota di circa 1.900 m s.l.m. e comprende sei famiglie (fig. 1). Ogni anno a maggio è stata condotta una fase iniziale di CMR tramite  $n=30$  trappole a vivo metalliche, modello Tomahawk's traps, posizionate nei pressi degli ingressi di tana (cf. CORLATTI et al., 2017, 2020)



**Fig. 1.** Carta dell'area di studio collocata presso Passo Rolle. Elementi del paesaggio non idonei alla marmotta, quali pareti rocciose, boschi e la strada statale, uniti alla conoscenza della distribuzione dei nuclei, garantiscono la chiusura geografica di popolazione.

Anno	Totale eventi cattura	Totale differenti animali individualmente marcati	$\hat{N}$	CI	CV (%)
2019	62	18	19	18 - 27	8.80
2020	33	15	15	14 - 22	9.80
2021	68	22	24	22 - 32	8.10

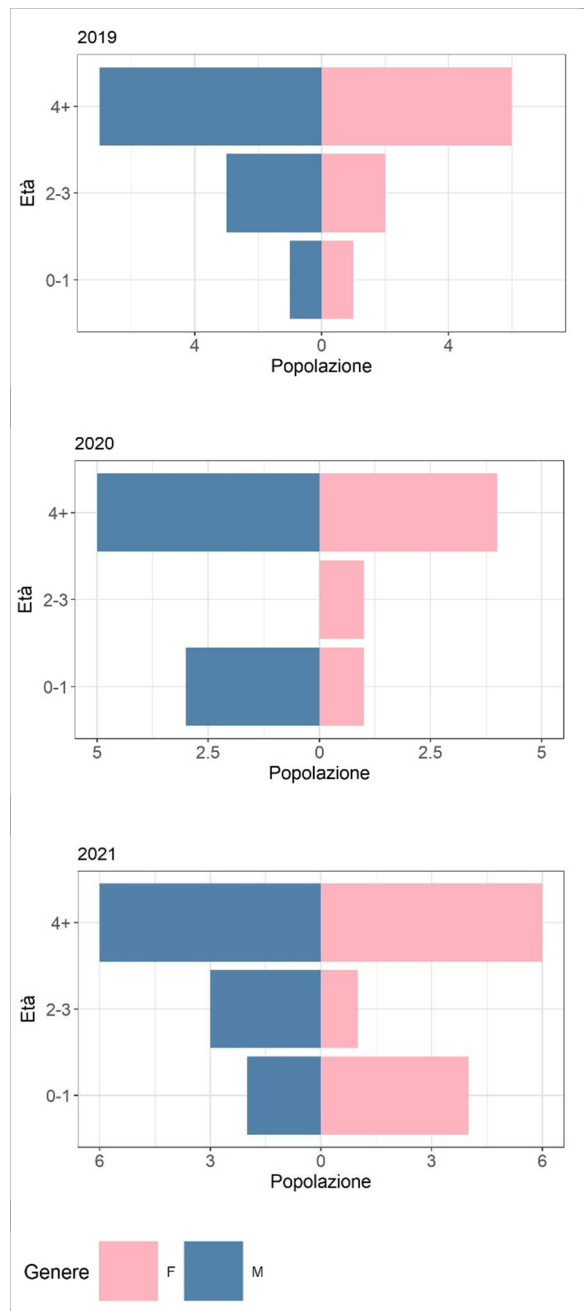
**Tab. 1.** Risultati ottenuti dai primi tre anni di indagine. Vengono riportati il numero totale di catture (prime catture + ricatture), il numero di differenti individui catturati, le stime di abbondanza ( $\hat{N}$ ), gli intervalli di confidenza al 95% (CI) e i coefficienti di variazione (CV (%)).

per sette giornate consecutive. Ogni soggetto catturato è stato reso individualmente riconoscibile tramite marche auricolari colorate e un microchip sottocutaneo. Per ogni individuo sono state costruite storie di cattura individuali (0/1) e raccolte misure biomorfometriche. La dimensione di popolazione è stata stimata tramite lo stimatore Lincoln-Petersen in un modello Robust Design (POLLOCK, 1982), utilizzando il pacchetto RMark (LAAKE, 2013), un'interfaccia del programma Mark (WHITE & BURNHAM, 1999), con 2 occasioni secondarie entro 3 occasioni primarie (una per anno). A giugno, dopo la fase di CMR, sono state posizionate sette fototrappole (n=5 ScoutGuard SG2060-X e n=2 Cuddeback C 123), una per sistema di tana, per sei giorni

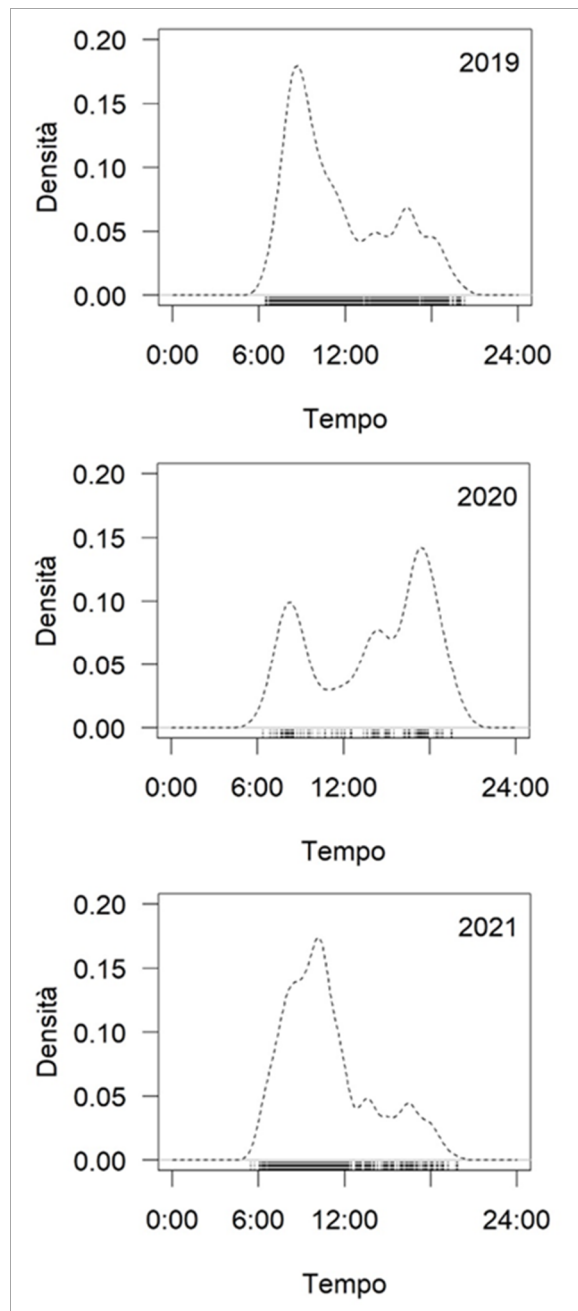
consecutivi e impostate in modalità foto senza ritardi nello scatto. Tramite i pacchetti lubridate (GROLEMUND & WICKHAM, 2011), chron (JAMES & HORNIK, 2020) e overlap (RIDOUT & LINKIE, 2009) sono stati analizzati i ritmi di attività. Tutte le analisi sono state condotte con R (R CORE TEAM, 2020) in RStudio (R STUDIO TEAM, 2020).

## RISULTATI

Nel triennio sono stati 163 gli eventi di cattura relativi a 31 differenti marmotte. Le stime di CMR risultano accurate (tab. 1) e hanno restituito per il 2019 n=19 con un CV=9% (95% CI = 18-27), per il 2020 n=15 con un CV=10% (95% CI = 14-22) e infine per il 2021 n=24 con un CV=8% (95% CI = 22-32) marmotte. La struttura di popolazione presenta un numero maggiore di adulti rispetto a piccoli e subadulti assieme (fig. 2). È stata registrata la sopravvivenza di tutti i subadulti. Nel 2020 è stato registrato un calo degli individui. Dal monitoraggio tramite FT, in totale si sono ottenute 3555 immagini di marmotta per il 2019, 408 per il 2020 e 5028 per il 2021. I ritmi di attività presentano due picchi giornalieri più evidenti nel 2020, rispetto al 2019 e 2021 in cui l'attività era maggiormente concentrata durante la mattina (fig. 3).



**Fig. 2.** Piramidi di popolazione dal 2019 al 2021. Gli individui sono stati divisi in 3 classi di età (0-1 giovane, 2-3 subadulto, 4+ adulto) e per genere.



**Fig. 3.** Ritmi di attività delle marmotte divise nei tre anni di indagine, senza distinzione di sesso, classe di età o individuo.

**DISCUSSIONE**

L'attività di CMR ha evidenziando una efficienza di cattura alta (catture multiple) ed una selettività bassa. Sono stati rispettati gli assunti dei modelli CMR per popolazioni chiuse (cf. WILLIAMS et al., 2002) e nonostante la dimensione di popolazione piccola, l'approccio utilizzato ha restituito stime accurate. Nel 2020 il numero di catture e ricatture è stato inferiore, come anche il numero di individui stimati; in parte questo può essere dovuto ad una maggiore mortalità invernale degli individui ma anche da un anticipo della stagione primaverile. Lo scioglimento anticipato della

copertura nevosa ha aumentato la disponibilità delle risorse trofiche, rendendo probabilmente le marmotte meno interessate all'attrattivo collocato in trappola e di conseguenza abbassato il tasso e l'efficienza di cattura (PAWLINA & PROULX, 1999). I ritmi di attività registrati dal FT, mostrano come la marmotta trascorra le ore centrali della giornata riposando (questo è più evidente in estate per sottrarsi alle temperature eccessive) ma presenti comunque un minimo di attività, spiegabile in quanto a) gli individui in questa stagione necessitano di difendere i territori e b) alcuni individui siano occupati in attività di looking burrow (FERRARI et al., 2022), ovvero fermi nei pressi

dell'ingresso della tana principale. I risultati ottenuti tramite l'impiego del FT, seppure incoraggianti per la stima della dimensione di popolazione (FORTI et al., 2022), dovrebbero essere interpretati con cautela a causa del posizionamento delle fototrappole nei pressi del sistema di tane.

In conclusione, nonostante le attività svolte abbiano ampliato le conoscenze sull'ecologia della marmotta nel Parco, i risultati ottenuti non hanno permesso di rispondere in maniera esaustiva a diversi quesiti. Questo ha permesso l'avvio di una seconda fase del Progetto, finalizzata a comprendere in maniera più approfondita come variazioni climatico-ambientali e di uso del pascolo possano influire sulla dinamica di popolazione.

#### BIBLIOGRAFIA

- BASSANO B., PERACINO V., MONTACCHINI F., 1996. Food habits of Alpine marmot (*Marmota marmota* L.). In: Le Berre M., Ramousse R., Le Guelte L. (eds.), Proceedings of the Second International Conference on Marmots. *International Marmot Network*, Moscow, Russia: 135-140.
- CORLATTI L., NELLI L., BERTOLINI M., ZIBORDI F., PEDROTTI L., 2017. A comparison of four methods to estimate population size of Alpine marmot (*Marmota marmota*). *Hystrix It. J. Mamm.*, 28(1): 61-67.
- CORLATTI L., SIVIERI S., SUDOLSKA B., GIACOMELLI S., PEDROTTI L., 2020. A field test of unconventional camera trap distance sampling to estimate abundance of marmot populations. *Wildl. Biol.*, 4: 1-11.
- FERRARI C., PASQUARETTA C., CAPRIO E., RANGHETTI L., BOGLIANI G., ROLANDO A., BERTOLINO S., BASSANO B., VON HARDENBERG A., 2022. Extrinsic and intrinsic factors affecting the activity budget of alpine marmots (*Marmota marmota*). *Mammal Research*, 67(3): 329-341.
- FORTI A., PARTEL P., ORSINGER M.J., VOLCAN G., DORIGATTI E., PEDROTTI L., CORLATTI L., 2022. A comparison of capture-mark-recapture and camera-based mark-resight to estimate abundance of Alpine marmot (*Marmota marmota*). *J. Vertebr. Biol.*, 71: 1-11.
- FRYXELL J.M., SINCLAIR A.R.E., CAUGHLEY G., 2014. Wildlife ecology, conservation and management. *Wiley-Blackwell*, Oxford, UK., 219 pp.
- GROLEMUND G., WICKHAM H., 2011. Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40(3): 1-25.
- JAMES D., HORNICK K., 2020. Chron: Chronological Objects which Can Handle Dates and Times. R package version 2.3-56. <https://CRAN.R-project.org/package=chron>
- LAAKE J.L., 2013. RMark: An R Interface for Analysis of Capture-Recapture Data with MARK. AFSC Processed Rep. 2013-01, 25 p. Alaska Fish. Sci. Cent., NOAA, Natl. Mar. Fish. Serv., 7600 Sand Point Way NE, Seattle WA 98115.
- PAWLINA I.M., PROULX G., 1999. Factors affecting trap efficiency: a review. In: Proulx G. (ed.), *Mammal trapping. Alpha Wildlife Research and Management Ltd*, Sherwood Park, USA: 95-115.
- POLLOCK K.H., 1982. A capture-recapture design robust to unequal probability of capture. *J. Wildl. Manage.*, 46(3): 752-757.
- R CORE TEAM, 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R foundation for statistical computing*, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- R STUDIO TEAM, 2020. RStudio: Integrated Development for R. *Rstudio Inc.*, Boston, USA. <http://www.rstudio.com/>
- RIDOUT M., LINKIE M., 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14: 322-337.
- WHITE G.C., BURNHAM K.P., 1999. Program MARK: Survival Estimation from Populations of Marked Individuals. *Bird Study*, 46: 120-139.
- WILLIAMS B.K., NICHOLS J.D., CONROY M.J., 2002. Analysis and Management of Animal Populations. *Academic Press*, New York, USA, 817 pp.

#### RINGRAZIAMENTI

Luca Corlatti, Luca Pedrotti, Filippo Zibordi e Bogna Sudolska (Parco Nazionale dello Stelvio); Maurizio Salvadori (assistente ambientale PNPPSM), Valentina Fontana e Silvia Sartore (tirocinanti PNPPSM), Vittorio Ducoli (Direttore del PNPPSM); Carlo A. Turra (PNPPSM); Marco Salvatori (Sezione di Zoologia dei Vertebrati - MUSE); Rudi Cassini e Giorgio Marchesini (Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute (MAPS) dell'Università degli Studi di Padova); Francesco Rigoni (tesista UNIPD); Emilio Dorigatti; il Comitato Organizzatore, il Comitato Scientifico e la Segreteria Organizzativa AsFaVe Associazione Faunisti Veneti APS.

#### INDIRIZZI DEGLI AUTORI

Alessandro Forti, Michel Jeanclaude Orsingher, Gilberto Volcan, Enrico Dorigatti, Piergiorgio Partel - Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino; [alessandro.forti90@libero.it](mailto:alessandro.forti90@libero.it), [veterinario.orsingher@gmail.com](mailto:veterinario.orsingher@gmail.com), [gilberto.volcan@parcopan.org](mailto:gilberto.volcan@parcopan.org), [enrico.dorigatti@parcopan.org](mailto:enrico.dorigatti@parcopan.org), [piergiorgio.partel@parcopan.org](mailto:piergiorgio.partel@parcopan.org)