

# Esperimento di telemetria satellitare per applicazioni in campo faunistico

di Luca Malesani - Parco Adamello Brenta - Strembo, Trento (Italia)

Floriano Zambelli - Gruppo Operativo Orso Trentino - Spormaggiore, Trento (Italia)

## Introduzione

Nel Parco Adamello-Brenta sopravvive l'ultimo nucleo di orso bruno delle Alpi (*Ursus arctos* L.), ormai ridotto a pochi esemplari e pertanto in serio pericolo di estinzione: dal 1989 infatti non si segnalano più nascite di piccoli e gli animali osservati mostrano di essere in uno stato di salute precario.

Per questo motivo già da diversi anni la Provincia Autonoma di Trento ed il Parco operano studi sull'orso ed attuano interventi a tutela della specie; il Parco ha inoltre istituito un Centro Ricerche sull'orso con sede a Spormaggiore, comune interessato dalla presenza ursina.

Dal 1976 è attivo il Gruppo Operativo Orso Trentino, che ha tra l'altro redatto, in collaborazione con l'Istituto di Biologia dell'Università di Monaco, un dettagliato progetto di recupero dell'orso, il cui obiettivo a lungo termine è il raggiungimento di una popolazione ursina stabile di 40-60 soggetti che interesserà non solo il Trentino ma anche le regioni limitrofe.

Per l'immediato è prevista l'immissione nell'area protetta di alcune unità della specie importate dai paesi balcanici (Slovenia e Croazia), che richiede un'intensa opera di monitoraggio per evidenti esigenze di sicurezza nei confronti della popolazione residente e delle ingenti masse di turisti che frequentano la zona nel corso della stagione estiva.

Nell'intento di facilitare il compito degli incaricati dello studio e della sorveglianza degli orsi liberati, si è ritenuto utile prendere in considerazione la prospettiva del monitoraggio satellitare, che potrebbe consentire il tempestivo intervento in caso di emergenza senza tuttavia richiedere, in situazioni di normalità, la presenza continuativa di personale sul territorio al fine di conoscere le esatte localizzazioni degli animali.

## Scopo della ricerca

La ricerca in campo faunistico si è spesso trovata nella necessità di affiancare il monitoraggio telemetrico alla raccolta di segni di presenza della fauna e alle osservazioni dirette.

Tale tecnica, estremamente utile al fine dell'acquisizione di informazioni altrimenti difficilmente rilevabili, presenta tuttavia una serie di inconvenienti.

In primo luogo infatti richiede la costante attivazione di una squadra di ricercatori incaricati della localizzazione degli animali con il sistema della triangolazione; in secondo luogo non consente un'archiviazione automatica delle informazioni; infine può richiedere da parte dei ricercatori spostamenti notturni, in condizioni meteorologiche sfavorevoli, su terreno morfologicamente accidentato o coperto da neve.

Recentemente sono state sviluppate metodologie che, mediante l'impiego di strumentazioni più sofisticate, consentono un'agevole acquisizione dei segnali inviati dal trasmettitore applicato agli animali oggetto di studio.

Tra tali tecniche si può annoverare la telemetria satellitare, che ha già trovato specifiche applicazioni nel campo della ricerca scientifica in genere; la CLS/Argos, con sedi in Francia e negli Stati Uniti, ha avviato un programma di messa in orbita di satelliti dedicati a fini scientifici.

Attualmente l'uso di tale metodologia riguarda la ricerca faunistica (radiocollari applicati a orsi polari, caribù, tartarughe marine, ecc.) e quella meteorologica (trasmettitori installati su piattaforme fisse o mobili nell'oceano).

La telemetria satellitare presenta innumerevoli vantaggi:

- elimina la necessità della presenza costante sul campo da parte dei ricercatori;
- consente l'archiviazione di numerose informazioni (localizzazione, movimento e temperatura corporea nel caso di animali; coordinate, condizioni atmosferiche, misurazione delle maree, temperatura dell'aria e dell'acqua nel caso di piattaforme marine);
- permette la ricezione in tempo pressoché reale da parte degli utenti di dati immediatamente interpretabili tramite il collegamento con un centro di calcolo, la cui sede europea si trova a Lannion in Francia.

Al fine di verificare l'effettiva applicabilità del monitoraggio satellitare sul territorio del Parco e di individuarne gli eventuali limiti, l'Ente Parco ha deciso di procedere ad una preliminare fase di testaggio del sistema mediante il noleggio per un periodo di due mesi di un trasmettitore portatile.

In questa prima fase di testing sono stati perseguiti i seguenti scopi:

- valutare se i margini di errore di localizzazione forniti dal sistema Argos rientrano in un campo di variabilità accettabile nell'ambito di programmi di ricerca in campo faunistico;
- verificare se e come la ricezione da parte dei satelliti del segnale emesso dal tra-

smittitore viene influenzata dall'orografia propria del territorio del Parco, estremamente movimentata e caratterizzata da elevata variabilità;

- verificare in che termini influisce la presenza in orbita, all'atto della attuale sperimentazione, di due soli satelliti attivi rispetto ai 14 previsti a completamento del programma di lancio elaborato dall'Argos;
- considerare ogni altra variabile che condizioni in qualsiasi modo il funzionamento della trasmissione e della ricezione dei dati;
- ipotizzare le possibili applicazioni del sistema nel caso dell'attuazione del progetto di rinsanguamento dell'orso bruno nel Parco Adamello-Brenta.

L'indagine in oggetto, a differenza della maggior parte degli esperimenti di telemetria satellitare effettuati dal 1982 ad oggi in diverse regioni del mondo e su molte specie animali, ha interessato un territorio orograficamente molto complesso ed articolato. Le valli strette e profonde, le alte montagne e la copertura forestale non permettono una facile localizzazione del trasmettitore da parte del satellite. Inoltre, in una superficie relativamente ridotta quale è quella del Parco sono accettabili solo piccoli margini di errore per non vanificare la significatività della localizzazione dell'animale oggetto di studio. Tali errori possono invece risultare trascurabili nei territori ampi e pianeggianti ai quali molti studi fanno riferimento (TOMKIEWICZ, 1988).

## **Il sistema Argos**

Argos Data Collection and Location System (DCLS) è una cooperativa internazionale cui aderiscono il Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) francese, il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e il National Aeronautics and Space Administration (NASA) statunitensi.

Scopo primario di ARGOS è la raccolta di dati sull'ambiente (meteorologici, idrologici, oceanografici ed ecologici). I dati vengono inviati a due satelliti da nu-

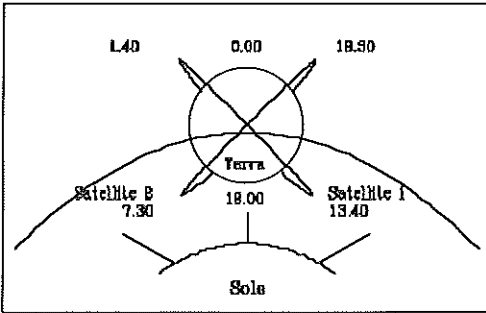


Figura 1 - Orbita dei satelliti rispetto alla terra.

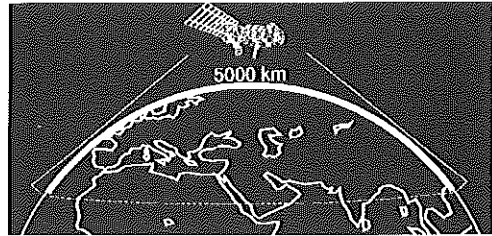


Figura 3 - Area di visibilità del satellite a terra (da Argos User Manual)

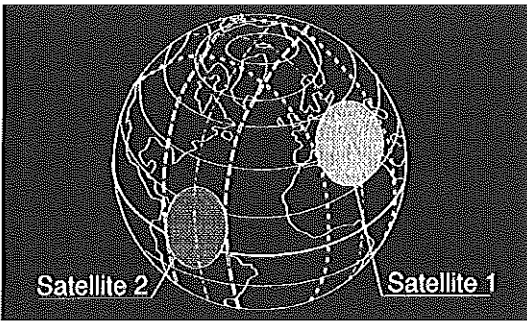


Figura 2 - Campo di copertura terrestre dei satelliti e traccia generata a terra (Argos User Manual)

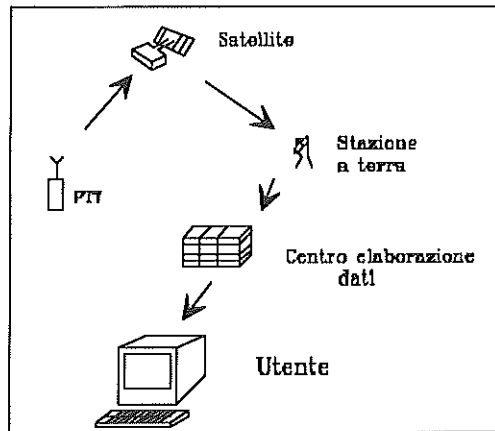


Figura 4 - Schema esemplificativo del sistema di telemetria satellitare

merose piattaforme poste nell'oceano, su ghiacciai o in altre localizzazioni, nonché da trasmettitori applicati ad animali.

I due satelliti attivi, che operano nell'orbita terrestre ad un'altezza di 850 km (figura 1), ricevono i segnali durante i 28 passaggi che effettuano ogni giorno intorno al nostro pianeta; successivamente ciascuna stazione orbitante «processa» a bordo i dati raccolti e li rinvia a terra in tempo reale ai centri di elaborazione, situati a Fairbanks in Alaska, a Wallops Island in Virginia e a Lannion in Francia (figura 2). Nell'ipotesi che le stazioni di terra non siano «visibili» il satellite registra i dati e li ritrasmette nel momento in cui le stazioni entrano nel suo campo d'azione.

È stato recentemente lanciato un terzo satellite, non ancora operativo durante

lo svolgimento della presente sperimentazione.

Ciascun satellite copre nel proprio passaggio i poli e vede simultaneamente tutte le piattaforme comprese in un diametro di 5000 km (figure 3 e 4).

La localizzazione del trasmettitore da parte del satellite avviene per effetto Doppler. Il trasmettitore è in grado di inviare una stringa di 16 messaggi in codice; le informazioni, trasmesse ogni 90 secondi ai satelliti, comprendono numero di identificazione del trasmettitore, latitudine e longitudine, qualità della localizzazione, data e ora di ricezione del messaggio, data e ora dell'ultima localizzazione significativa (tabella 1).

Al centro elaborazione dati di Lannion convergono tutte le informazioni raccolte dal satellite. È possibile per gli utenti ac-

## PROG. 01272

00176 44.558 10.237 1 272/1416Z 272/1209Z  
(4) 0.18855E+2 017 017 03

**01272** numero del programma  
**00176** numero della piattaforma/trasmittitore (PTT)  
**44.558** latitudine della piattaforma/trasmittitore  
**10.237** longitudine della piattaforma/trasmittitore  
**1** classe di localizzazione (indica la qualità della ricezione)  
**272/1416Z** data e ora del ricevimento del segnale da parte del satellite  
**272/1209Z** data e ora dell'ultima localizzazione significativa  
**(4)** indice di compressione (indica la ricezione di 4 segnali uguali)  
**0.18855E+2** valore del sensore 1 (in questo caso fornisce la temperatura)  
**017. 03** valore dei sensori 2, 3 e 4 (se attivati)

Tabella 1 - Formato della stringa di dati inviata dal trasmettitore

cedere ai dati attraverso un qualsiasi software di comunicazione via modem, oppure ricevere gli stessi su supporto cartaceo, floppy disk o nastro, o mediante connessione attraverso una rete dedicata.

La Argos ha predisposto un apposito software, denominato ELSA, dotato di una parte grafica che riproduce la superficie terrestre; mediante successivi livelli di ingrandimento, si può partire dall'immagine dei 5 continenti per arrivare a riprodurre sullo schermo, con la risoluzione massima, metà della superficie della provincia di Trento.

Inoltre ogni mappa può essere arricchita con l'inserimento di riferimenti topografici ed orografici di cui siano note le coordinate: paesi, cime, laghi, ecc.

Il software è dotato di una serie di

menu che consentono l'accesso a diverse funzioni, tra cui: il collegamento tramite la rete Transpac francese con il centro elaborazione dati di Lannion; l'acquisizione dell'ora precisa di passaggio dei satelliti; le coordinate geografiche del trasmettitore, visualizzate graficamente sul monitor con dei punti; inoltre altre modalità di comunicazione diretta via computer con i tecnici dell'Argos.

Estremamente utile risulta la possibilità di stabilire con estrema precisione l'ora di passaggio del satellite sopra un punto geografico stabilito e per quanto tempo il satellite stesso resta «visibile» da tale stazione: i calcoli vengono operati a partire dalle coordinate del punto desiderato.

Il periodo di visibilità del trasmettitore e dunque il numero di passaggi del satellite variano in base alla latitudine (tabella 2); per il territorio dell'area protetta si hanno perciò quotidianamente 20-24 possibili intercettazioni.

La successiva tabella 3 prende in considerazione come punto di riferimento il paese di Spormaggiore e mostra le previsioni dei passaggi di uno dei due satelliti nell'arco di due giorni. Nella prima colonna è riportata la data, nella seconda l'ora di passaggio del satellite e nella terza il tempo in cui è visibile il trasmettitore al satellite.

### Esperienza maturata

Le operazioni di verifica del funzionamento del trasmettitore si sono concretiz-

latitudine trasmettitori	periodo di visibilità nelle 24 ore	N. minimo di passaggi nelle 24 ore	N. medio di passaggi nelle 24 ore	N. massimo di passaggi nelle 24 ore
0°	80'	6	7	8
15°	88'	8	8	9
30°	100'	8	9	12
45°	128'	10	11	12
55°	170'	16	16	18
65°	246'	21	22	23
75°	322'	28	28	28
90°	384'	28	28	28

Tabella 2 - Periodo di visibilità dei trasmettitori

data	ora di passaggio	durata passaggio
29-10-1993	03 29' 27"	10' 00"
29-10-1993	05 09' 09"	13' 06"
29-10-1993	06 51' 03"	08' 48"
29-10-1993	13 22' 33"	04' 36"
29-10-1993	14 57' 52"	12' 24"
29-10-1993	16 38' 40"	12' 12"
30-10-1993	03 17' 40"	08' 54"
30-10-1993	04 56' 58"	13' 06"
30-10-1993	06 38' 34"	09' 48"
30-10-1993	14 45' 58"	12' 00"
30-10-1993	16 26' 10"	12' 36"

Tabella 3 - Previsioni dei passaggi di un satellite sopra Spormaggiore (Trento)

zate nella realizzazione di percorsi campione esemplificativi degli spostamenti sul territorio di un animale selvatico.

La base operativa della ricerca è stata fissata presso l'antico edificio di Corte Franca a Spormaggiore (Trento), che ospita il museo dell'orso bruno ed è sede del Gruppo Operativo Orso Trentino, costituito da volontari che da circa un decennio compiono studi e raccolgono dati sullo status della popolazione ursina del Parco.

Allo scopo di prendere in considerazione ambienti propri dell'habitat dell'orso ci si è avvalsi della collaborazione del Gruppo Operativo, la cui attività include il periodico svolgimento di percorsi campione (transects) lungo i quali vengono rilevati tutti gli indici di presenza dell'orso: tracce, escrementi, resti di pasto, zone di ricovero invernale; di conseguenza si è ritenuto significativo adottare i medesimi itinerari nello svolgimento dell'indagine in oggetto, in modo da muovere il trasmettitore all'interno di zone sicuramente rappresentative dell'habitat dell'orso.

È stata approntata una metodologia unitaria, così da garantire la raccolta di informazioni omogenee e facilmente interpretabili; in particolare gli operatori sono stati incaricati di rilevare con precisione il percorso seguito, il periodo di attivazione del trasmettitore, l'ora esatta ed il punto in cui si trovavano al momento del passaggio del satellite sopra la zona, le caratteristiche orografiche e

vegetazionali dell'ambiente circostante, le condizioni meteorologiche.

Al fine dell'acquisizione degli orari di passaggio dei satelliti nel corso delle giornate di uscita sul campo, è stato preso come riferimento il paese di Spormaggiore le cui coordinate sono state immesse in computer.

Nel corso dei due mesi di durata della sperimentazione il trasmettitore è stato attivato durante 39 giornate per un intervallo di tempo variabile dalle 2 alle 24 ore consecutive; in diverse occasioni è stato spostato lungo i predetti percorsi campione, in altri casi è stato mantenuto operativo in postazioni fisse al fine di verificare con maggiore precisione l'entità dell'errore di localizzazione fornito dal sistema Argos.

Un primo parametro influenzante la determinazione corretta delle coordinate del punto in cui si trova il trasmettitore si è rivelato essere l'altitudine; infatti il calcolo di latitudine e longitudine viene operato tenendo conto del valore della quota alla quale teoricamente si trova il trasmettitore, dato che viene fornito dall'operatore tramite inserimento in computer. Maggiore è lo scarto tra il valore impostato e quello reale, maggiore è la distanza tra la localizzazione ed il punto effettivo dal quale il trasmettitore ha inviato il messaggio al satellite (figura 5).

Nel caso della presente ricerca il valore della altitudine è stato impostato con precisione solo in un numero ridotto di casi, al fine di scindere la componente di errore imputabile al sistema Argos da quella determinata da variabili esterne al

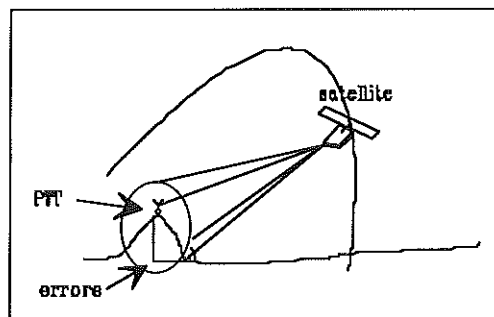


Figura 5 - Errore di localizzazione da inesatta impostazione della quota

sistema stesso (tra le quali per l'appunto l'altitudine).

In generale si è preferito inserire dello stesso un valore approssimato, malgrado fosse teoricamente possibile sapere gli spostamenti precisi degli operatori: infatti, dal momento che si vuole ricostruire una situazione il più possibile simile alla realtà, non si può pretendere di conoscere a priori e con esattezza la quota alla quale l'animale oggetto di monitoraggio radiotelemetrico si trova al momento della localizzazione; pertanto appare più sensato impostare l'altitudine su di un valore medio presunto che si riferisca alle abitudini stagionali di utilizzo dello spazio da parte dell'animale, eventualmente operando degli aggiustamenti qualora si abbia modo di verificare uno scostamento sensibile dal valore prefissato.

Nell'ambito di ricerche di monitoraggio satellitare condotte in altri paesi si è osservato come tale parametro venisse ad essere praticamente ininfluenza, in quanto gli animali oggetto di studio occupavano un habitat pianeggiante (FANCY, 1988); non è tuttavia il caso dell'orso bruno trentino che vive all'interno di un complesso montuoso dalla morfologia estremamente complessa e che, nel corso delle diverse stagioni, può interessare una fascia altitudinale che va dai fondovalle (500 m s.l.m.) ai 2000 m.

Dall'osservazione della tabella 3 si evince come, nell'arco della giornata e alle nostre latitudini, si alternino due periodi nei quali i passaggi del satellite avvengono con una certa regolarità ogni 100 minuti circa ad altri due in cui si ha una interruzione dei rilevamenti. Poiché tuttavia i due satelliti attivati transitano sopra una certa zona con uno sfasamento tra loro pari a circa 6 ore si viene ad avere una copertura su tutte le 24 ore. Già entro pochi mesi, con l'entrata in funzione del terzo satellite e con la messa in orbita di altri tre entro il 1996, si otterrà una maggiore frequenza dei passaggi e dunque una maggior probabilità di raccogliere dati dalle piattaforme a terra, con evidente miglioramento nel tempo dell'attività di monitoraggio.

Il trasmettitore noleggiato è risultato

attivato prevalentemente durante le ore diurne, in quanto i percorsi campione sono stati eseguiti con luce solare al fine di permettere la raccolta dei segni di presenza ursina; tuttavia in alcune occasioni l'apparecchio è stato posizionato in zone aperte o sopra edifici ed è stato mantenuto acceso anche durante la notte, così da verificare l'esistenza di eventuali differenze nel grado di ricezione dei messaggi nel corso della giornata.

Il trasmettitore inoltre ha funzionato in condizioni meteorologiche estremamente variabili, dunque anche in caso di pioggia, nebbia o nuvolosità intensa; in concomitanza con i passaggi dei satelliti, il trasmettitore si è venuto a trovare in località poste ora in fondovalle, ora su versanti montuosi o su cime, sotto copertura forestale o in zona aperta.

Dalla tabella 4 si può immediatamente operare un confronto tra il numero di localizzazioni atteso e quello dei messaggi significativi effettivamente rinviati a terra dai satelliti; infatti non tutti i messaggi hanno dato luogo a localizzazioni effettive o significative, come indicato nella 6° e 7° colonna della tabella.

## Risultati

La ricerca ha consentito di pervenire ad alcune indicazioni significative ai fini applicativi del sistema Argos in campo faunistico.

Dall'analisi della tabella 4 si può in primo luogo verificare come, a fronte di una percentuale piuttosto elevata di messaggi captati dal satellite rispetto al numero atteso di localizzazioni, pari al 58% del totale, solamente il 10% di tali segnali è risultato interpretabile come localizzazione significativa: ciò indica l'esistenza di variabili in grado di disturbare la corretta ricezione da parte del satellite.

Tali risultati sono da imputarsi in primo luogo alla morfologia del territorio, dal momento che spesso il posizionamento all'interno di valli ha determinato fenomeni di riflessione del segnale: come illustrato in precedenza la localiz-

data	durata attivazione PTT (ore)	numero messaggi attesi	localizzazioni significative	localizzazioni non significative	messaggi non associati a localizzazione	sommatoria messaggi
05-09-93	10 00'	6	1	1	2	4
12-09-93	5 00'	3	0	0	3	3
14-09-93	5 30'	3	0	0	0	0
15-09-93	8 00'	4	0	0	2	2
16-09-93	8 00'	4	1	0	1	2
18-09-93	8 00'	9	3	2	1	6
19-09-93	5 00'	3	0	0	0	0
20-09-93	8 00'	4	1	0	2	3
21-09-93	8 00'	5	1	2	1	4
22-09-93	8 30'	5	2	0	2	4
23-09-93	4 00'	2	1	0	1	2
25-09-93	6 40'	4	0	0	1	1
27-09-93	5 40'	3	0	0	1	1
29-09-93	2 30'	2	1	1	0	2
30-09-93	8 00'	5	1	0	3	4
01-10-93	11 00'	6	0	0	1	1
02-10-93	13 00'	7	0	1	2	3
03-10-93	7 00'	4	0	2	1	3
05-10-93	5 00'	3	0	1	2	3
06-10-93	4 00'	2	1	0	0	1
08-10-93	4 00'	2	0	0	0	0
09-10-93	5 40'	4	0	0	2	2
10-10-93	8 00'	7	0	3	2	5
11-10-93	2 30'	2	0	0	0	0
12-10-93	2 00'	2	0	1	1	2
14-10-93	5 30'	3	0	0	0	0
16-10-93	5 00'	3	0	1	1	2
17-10-93	8 00'	5	0	0	1	1
18-10-93	9 30'	5	0	3	1	4
19-10-93	4 00'	3	0	0	1	1
21-10-93	11 30'	6	1	2	1	4
22-10-93	24 00'	11	0	2	3	5
23-10-93	24 00'	12	1	2	3	6
24-10-93	19 00'	8	0	0	3	3
26-10-93	4 00'	4	0	2	2	4
27-10-93	3 30'	2	0	0	1	1
28-10-93	2 00'	2	0	0	2	2
30-10-93	16 30'	7	2	0	3	5
31-10-93	12 00'	7	1	2	3	6
totale	313 30'	179	18	28	56	102
%		100	10,05	15,64	31,28	56,98

Tabella 4 - Quadro riassuntivo dei messaggi captati dal satellite

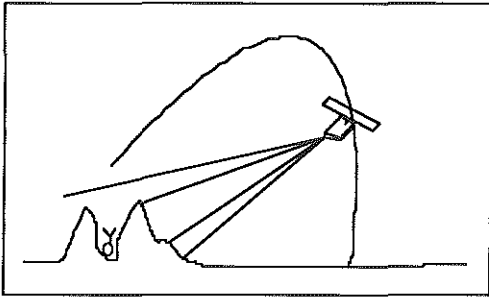


Figura 6 - Mancata localizzazione del trasmettitore dovuta all'orografia del terreno.

zazione può avvenire solo se il satellite «vede» il trasmettitore (figura 6).

Inoltre hanno avuto un ruolo determinante le avverse condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato i due mesi di sperimentazione: infatti fenomeni quali la nebbia e le perturbazioni atmosferiche incidono negativamente sulla trasmissione delle onde radio, anche se nel nostro caso si ha un contenimento di tali alterazioni dal momento che il segnale inviato dal trasmettitore UHF è strettamente direzionale.

Una ulteriore forma di disturbo è data dalla contemporanea presenza nell'atmosfera di numerose fonti di emissione radio che possono causare interferenze; inoltre nel corso delle ore diurne le onde radio sono maggiormente interessate dal fenomeno della ionizzazione solare, ragione per cui la maggiore propagazione delle stesse si verifica nelle ore notturne.

In alcuni casi i messaggi ricevuti dai satelliti non sono stati in numero sufficiente a dare luogo ad una localizzazione, in altri casi le origini di segnali successivi si sono discostate talmente tra di loro nel breve periodo di trasmissione da non ricondurre ad un unico punto.

Secondo aspetto considerato è stato la valutazione dell'errore di localizzazione, ossia la discrepanza osservabile tra la localizzazione presunta indicata dal satellite e quella reale rilevata in cartografia.

L'errore medio, come si ricava dalla tabella 5, è di 1105 m con valori estremi di 40 e 3300 m; le segnalazioni più precise si sono avute quando il trasmettitore si è trovato ad una altitudine simile a quella impostata in computer, pertanto tale va-

N. data	zona	errore (metri)	errore latitud.	errore longitud.
1 05-09-93	Rif. Casinei	2430	0' 10"	1' 52"
2 16-09-93	Molveno	3300	0' 12"	2' 32"
3 18-09-93	Molveno	1770	0' 25"	1' 14"
4	Molveno	1200	0' 21"	0' 49"
5	Molveno	2850	0' 45"	1' 57"
6 20-09-93	Pergine	1450	0' 03"	0' 59"
7 21-09-93	Termoncello	420	0' 04"	0' 19"
8 22-09-93	Val di Mezzol	240	0' 08"	0' 52"
9	Val di Mezzol	40	0' 01"	0' 00"
10 23-09-93	Val Meledrio	320	0' 10"	0' 02"
11 29-09-93	Spormaggiore	1370	0' 18"	0' 56"
12 30-09-93	Val Goslada	210	0' 07"	0' 00"
13 06-10-93	Cavedago	180	0' 03"	0' 08"
14 21-10-93	Spormaggiore	560	0' 12"	0' 16"
15 23-10-93	Trento	1150	0' 15"	0' 48"
16 30-10-93	Tione	325	0' 10"	0' 02"
17	Tione	825	0' 18"	0' 15"
18 31-10-93	Tione	250	0' 05"	0' 09"
MEDIA		1105	0' 07"	0' 21"

Tabella 5 - Quadro riassuntivo degli errori riscontrati per ogni localizzazione significativa

riabile non può essere trascurata.

In sede applicativa la scelta di impostare un valore medio della quota richiede quindi che venga frequentemente verificata sul campo la posizione effettiva del trasmettitore, operando periodicamente le opportune correzioni di altitudine; esiste infatti una correlazione positiva tra il dislivello altezza presunta-altezza reale e la precisione nelle localizzazioni.

## Conclusioni

La telemetria satellitare fornisce in campo faunistico risultati più che soddisfacenti se utilizzata con mere finalità di ricerca e se applicata in ambienti caratterizzati da ampi spazi, privi di ostacoli morfologici e di dislivelli significativi.

Infatti in situazioni di questo tipo l'entità dell'errore fornito dal sistema appare accettabile ai fini dello studio comportamentale delle popolazioni animali, inoltre la mole di dati raccolti risulta sufficientemente elevata.



L'impiego dei satelliti e la possibilità di ricevere i risultati direttamente su computer permettono ai ricercatori di godere di innumerevoli vantaggi operativi e di acquisire una serie di informazioni ecologiche ed etologiche cui i metodi della telemetria classica non danno accesso: si possono citare a titolo esemplificativo i dati relativi al tipo di attività svolta dagli animali e al grado di movimento nell'arco delle diverse ore della giornata.

La metodologia descritta appare proponibile solo nel caso di specie dalle dimensioni piuttosto grandi, abituate a compiere ampi spostamenti sul territorio; risulta svantaggiosa in zone orograficamente molto complesse, che non permettono una propagazione lineare del segnale, e per specie piccole caratterizzate da home-ranges di ridotta estensione.

Quando alle finalità di ricerca si affiancano quelle legate alla sicurezza, entrano in gioco diversi criteri di valutazione del sistema Argos.

In primo luogo l'errore di localizzazio-

ne diviene non più trascurabile e risulta indispensabile correggere di frequente e con buona approssimazione le informazioni relative all'altitudine alla quale si trovano gli animali, sulla base delle considerazioni illustrate in precedenza; in secondo luogo viene ad incidere - e in misura sensibilmente maggiore rispetto all'errore di localizzazione - la scarsa percentuale di segnali che il satellite riceve ed è in grado di interpretare quali localizzazioni significative. Infatti non si può correre il rischio di non conoscere per alcuni giorni di seguito la posizione di un animale in grado di avvicinarsi ai centri abitati con conseguenze facilmente immaginabili.

Tale problema sarà in parte superato quando anziché due soli satelliti attivi ve ne sarà in orbita un numero maggiore, così come previsto dal programma Argos; in questo caso, ferma restando la bassa percentuale di messaggi significativi, aumenterà il numero di passaggi/giorno dei satelliti e di conseguenza anche il numero totale di localizzazioni.

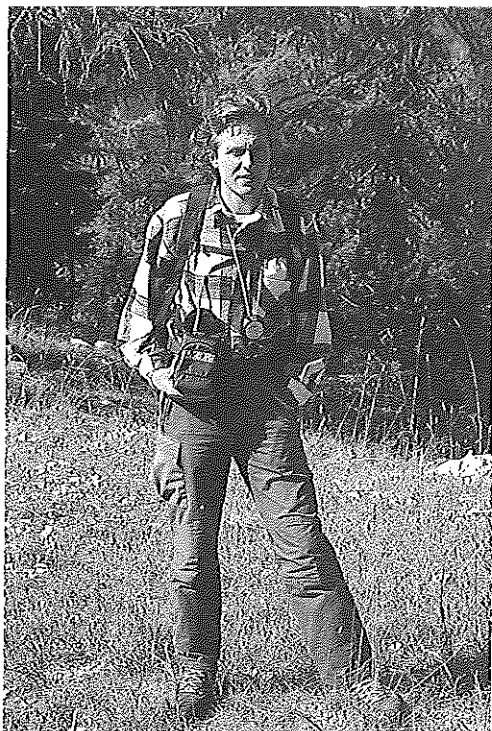
È emerso nel corso della sperimentazione che il tempo di accesso ai risultati, vale a dire il periodo che intercorre tra il momento in cui il satellite riceve il segnale e quello in cui il ricercatore riceve sul computer la localizzazione dal centro elaborazione dati, è di circa venti minuti: ne consegue la possibilità di essere costantemente informati sulla posizione degli animali oggetto di studio.

È doveroso infine citare le osservazioni di altri ricercatori che hanno fatto uso della telemetria satellitare, verificando tra l'altro come esistano notevoli differenze nel grado di ricezione dei messaggi e di significatività degli stessi confrontando trasmettitori collocati in postazioni fisse e altri installati su animali selvatici: ciò è dovuto all'effetto VSWR determinato dalla vicinanza della massa voluminosa dell'animale all'antenna del trasmettitore, che può causare una attenuazione del segnale trasmesso (FANCY, 1988).

Allo stato attuale delle cose, nella ricerca faunistica appare in definitiva consigliabile affiancare la telemetria satellitare a quella tradizionale: la prima



Trasmettitore portatile.



Con il trasmettitore lungo un percorso campione.

sarà sufficiente in condizioni di «normalità», la seconda risulterà indispensabile in caso di emergenza per seguire sul campo gli animali in tempo reale.

Ciò richiede l'applicazione di collari dotati di due trasmettitori, in banda VHF

per la telemetria tradizionale e in banda UHF per quella satellitare.

Nel caso specifico del progetto di rinsanguamento degli orsi entro il Parco Adamello-Brenta non si vedono difficoltà ad utilizzare in abbinamento tali due metodologie, dal momento che il peso dei radiocollari risulta agevolmente sopportabile dagli orsi.

Permane peraltro la necessità di impostare le modalità di funzionamento dei trasmettitori, le cui batterie hanno durata limitata. In condizioni standard si può prevedere un'operatività di 7,5 mesi programmando un ciclo in cui si alternino 6 ore di attivazione e 18 di disattivazione del trasmettitore: ciò è consentito dalla notevole versatilità del sistema.

Naturalmente tale scelta comporta un'ulteriore riduzione della mole di dati incamerabili, perciò va valutata con attenzione per i motivi esposti in precedenza.

## Ringraziamenti

Si ringraziano i componenti del Gruppo Operativo Orso Trentino per la generosa disponibilità dimostrata e per l'impegno profuso nell'attività di raccolta dei dati durante i due mesi di sperimentazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ARGOS Bulletin, Aprile 1993.  
 ARGOS User Manual, 1984.  
 ARGOS newsletter n° 47/1993.  
 ELSA user manual version 4.0, 1991.  
 FANCY S.G., 1988 - *Applications of satellite telemetry to wildlife research and management in Alaska* - Acte du colloque international «Suivi des Vertebres Terrestres par Radiotelemetrie», Principato di Monaco.  
 FANCY S. G. - *Satellite telemetry: a new tool for wildlife research and management* - Fish and Wildlife Service

resource publication 172.

HARRIS R.B., 1990 - *TRACKING WILDLIFE BY satellite: current system and performance*. Fish and Wildlife Technical Report 30, Washington, D.C.

LOCHNER R., 1989 - *Corte Franca, Odissea di un Castello*.

SCHROEDER W., 1992 - *Piano di recupero dell'orso bruno*. Allegato alla bozza del Piano Faunistico del Parco Adamello-Brenta.

TOMKIEWICZ M. Jr., 1988 - *Development of intelligent PTTs with emphasis on sensor technology applicable to wildlife research programs*. Acte du colloque international «Suivi des Vertebres Terrestres par Radiotelemetrie», Principato di Monaco.