



Cofinanziato
dall'Unione europea



LIFE
NatConnect
2030



Utilizzo di sistemi di monitoraggio passivi per l'avifauna e per i chiropteri

Come impostare un monitoraggio
acustico automatico in campo

Data 09-09-2026



Perché monitoriamo: il fine prima del metodo

Valutare i possibili impatti su popolazioni locali e migratrici, e progettare misure di prevenzione/mitigazione e programmi di monitoraggio sito-specifici.

Quali specie

sono presenti nel sito e nelle immediate vicinanze?

Quali livelli di attività

e come variano nell'arco dell'anno?

Come usano il paesaggio

roost, hibernacula, rotte di volo, aree di foraggiamento, migrazione?

Quali impatti attesi

ante, corso e post-operam e quale significatività?

Quali misure

sito-specifiche per evitare, mitigare, compensare?

Quale monitoraggio

post-operam (metodo, scala, calendario)?

Fonte: EUROBATS – Guidelines for consideration of bats in wind farm projects (2014, Rodrigues et al.)

Che cosa intendiamo per monitoraggio "passivo"

PASSIVO

Registratore autonomo lasciato in campo - nessun operatore presente durante la raccolta

- Copertura temporale continua (notti/settimane)
- Standardizzazione e ripetibilità del dato
- Riduzione del costo-uomo in campo
- RegISTRAZIONI riascoltabili e verificabili

- Grande mole di dati da archiviare e analizzare
- Analisi meno accurate

ATTIVO

Operatore con detector / rilievo diretto - punto d'ascolto, avvistamento

- Rileva specie silenti o solo visive (uccelli)
- Identificazione immediata in campo
- Interpretazione del comportamento in tempo reale

- Costo-uomo elevato, copertura temporale limitata
- Meno standardizzabile tra operatori

Materiali e Metodi

I registratori automatici



Materiali e Metodi

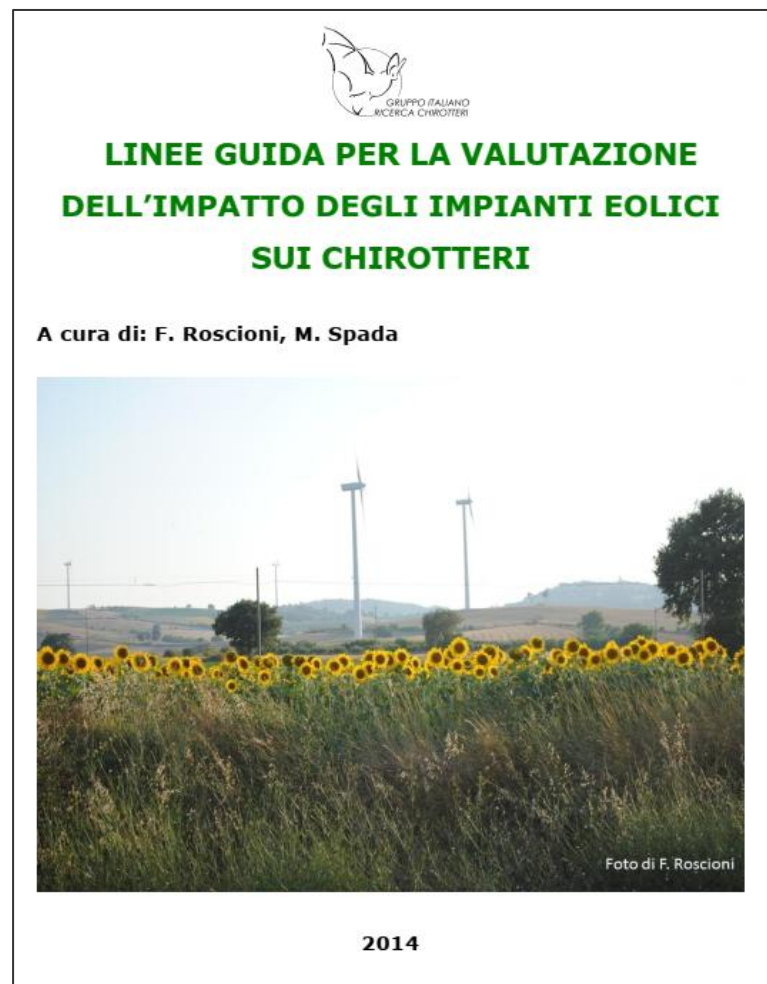
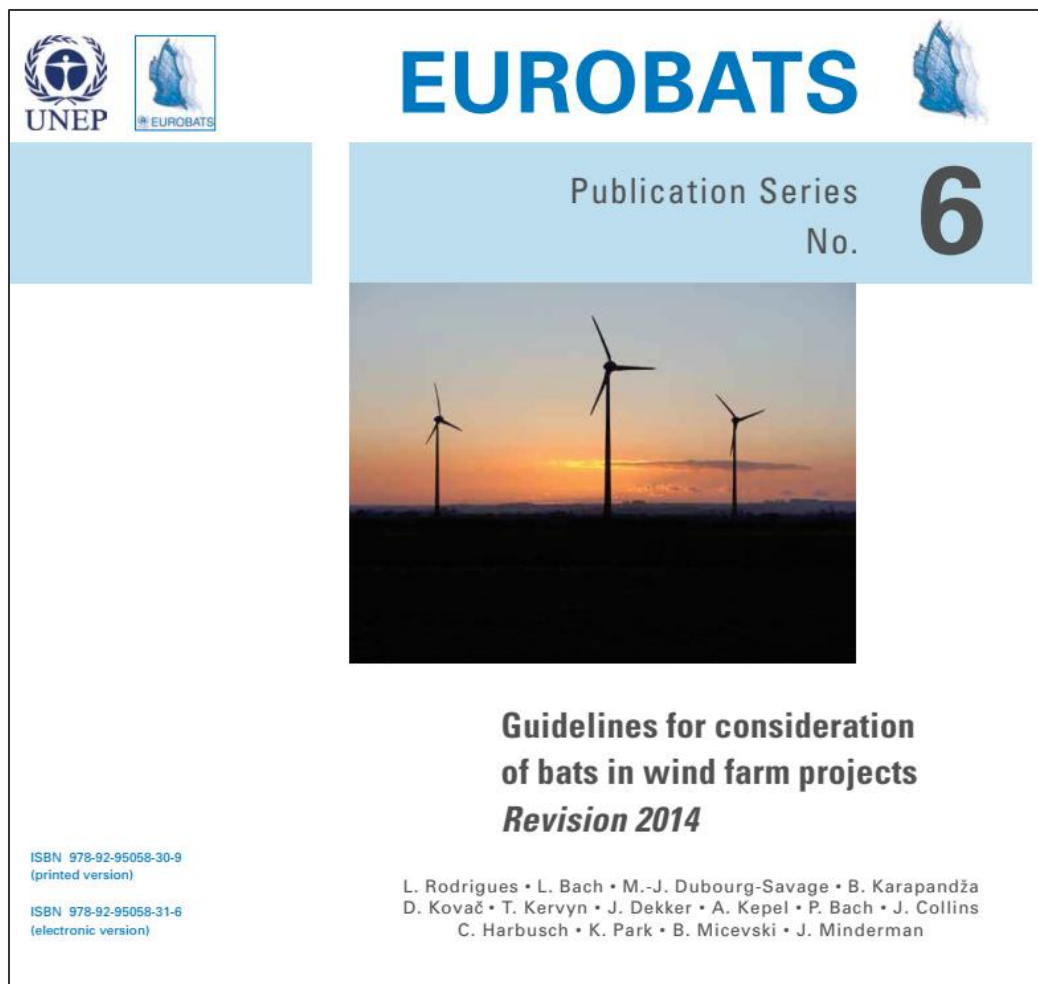


Cosa cercare in un buon registratore automatico

- **Microfono di qualità:** ultrasuoni fino a ~120 kHz (*bat*) e canale acustico a basso rumore (uccelli);
- **Full-spectrum:** non solo *zero-crossing*, per identificazione a livello di specie;
- **Elevata frequenza di campionamento:** $\geq 256 - 348$ kHz
- **Programmabilità:** *scheduling* su alba/tramonto, fasce separate bat/acustico, *trigger* regolabile;
- **Autonomia:** batteria a lunga durata + ampia archiviazione (giorni/settimane sul campo);
- **Robustezza:** IP67, microfoni sostituibili, resistenza a umidità ed escursioni termiche;
- **Dati:** audio .wav standard, datalogger (T°C, Vento), GPS.

Programma di campionamento

I chirotteri – Le linee guida



Programma di campionamento

I chiroteri – Tipologie di rilievo

A TERRA

Il rilievo a terra è considerato fondamentale e rappresenta il dato principale. Tuttavia, sottostima l'attività delle specie di alto volo.

IN QUOTA (all'altezza del rotore)

Rileva le specie di alto volo (*Nyctalus*, *Tadarida*, *Miniopterus*, etc. in migrazione) che a terra si sottostimano.

Richiede però traliccio anemometrico, turbina esistente o struttura dedicata. È sconsigliato l'uso di palloni aerostatici.

...Quando la quota non è fattibile

- Rafforzare il rilievo a terra con più punti e più notti nelle stagioni migratorie.
- Segnalare esplicitamente nella relazione che manca la componente in quota, e cautelare di conseguenza la valutazione di significatività.

Programma di campionamento

I chirotteri – Dove e quanti punti di rilievo

Protocollo GIRC (Linee guida impatto eolico sui chirotteri): schema a celle caratterizzate per habitat.

AREA IMPIANTO

raggio 1 km dagli aerogeneratori

- Celle di 500 m di lato, caratterizzate per habitat
- Monitora il 20% dell'area
- Priorità alle celle con torri (impianti ≤ 12 torri: tutte)
- Un punto d'ascolto nel punto esatto dell'aerogeneratore
- + di 1 punto per cella (distanti ≥ 150 m)

AREA DI SAGGIO

tra 1 e 3 km, habitat simili (controllo)

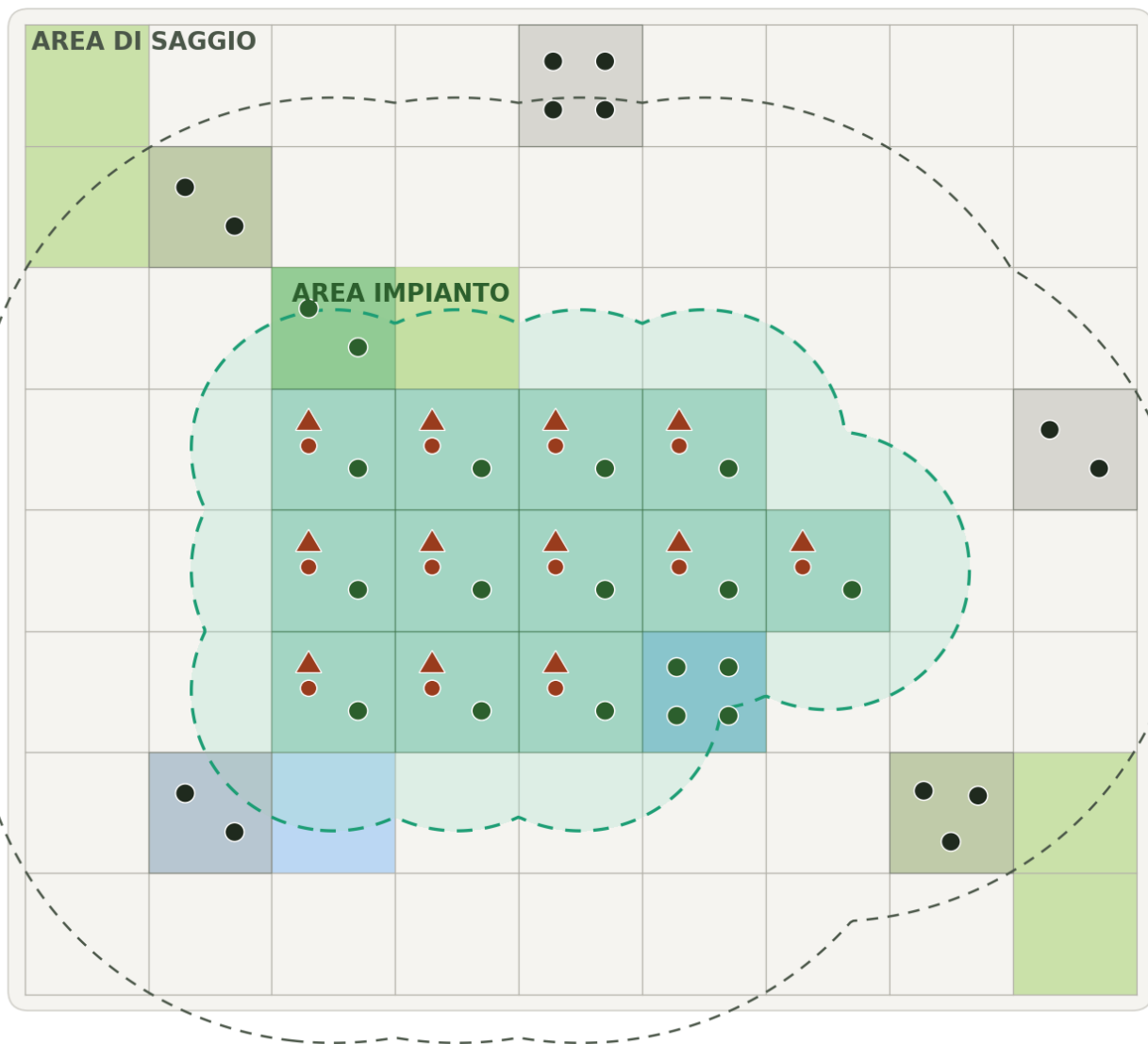
- Sempre celle di 500 m
- Monitora il 7% dell'area
- Coprire gli habitat più rappresentativi
- + di 1 punto per cella distanti ≥ 100 m

+

Più l'ambiente è diversificato, più punti servono

Ecotoni, filari, corpi d'acqua e margini di bosco sono i più attrattivi (per chirotteri e avifauna). Indagare ogni tipologia in proporzione alla sua abbondanza, per capire quali sono realmente usate.

Rilievo a terra: schema a celle (esempio con 12 turbine)



Programma di campionamento

I chiroteri – Quando e per quanto

Finestra stagionale: aprile–ottobre (stagione di attività) **Area torri:** cadenza quindicinale **Area saggio:** cadenza mensile

Periodo	Durata per uscita	Notte intera
Apr–Mag (migrazione)	Prime 4 ore della notte - ≥ 30 min/cella	A maggio: 1 notte intera
Giu–Lug–Ago (riproduzione)	Prime 4 ore della notte - ≥ 30 min/cella	1 notte intera / mese
Set–Ott (migrazione)	Prime 4 ore della notte - ≥ 30 min/cella	A settembre: 1 notte intera

Accorgimenti operativi

- Ruota l'ordine dei punti tra le uscite (no orari fissi)
- GPS + scheda per ogni stazione (habitat, acqua, rifugi)
- Registra in .wav per l'analisi

Non rilevare se...

- Pioggia battente
- Vento forte > 7 m/s
- Temperature basse (sotto i 10°C)

Programma di campionamento

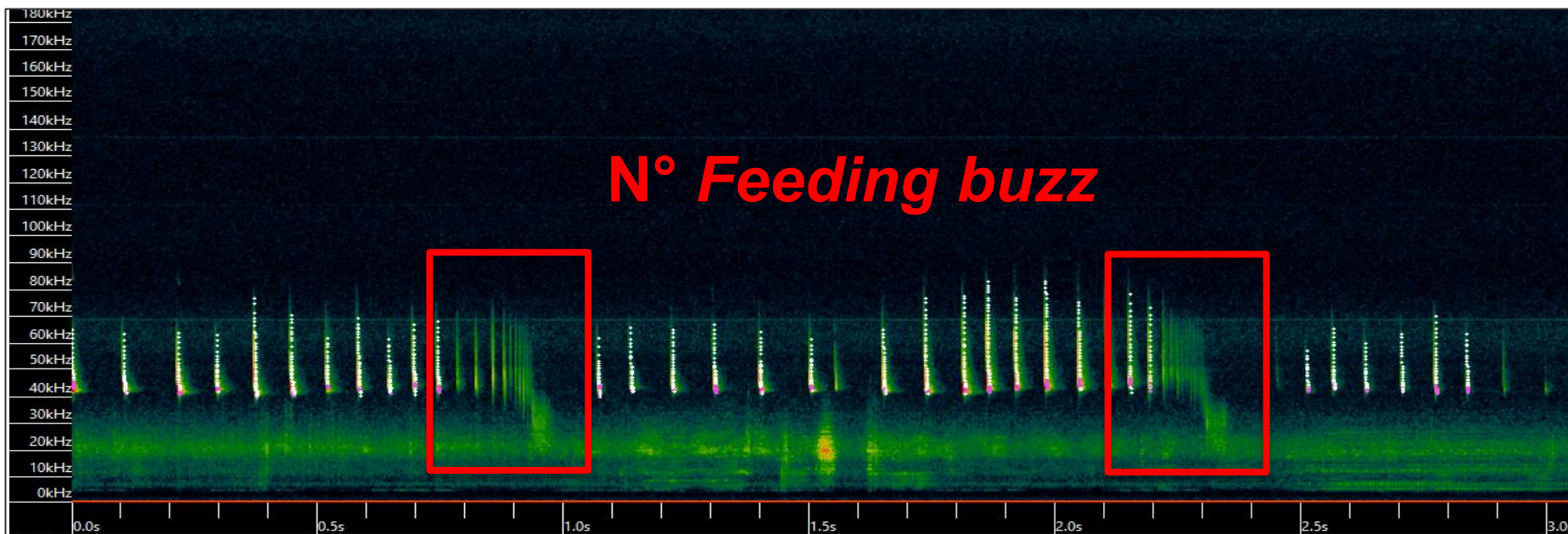
I chirotteri – è sempre così?

- **Le linee guida non sono vincolanti (alcune Regioni hanno le proprie);**
- **Il protocollo di monitoraggio dovrebbe essere adattato ai diversi contesti, ma standardizzato all'interno dello stesso studio;**
- **Protocollo ottimale: tanti punti e registrazione continua per notti intere**
- Non sempre viene rispettato il posizionamento degli aerogeneratori oppure difficoltà di accesso - punto di registrazione in un luogo differente;
- Una soluzione è quella di raddoppiare i punti di registrazione considerando sia i punti ipotetici degli aerogeneratori (o punti più vicini) + punti in aree equivalenti;
- Es. 10 aerogeneratori = 10 punti prefissati + 10 punti in ambienti equivalenti ed eventuali altri punti in aree particolarmente vocate alla presenza di chirotteri;

Programma di campionamento

I chiropteri – Risultati

Dai file registrati agli indici di attività



1

**Registrazioni
full-spectrum**

Trigger + rimozione falsi
trigger

2

**Identificazione
specie/gruppo**

Manuale o classificatore
automatico

3

**Indici di
attività**

Passaggi/ora per punto/area
impianto

4

**Diversità
(Shannon H')**

Per torre e per intero
impianto

Programma di campionamento

Avifauna

- **L'impiego di registratori acustici è ancora relativamente limitato, ma in futuro saranno sempre più utilizzati;**
- **Non esiste un protocollo di monitoraggio che preveda l'uso di registratori acustici e, allo stato attuale, non sostituiscono i rilievi con operatore su campo;**
- Vengono principalmente utilizzati per valutare la migrazione notturna;
- Due rilievi mensili per notti intere di registrazione in punti critici di passaggio e/o presenza degli aerogeneratori;
- Non sostituiscono il rilevatore in campo soprattutto per la mappatura territoriale delle specie nidificanti (transetti) e il rilievo di passaggio rapaci diurni;
- Consentono tuttavia di raccogliere dati standardizzati con uno sforzo contenuto se l'analisi è automatica;

Archiviazione e analisi dei dati

- L'utilizzo di sistemi passivi di registrazione automatica di suoni e ultrasuoni, può portare alla gestione di enormi quantità di dati (diversi TB);
- L'archiviazione spesso necessita l'acquisto di server dedicati;
- L'analisi può diventare particolarmente onerosa se viene fatta manualmente.

Esistono diverse soluzioni per l'analisi automatica

CLASSIFICATORI AUTOMATICI - CHIROTTERI:

- **Kaleidoscope Pro (Wildlife Acoustics) – circa 400€/anno**
- **Tadarida – Open Source, ma banca dati da costruire o a pagamento**
- **SonoChiro (Biotopo) – circa 1000€/anno, più completo**

Archiviazione e analisi dei dati

- L'utilizzo di sistemi passivi di registrazione automatica di suoni e ultrasuoni, può portare alla gestione di enormi quantità di dati (diversi TB);
- L'archiviazione spesso necessita l'acquisto di server dedicati;
- L'analisi può diventare particolarmente onerosa se viene fatta manualmente.

Esistono diverse soluzioni per l'analisi automatica

CLASSIFICATORI AUTOMATICI - AVIFAUNA:

BirdNet - Analyzer (Cornell LAB)



I classificatori automatici non sono scevri da errori, anzi...

Un approccio cautelativo è il controllo delle identificazioni dubbie (sotto soglia) o incongruenze biogeografiche, specie rare o di particolare interesse conservazionistico

Prospettive future e riduzione di impatti

Dal monitoraggio passivo per la valutazione ai sistemi attivi che rilevano e reagiscono in tempo reale

La frontiera è integrare rilevamento e mitigazione automatica direttamente sulla turbina in esercizio: non solo registrare, ma agire.

DTBird®

avifauna · visione artificiale

- Telecamere con AI sulla torre: rilevamento in tempo reale, giorno e notte, 360° attorno alla turbina
- Reagisce: suoni di allerta/dissuasione e arresto automatico della pala al rischio di collisione

DTBat®

chiroteri · riconoscimento ultrasuoni

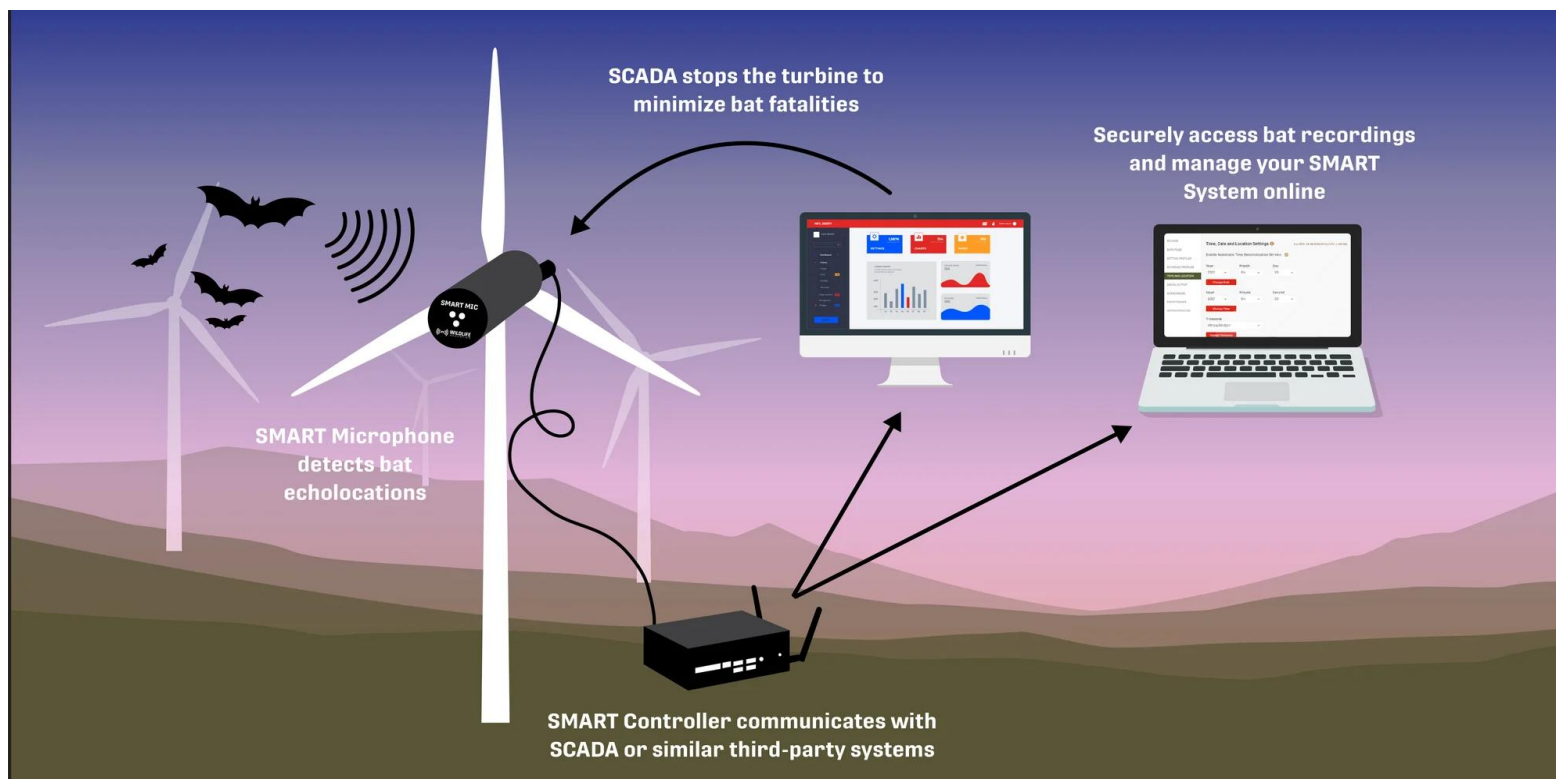
- Detector a microfoni multipli in quota (torre/navicella), registrazione autonoma e rilevamento in tempo reale
- Reagisce: smart curtailment informato dall'attività: ferma la pala solo quando serve, non a soglia fissa

Prospettive future e riduzione di impatti

Dal monitoraggio passivo per la valutazione ai sistemi attivi che rilevano e reagiscono in tempo reale

La frontiera è integrare rilevamento e mitigazione automatica direttamente sulla turbina in esercizio: non solo registrare, ma agire.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – Wildlife acoustics





Cofinanziato
dall'Unione europea



LIFE
NatConnect
2030



ADBPO
Autorità di bacino distrettuale del fiume Po



Parco Delta del Po
Emilia-Romagna



Sostenuto da
Fondazione
CARIPLO

Grazie!