

<b>Zeitschrift:</b>	Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
<b>Herausgeber:</b>	Società ticinese di scienze naturali
<b>Band:</b>	97 (2009)
<b>Artikel:</b>	Monitoraggio della biscia tessellata, natrix tessellata (Laurenti, 1768) nel cantone Ticino (Svizzera)
<b>Autor:</b>	Conelli, Alberto E. / Nembrini, Marco / Mebert, Konrad
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1003130">https://doi.org/10.5169/seals-1003130</a>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

# Monitoraggio della Biscia tassellata, *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) nel Cantone Ticino (Svizzera)

Alberto E. Conelli<sup>1</sup>, Marco Nembrini<sup>1</sup>, Konrad Mebert<sup>2</sup>, Benedikt R. Schmidt<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Oikos 2000 Consulenza ambientale e ingegneria ambientale Sagl., CH – 6513 Monte Carasso, [alberto.conelli@oikos2000.com](mailto:alberto.conelli@oikos2000.com)

<sup>2</sup> Alte Obfelderstrasse 44, CH – 8910 Affoltern am Albis

<sup>3</sup> Zoologisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH – 8057 Zürich

<sup>4</sup> KARCH, Passage Maximilien-de-Meuron 6, CH – 2000 Neuchâtel

---

**Riassunto:** Sulla base dei dati raccolti durante due anni di monitoraggio abbiamo valutato la distribuzione attuale delle popolazioni ticinesi di Biscia tassellata (*Natrix tessellata*). La valutazione è stata effettuata tenendo conto del fatto che il mancato rilevamento della specie sul campo non indica necessariamente una sua assenza: infatti, grazie ad un modello basato su un approccio di tipo *mark-recapture*, abbiamo calcolato la probabilità di rilevamento, che risulta pari al 61.2% ( $\pm 6.8\%$ ), e la proporzione di siti occupati, pari al 78.0% ( $\pm 7.9\%$ ) dei siti conosciuti. Localmente, alcune piccole popolazioni situate lungo corsi d'acqua secondari appaiono soggette a dinamiche di regressione o estinzione, probabilmente in seguito al deterioramento della qualità degli habitat. Al contrario, le popolazioni che si trovano sulle rive dei laghi (Verbano e Ceresio) e sui corsi d'acqua principali (Ticino, Brenno, Maggia, Vedeggio e Tresa) sono ben distribuite sul territorio e caratterizzate da effettivi localmente abbondanti. La situazione è dunque da considerare sostanzialmente stabile. Lo statuto di specie minacciata secondo la Lista Rossa è tuttavia pienamente giustificato per *N. tessellata*, soprattutto considerate l'esiguità dell'area occupata a livello svizzero e la fragilità degli ambienti acquatici ai quali essa è strettamente legata. I dati raccolti in questo studio saranno utilizzati per l'allestimento di un piano d'azione specifico per la conservazione delle popolazioni di *N. tessellata* in Ticino.

## Monitoring of Dice Snakes, *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) in the Canton of Ticino, Switzerland

**Summary:** Based on two years of field work, we surveyed the distribution of Dice Snakes (*Natrix tessellata*) populations in the Canton of Ticino (Switzerland). Imperfect detection has been taken into account in order to avoid underestimation of the species range: we therefore used a model based on a mark-recapture-like approach to estimate detection probability, which is 61.2% ( $\pm 6.8\%$ ), and site occupancy, which is 78.0% ( $\pm 7.9\%$ ). We observed local declines or extinctions of some small populations inhabiting secondary streams, apparently because of the habitat deterioration. However, populations located along lakes (Ceresio, Verbano) and main rivers (Ticino, Brenno, Maggia, Vedeggio and Tresa) are widely distributed and show rather high densities. Therefore, the status of *N. tessellata* in Ticino should be considered as stable. The endangered status reported by the Swiss Red List for these species is adequate because of the small area occupied at national level and vulnerability of freshwater ecosystems. A specific action plan in favour of the conservation of Dice Snakes populations in Ticino, Switzerland, will now be based on the collected data.

**Key words:** Dice Snake, *Natrix tessellata*, distribution, site occupancy, detection probability, monitoring

---

## INTRODUZIONE

La Biscia tassellata o Natrice tassellata (Colubridae: *Natrix tessellata*, Laurenti 1768) è una tra le specie di serpenti meno diffuse in Svizzera (HOFER *et al.* 2001). A livello nazionale, il suo areale di distribuzione è molto circoscritto: le uniche popolazioni autoctone si trovano in Ticino e nelle due valli grigionesi di Poschiavo e della Mesolcina. Popolazioni introdotte si trovano invece anche al Nord delle Alpi, presso i laghi di Alpnach, Brienz, Lemano e Zurigo (HOFER *et al.* 2001; MEBERT 1993, 1996, 2001, 2007; GRUSCHWITZ *et al.* 1999). I suoi habitat sono in

progressivo declino a causa delle alterazioni dei corsi d'acqua, come ad esempio sbarramenti, argini in muratura, dragaggi, bonifiche, correzioni dell'alveo e modifiche del regime idrico (HOFER *et al.* 2001, FOSSATI & MADDALENA 2003). Nella Lista Rossa (MONNEY & MEYER 2005), la specie è iscritta nella categoria EN secondo i criteri UICN B2a e B2b (iii, iv), con un'area effettivamente occupata di soli 153 km<sup>2</sup> e una diminuzione della stessa pari al 31.84% tra il 1930 e il 2004. Il Comitato permanente del Consiglio d'Europa responsabile dell'attuazione della Convenzione di Berna ha formalmente richiesto, attraverso la raccomandazione no. 26 del 1991, la tutela delle

popolazioni ticinesi, in particolare nel Sopraceneri (torrenti Maggia e Brenno). La Strategia del Cantone Ticino per lo studio e la protezione di Anfibi e Rettili (FOSSATI & MADDALENA 2003) ha inserito la tutela di *N. tessellata* tra gli obiettivi prioritari, incoraggiando le ricerche scientifiche sulle problematiche legate a questa specie ad alto rischio e raccomandando di sorveglierne costantemente lo stato di salute delle popolazioni.

L'obiettivo del presente studio è aggiornare le conoscenze sulla distribuzione di *N. tessellata* in Ticino e verificare se essa è in regressione. I dati raccolti saranno in seguito utilizzati per allestire un piano d'azione specifico a livello cantonale, con proposte di provvedimenti di protezione e conservazione dei biotopi considerati prioritari.

## MATERIALE E METODI

### Principio del monitoraggio

In ecologia applicata, uno dei problemi principali dei programmi di monitoraggio risiede nel fatto che la probabilità di rilevamento di una specie (*detection probability* o  $p$ ) è molto spesso inferiore a 1, e che pertanto alcune popolazioni risultano erroneamente inosservate ancorché presenti (PRESTON 1979, THOMSON 1998, MACKENZIE *et al.* 2002, YOCCOZ *et al.* 2001, KÉRY & SCHMID 2004, PELLET & SCHMIDT 2005). I serpenti, animali relativamente difficili da osservare in natura, sono caratterizzati da una scarsa probabilità di rilevamento. Questa può variare a seconda dell'habitat, delle condizioni meteorologiche, del periodo dell'anno e dello sforzo di ricerca (KÉRY 2002, MONNEY & MEYER 2005, LUISELLI 2006).

Per evitare una valutazione errata dello status di *N. tessellata* dovuta alla scarsa probabilità di rilevamento, abbiamo utilizzato l'approccio di tipo *mark-recapture* sviluppato nell'applicativo PRESENCE 2.2 (MACKENZIE *et al.* 2002, disponibile al sito WEB <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/>) e adottato recentemente nell'ambito della Lista Rossa svizzera (MONNEY & MEYER 2005). Esso permette di determinare la probabilità di rilevamento sulla base dei dati raccolti sul campo, e di stimare di conseguenza la proporzione di siti nei quali la specie è realmente presente tenendo conto del fatto che un mancato rilevamento non indica necessariamente una sua assenza (*proportion of sites occupied* o  $\Psi$ ). Il valore  $\Psi$  dovrebbe dunque essere sensibilmente superiore alla proporzione di siti dove la specie è stata rilevata sul campo ( $\Psi_{naive\ estimate}$ ). L'interesse del valore  $\Psi$  risiede in particolare nel fatto che esso può essere utilizzato come indicatore dello status della popolazione studiata (MACKENZIE *et al.* 2003): in presenza di valori  $\Psi$  nettamente inferiori a 1, che indicano una presenza della specie in un numero ridotto di siti conosciuti, la valutazione dello status della popolazione è negativa (situazione di regressione).

### Area di studio e definizione dei siti di monitoraggio

Il monitoraggio è stato condotto all'interno dei confini politici del Cantone Ticino definendo un campione rap-

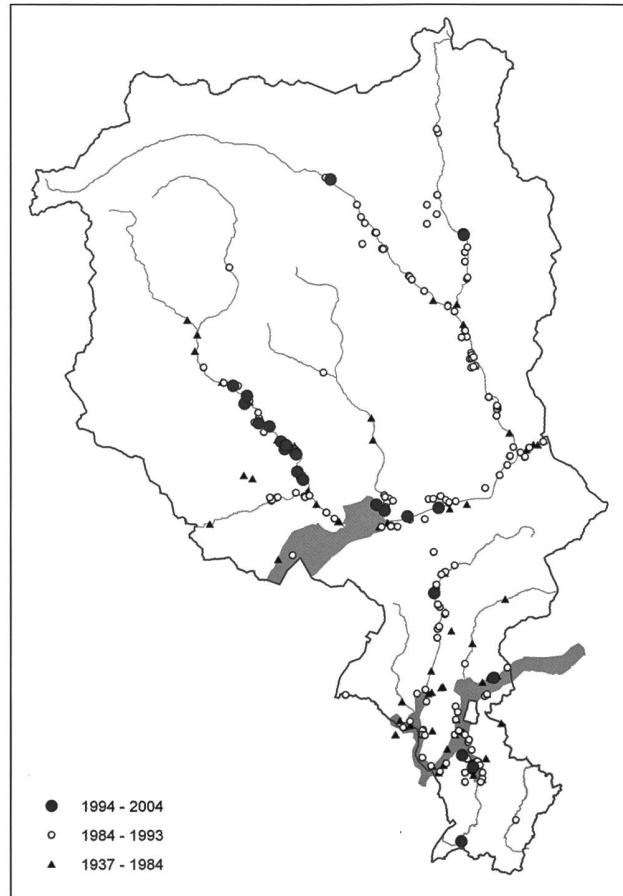


Fig. 1 – Registrazioni di *N. tessellata* nella banca dati del KARCH per il periodo 1937-2004.

presentativo di stazioni conosciute per la presenza di *N. tessellata*, denominate di seguito «oggetti». Gli oggetti sono stati definiti sulla base delle 317 registrazioni di *N. tessellata* presenti nella banca dati del Centro di coordinamento per la protezione degli anfibi e dei rettili in Svizzera (KARCH) per il periodo 1937 – 2004 (fig. 1). Dato che lo spazio vitale di *N. tessellata* in Ticino si sviluppa linearmente lungo le rive di corsi d'acqua e di laghi (HOFER *et al.* 2001, CONELLI & NEMBRINI 2007), abbiamo conferi-

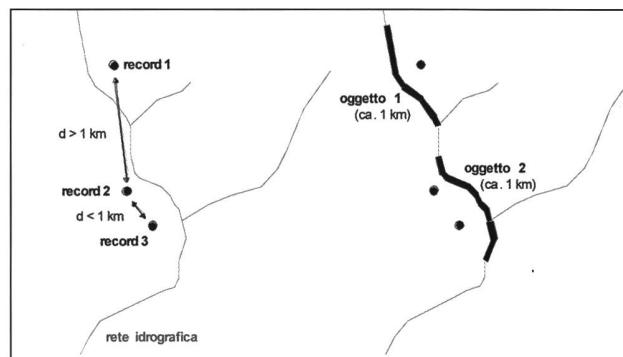


Fig. 2 – Definizione degli oggetti lineari sulla base delle registrazioni di *N. tessellata* nella banca dati del KARCH.

No. Oggetto	Corso d'acqua / lago	Regione
1 Colombera - Laveggio	Torrente Laveggio	Mendrisiotto
2 Campora - Breggia	Torrente Breggia	Mendrisiotto
3 Melano - Sovaglia	Torrente Sovaglia	Ceresio
4 Arogno (Valmara)	Torrente Mara	Ceresio
5 Riva S.Vitale (S.Antonio)	Lago Ceresio	Ceresio
6 Riva S.Vitale (Poiana)	Lago Ceresio	Ceresio
7 Brusino-Arsizio (Finate)	Lago Ceresio	Ceresio
8 Maroggia	Lago Ceresio	Ceresio
9 Melide (Ponte diga)	Lago Ceresio	Ceresio
10 Morcote (Olivella)	Lago Ceresio	Ceresio
11 Monte Caslano (Piatta)	Lago Ceresio	Ceresio
12 Monte Caslano (Poncione)	Lago Ceresio	Ceresio
13 Muzzano (Agnuzzo)	Lago Ceresio	Ceresio
14 Pura - Magliasina	Torrente Magliasina	Malcantone
15 Ponte Cremenaga - Tresa	Fiume Tresa	Malcantone
16 Ostarietto - Vedeggio	Fiume Vedeggio	Valle del Vedeggio
17 Taverne - Vedeggio	Fiume Vedeggio	Valle del Vedeggio
18 Mezzovico - Vedeggio	Fiume Vedeggio	Valle del Vedeggio
19 Camignolo - Vedeggio	Fiume Vedeggio	Valle del Vedeggio
20 Rivera - Caslaccio	Canale Caslaccio	Valle del Vedeggio
21 Brissago	Lago Verbanio	Locarnese
22 Locarno (Boscaccio)	Torrente Maggia	Locarnese
23 Locarno (Morettina)	Torrente Maggia	Locarnese
24 Avegno - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
25 Aurigeno - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
26 Giugmaglio (riale Salto)	Torrente Salto	Locarnese
27 Giugmaglio - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
28 Someo - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
29 Cevio - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
30 Bignasco - Maggia	Torrente Maggia	Locarnese
31 Golino - Melezza	Torrente Melezza	Locarnese
32 Loco - Isorno	Torrente Isorno	Locarnese
33 Palagnedra - Melezza	Torrente Melezza	Locarnese
34 Lavertezzo - Verzasca	Torrente Verzasca	Valle Verzasca
35 Brione - Verzasca	Torrente Verzasca	Valle Verzasca
36 Bolle di Magadino (diga della Pepa)	Lago Verbanio	Piano di Magadino
37 Tenero - Verzasca	Torrente Verzasca	Piano di Magadino
38 Ticino (Ciossa Antognini)	Fiume Ticino	Piano di Magadino
39 Demanio di Gudo	Laghetto del Demanio di Gudo	Piano di Magadino
40 Gudo	Torrente Progero	Piano di Magadino
41 Sementina	Torrente di Sementina	Piano di Magadino
42 Gorduno	Torrente di Gorduno	Piano di Magadino
43 Arbedo - Traversagna	Torrente Traversagna	Piano di Magadino
44 Lumino	Fiume Moesa	Tre Valli
45 Claro (Staffe) - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
46 Claro (Scubiago) - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
47 Lodrino (Rodaglio)	Fiume Ticino	Tre Valli
48 Iragna - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
49 Giornico	Fiume Ticino	Tre Valli
50 Lavorgo - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
51 Chiggionna - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
52 Faido - Ticino	Fiume Ticino	Tre Valli
53 Loderio - Brenno	Torrente Brenno	Tre Valli
54 Semione - Brenno	Torrente Brenno	Tre Valli
55 Malvaglia - Brenno	Torrente Brenno	Tre Valli
56 Motto - Brenno	Torrente Brenno	Tre Valli
57 Prugiasco - Brenno	Torrente Brenno	Tre Valli

Tab. 1 – Oggetti lineari rappresentativi.

to agli oggetti una forma lineare invece di utilizzare un sistema di «quadrati chilometrici», come invece è stato fatto nell'ambito della Lista Rossa (MONNEY & MEYER 2005). La digitalizzazione degli oggetti lineari è stata effettuata grazie all'applicativo ESRI ArcGIS 9.2 e alla carta nazionale 1:25'000 (Swisstopo), correlando ogni registrazione di *N. tessellata* al tratto di corso d'acqua o di riva lacustre più vicino, secondo il principio presentato nella figura 2. La lunghezza degli oggetti è stata fissata a 1 km, sia per analogia con i quadrati chilometrici della Lista Rossa, sia perché tale distanza corrisponde indicati-

vamente alla lunghezza del tratto di riva utilizzato da un individuo adulto di *N. tessellata* sull'arco di un anno in Ticino (CONELLI & NEMBRINI 2007); inoltre, in questo modo, la durata di una visita di campo risulta ottimale dal profilo pratico (ca. 2 ore). Le registrazioni della banca dati reciprocamente ubicate a distanze inferiori al km sono state assegnate ad un solo oggetto, in modo da minimizzare il numero degli oggetti lineari risultanti. In totale, sono stati definiti 149 oggetti, ridotti in seguito a 57 oggetti rappresentativi attraverso una procedura di selezione aleatoria (tab. 1).

### Visite di campo e dati raccolti

Le visite degli oggetti rappresentativi sono state effettuate tra il marzo 2006 e l'ottobre 2007. Ogni oggetto è stato visitato da 1 a 3 volte in condizioni meteorologiche favorevoli, evitando cioè le giornate con tempo freddo, piovoso, ventoso, oppure troppo caldo, e prediligendo le ore mattutine. Il tempo di ricerca è stato fissato indicativamente a 2 ore. Durante ogni visita il tratto di corso d'acqua o riva lacustre è stato percorso su tutta la lunghezza definita dall'oggetto lineare (per quanto accessibile), ricercando su una larghezza di 10 – 20 m le strutture e le tipologie ambientali favorevoli a *N. tessellata*, quali ad esempio rive sassose, strutture antropiche in pietra, cumuli di materiale vegetale (ramaglia, legname) e zone ecotonali.

La raccolta dei dati è stata impostata in modo da soddisfare i requisiti dell'applicativo PRESENCE 2.2 (MACKENZIE et al. 2002). Oltre al numero di individui di *N. tessellata* osservati, sono stati rilevati due gruppi di variabili (tab. 2): da una parte le variabili specifiche ai siti (*site-specific covariates*), cioè che non subiscono cambiamenti sostanziali tra una visita e l'altra, come ad esempio l'altitudine o l'esposizione; d'altra parte le variabili specifiche alle visite (*sampling-occasion covariates*), cioè che possono assumere valori diversi tra una visita e l'altra, come ad esempio la temperatura o l'ora. Alcune variabili sono

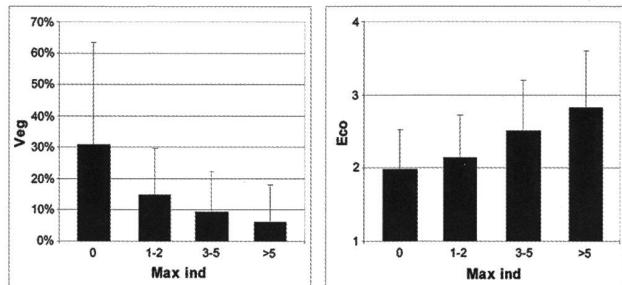


Fig. 4 – Sinistra: correlazione tra il numero massimo di individui osservati nel corso di una visita (*Max ind*) e la copertura vegetale arborea (*Veg*). Destra: correlazione tra *Max ind* e la classe ecomorfologica media (*Eco*: 1 = corso d'acqua o riva lacustre da naturale a semi-naturale; 2 = poco compromesso; 3 = molto compromesso; 4 = artificiale).

state rilevate sul campo, altre sono state ottenute mediante analisi spaziale su dati geografici grazie all'applicativo ESRI ArcGIS 9.2.

### RISULTATI

Sono state effettuate 167 visite, con una media di 2.93 ( $\pm 0.32$ ) visite per oggetto. Sono stati osservati 218 individui di *N. tessellata*, con una media di 1.31 ( $\pm 2.18$ ) osservazioni per visita. La presenza della specie è stata confermata mediante osservazione diretta in 40 dei 57 oggetti lineari rappresentativi ( $\Psi_{naive\ estimate} = 0.702$ , fig. 3).

Grazie al modello PRESENCE 2.2, i dati sono stati sottoposti a un test *goodness-of-fit* per verificarne la conformità con le ipotesi di base ( $\chi^2 = 1.44$ ,  $p = 0.17$ , 10'000 bootstraps). La procedura di selezione del modello (*Model selection*) ha permesso di mettere in evidenza le variabili che influenzano in modo significativo la probabilità di rilevamento  $p$  e la proporzione di siti occupati  $\Psi$  (tab. 3).

Per quanto riguarda la probabilità di rilevamento  $p$ , le variabili più esplicative sono (i) la classe ecomorfologica (*Eco*) secondo il sistema modulare graduato (*Modul-Stufen-Konzept*, HÜTTE & NIEDERHAUSER 1998) e (ii) la copertura vegetale arborea (*Veg*) calcolata mediante analisi GIS sulla carta nazionale 1:25'000. Nel primo caso, il modello indica che  $p$  è inferiore presso i corsi d'acqua o le rive lacustri con caratteristiche ecomorfologiche naturali e semi-naturali rispetto ai siti poco o molto compromessi, caratterizzati cioè da una presenza di arginature in blocchi o in muratura. Nel secondo caso, il modello indica che  $p$  è inferiore nei siti con copertura vegetale arborea elevata rispetto a quelli con copertura vegetale arborea rada o assente.

L'analisi a posteriori di queste variabili in funzione del numero massimo di individui osservati per sito conferma la loro rilevanza (fig. 4). Per quanto attiene alla variabile *Eco*, i siti presso i quali la specie non è stata osservata presentano una classe ecomorfologica media pari a *Eco* = 1.98 ( $\pm 0.54$ ), corrispondente a corsi d'acqua o rive lacustri poco compromessi, mentre presso i siti con 1 o più

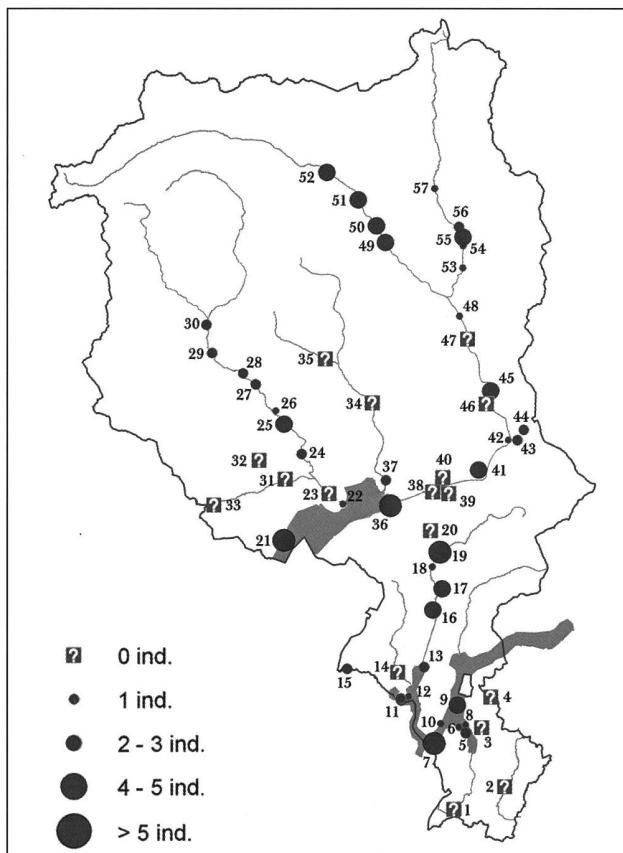


Fig. 3 – Risultati del monitoraggio 2006-2007: numero massimo di individui osservati nel corso di una visita di ca. 2 ore. Le cifre nella mappa si riferiscono al numero dell'oggetto (cfr. tab. 1).

Nome	Descrizione	Acquisizione del dato
Variabili specifiche al sito («site-specific covariates»):		
<i>Lungh</i>	Lunghezza effettiva dell'oggetto lineare (di principio pari a ca. 1000 m)	Analisi GIS
<i>Alt</i>	Altitudine media dell'oggetto lineare secondo il modello digitale altimetrico DHM25 (Swisstopo)	Analisi GIS
<i>Eco</i>	Classe di ecomorfologia media ponderata dell'oggetto lineare secondo la metodologia MSK ( <i>Modul Stufen Konzept</i> , HÜTTE & NIEDERHAUSER 1998)	Corsi d'acqua: analisi GIS sul dato esistente; Laghi: rilevamento sul campo (metodologia adattata)
<i>Esp</i>	Esposizione media dell'oggetto lineare secondo il modello digitale altimetrico DHM25 (Swisstopo) calcolata all'interno di una fascia di 20 m ( <i>buffer</i> ) lungo l'oggetto lineare, espressa con il coseno dell'esposizione	Analisi GIS
<i>Pend</i>	Pendenza media dei versanti secondo il modello digitale altimetrico DHM25 (Swisstopo), calcolata all'interno di una fascia di 20 m ( <i>buffer</i> ) lungo l'oggetto lineare ed espressa in gradi	Analisi GIS
<i>No_Record</i>	Banca dati KARCH: numero totale di registrazioni di <i>N. tessellata</i> dal 1937 al 2002 all'interno di una fascia di 300 m ( <i>buffer</i> ) lungo l'oggetto lineare	Analisi GIS
<i>Ultimo_Record</i>	Banca dati KARCH: anni trascorsi dalla data dell'ultimo record di <i>N. tessellata</i> all'interno di una fascia di 300 m ( <i>buffer</i> ) lungo l'oggetto lineare	Analisi GIS
<i>Veg</i>	Copertura vegetale arborea secondo la carta nazionale 1:25'000, calcolata all'interno di una fascia di 20 m ( <i>buffer</i> ) lungo l'oggetto lineare ed espressa come proporzione di superficie occupata da bosco.	Analisi GIS
<i>Strutt</i>	Disponibilità di strutture favorevoli (pietrame, legname, ecc.) percepita sul campo dall'operatore (1 = scarsità; 2 = sufficienza; 3 = abbondanza)	Valutazione sul campo
<i>Acque</i>	Tipo di acque superficiali (lago / corso d'acqua)	Valutazione sul campo
Variabili specifiche alla visita («sampling-occasion covariates»):		
<i>Giorno</i>	Giorno dell'anno espresso come numero crescente da 1 a 365, con 1 = 1° marzo	-
<i>Ora</i>	Orario medio della visita	Rilevamento sul campo
<i>Meteo</i>	Condizioni meteorologiche percepite durante la visita dall'operatore, e valutate secondo la propria esperienza (1 = poco favorevole; 2 = mediamente favorevole; 3 = ottima)	Valutazione sul campo
<i>Temp</i>	Temperatura media durante la visita, espressa in °C (calcolata come T. iniziale + T. finale / 2)	Rilevamento sul campo
<i>Operatore</i>	Autore della visita	-

Tab. 2 – Variabili testate con il modello PRESENCE 2.2.

osservazioni si osserva un graduale aumento della classe ecomorfologica fino a raggiungere, per le popolazioni con oltre 5 individui osservati, il valore medio di *Eco* = 2.83 ( $\pm 0.77$ ), corrispondente a corsi d'acqua o rive lacustri molto compromesse. Per quanto riguarda invece la variabile *Veg*, i siti presso i quali la specie non è stata osservata presentano in media una copertura vegetale arborea relativamente elevata, a pari a *Veg* = 30.7% ( $\pm 32.3\%$ ), mentre presso i siti con 1 o più osservazioni si osserva una graduale diminuzione della copertura vegetale arborea fino a raggiungere un valore medio di *Veg* = 6.3% ( $\pm 11.8\%$ ) per i siti con oltre 5 individui osservati. Globalmente, il modello indica che la probabilità di rilevamento media risulta pari a  $p = 0.612$  ( $\pm 0.068$ , tab. 3). Vi è cioè una probabilità del 38.8% di non rilevare la specie durante una visita, malgrado questa sia presente. Con 2 visite, tale pro-

babilità si riduce mediamente al 14.6%, mentre con 3 visite essa si riduce mediamente al 5.6%.

Per quanto riguarda invece la proporzione di siti occupati  $\Psi$ , la variabile più informativa è il numero di registrazioni di *N. tessellata* nella banca dati del KARCH tra il 1937 e il 2004 (*No\_Record*, fig. 5). Il modello indica che  $\Psi$  è significativamente inferiore presso gli oggetti con un'unica registrazione nella banca dati del KARCH rispetto a quelli con 2 o più registrazioni. Globalmente, la proporzione di siti occupati è pari a  $\Psi = 0.780$  ( $\pm 0.079$ , tab. 3). Ciò significa che, secondo il modello, la specie è assente presso il 22.0% dei siti conosciuti. La differenza tra la proporzione di siti occupati ( $\Psi$ ) e la proporzione di siti con osservazione diretta ( $\Psi_{naive\ estimate}$ ) indica che la specie non è stata rilevata, pur essendo presente, presso il 7.8% dei siti conosciuti.

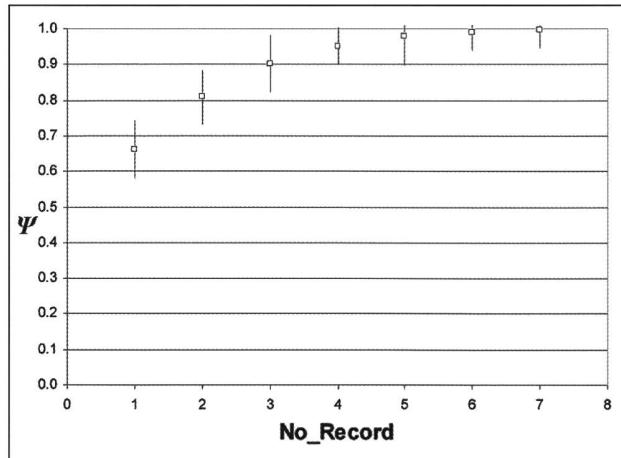


Fig. 5 – Probabilità di occupazione di un sito ( $\Psi$ ) in funzione del numero di registrazioni di *N. tessellata* nella banca dati KARCH ( $No\_Record$ ), secondo la previsione del modello  $\Psi$  ( $No\_Record$ ), p ( $Eco$ ,  $Veg$ ).

## DISCUSSIONE

Grazie ai dati del monitoraggio 2006–2007, abbiamo determinato due parametri importanti per valutare lo status di *N. tessellata* in Ticino: la probabilità di rilevamento e la proporzione di siti occupati.

La probabilità di rilevamento risulta pari a 61.2% ( $\pm$  6.8%). Si tratta di un valore relativamente elevato se paragonato ad altre specie di serpenti in Svizzera (SCHMIDT, risultati non pubblicati). Per la Natrice dal collare (*Natrix natrix*), per esempio, la probabilità di rilevamento è stata stimata tra l'11% e il 25%, mentre per altre specie terrestri quali la Vipera comune (*Vipera aspis*) e il Colubro liscio (*Coronella austriaca*) essa è stata stimata tra il 23% e il 70%, rispettivamente tra il 9% e il 56% (KÉRY 2002). Secondo i nostri risultati, la probabilità di rilevamento aumenta in modo inversamente proporzionale al grado di copertura vegetale arborea. Ciò può essere dovuto al fatto che gli animali risultano meno visibili agli operatori in ambienti con vegetazione fitta. Inoltre, *N. tessellata* predilige ambienti ben soleggiati e caratterizzati da vegetazione rada (HOFER et al. 2001, CONELLI & NEMBRINI 2007) e frequenta di rado ambienti boscati. La si osserva in ambienti con vegetazione densa solo durante i suoi sporadici spostamenti oppure durante la sua ricerca di siti di svernamento o di deposizione delle uova (CONELLI & NEMBRINI 2007). L'elevata probabilità di rilevamento presso siti con ecomorfologia molto compromessa, cioè caratterizzati dalla presenza di opere di consolidamento in blocchi o in muratura con fessure, è dovuta probabilmente a due fattori: da una parte si tratta di ambienti antropici secondari molto diffusi in Ticino e favorevoli alla specie, che li utilizza frequentemente come strutture di rifugio, termoregolazione, deposizione delle uova e svernamento (HOFER et al. 2001, DUSEJ & BOLZERN 2001, CONELLI & NEMBRINI 2007); dall'altra, la presenza di strutture lineari con vegetazione rada e

agevolmente percorribili dagli operatori a piedi rendono la ricerca sul campo più facile e meno dispersiva rispetto allo stesso tipo di operazione in un ecosistema acquatico naturale, dove la successione degli ambienti si sviluppa in modo più complesso. Ciò non significa quindi che le rive naturali sono meno favorevoli alla specie rispetto a quelle compromesse, ma piuttosto che vi è una differenza di probabilità di rilevamento. Al contrario, le rive con caratteristiche ecomorfologiche completamente artificiali (argini in cemento, muri senza fessure, sponde senza strutture) sono estremamente sfavorevoli a *N. tessellata* e non vengono pertanto utilizzate dalla specie. Questo comportamento è stato messo in evidenza in Ticino presso il torrente Traversagna ad Arbedo (CONELLI & NEMBRINI 2007).

I risultati di KÉRY (2002), ottenuti dallo studio di alcune specie di serpenti quali la Natrice dal collare (*Natrix natrix*), la Vipera comune (*Vipera aspis*) e il Colubro liscio (*Coronella austriaca*), indicano che vi sono altre variabili che hanno un effetto significativo sulla probabilità di rilevamento, come ad esempio la grandezza della popolazione o il periodo dell'anno. Secondo il modello da noi utilizzato, che si basa su relazioni lineari, queste variabili non risultano esplicative. Sarebbe tuttavia interessante testarne l'effetto utilizzando modelli basati su relazioni non lineari (AUSTIN 2002, KNAPP et al. 2003).

Il risultato principale di questo studio è senza dubbio costituito dal calcolo della proporzione di siti occupati da *N. tessellata*, pari al 78.0% ( $\pm$  7.9%) dei siti già noti. Di conseguenza, la specie risulta scomparsa dal 22.0% ( $\pm$  7.9%) di tali siti. Tale valore è inferiore alla diminuzione riscontrata a livello svizzero secondo la Lista Rossa (MONNEY & MEYER 2005), che è pari al 31.84% dell'area occupata. Il fatto che la variabile più informativa sia costituita dal numero di registrazioni di *N. tessellata* nella banca dati del KARCH tra il 1937 e il 2004 suggerisce che il valore  $\Psi$  è più elevato in presenza di popolazioni importanti e ben documentate. È il caso delle popolazioni che si trovano sulle rive dei laghi Ceresio e Verbano e sui corsi d'acqua Ticino, Brenno, Maggia, Vedeggio e Tresa. Tali popolazioni, oltre ad essere citate in letteratura (MEISNER 1820, MEBERT 1993, HOFER et al. 2001), erano già note e iscritte nell'Inventario degli spazi vitali di rettili del Cantone Ticino (1993). Nel 1820 MEISNER, riferendosi al Ticino, cita le popolazioni di *N. tessellata* del Ceresio: «*La ricevemmo [...] da Lugano, dove non è rara lungo le rive del lago ed è il serpente più comune*». Le nostre osservazioni di campo confermano che le popolazioni lacustri del Ceresio e del Verbano sono tuttora ben rappresentate e caratterizzate da effettivi localmente abbondanti (Brusino-Arsizio, oggetto no. 7: 8 individui; Bolle di Magadino, oggetto no. 36: 10 individui; Brissago, oggetto no. 21: 16 individui). Le popolazioni situate lungo i principali corsi d'acqua (Ticino, Maggia, Brenno, Vedeggio, Tresa) sono caratterizzate da densità meno elevate rispetto alle popolazioni lacustri, ma ben distribuite sul territorio. Il numero di oggetti presso i quali la specie non è stata rilevata, ancorché probabilmente presente, è compreso tra 4 e 5 (7.8% dei siti). Il modello indica come

<b>Modello</b>	<b>AIC</b>	<b>ΔAIC</b>	<b>w</b>	<b>K</b>	<b>ψ</b>	<b>SE(ψ)</b>	<b>p</b>	<b>SE(p)</b>
$\Psi(\text{No\_Record})$ , p(Eco, Veg)	198.68	0	0.5223	5	0.7810	0.0818	0.6071	0.0722
$\Psi(\text{No\_Record})$ , p(Eco)	200.08	1.40	0.2594	4	0.7592	0.0815	0.6287	0.0627
$\Psi(\cdot)$ , p(Eco, Veg)	201.90	3.22	0.1044	4	0.8200	0.0629	0.5923	0.0688
$\Psi(\text{No\_Record})$ , p(Veg)	203.29	4.61	0.0521	4	0.7727	0.0804	0.6107	0.0606
$\Psi(\cdot)$ , p(Eco)	204.55	5.87	0.0278	3	0.8000	0.0644	0.6112	0.0588
$\Psi(\text{Ultimo\_Record})$ , p(Veg)	206.06	7.38	0.013	4	0.7727	0.0812	0.6096	0.0621
$\Psi(\cdot)$ , p(Veg)	207.67	8.99	0.0058	3	0.8072	0.0645	0.5961	0.0584
$\Psi(\cdot)$ , p(Strutt)	207.92	9.24	0.0051	3	0.8236	0.0691	0.5846	0.0617
$\Psi(\text{No\_Record}, \text{Ultimo\_Record})$ , p(.)	208.67	11.28	0.0035	3	0.7339	0.0902	0.6578	0.0476
$\Psi(\text{Veg})$ , p(Veg)	209.64	10.96	0.0022	4	0.8218	0.1422	0.5916	0.0674
$\Psi(\text{No\_Record})$ , p(.)	209.96	11.28	0.0019	3	0.7347	0.0779	0.6572	0.0477
$\Psi(\text{Ultimo\_Record})$ , p(.)	212.39	13.71	0.0006	3	0.7435	0.0773	0.6515	0.0490
$\Psi(\cdot)$ , p(Veg)	213.16	14.48	0.0004	3	0.7635	0.0668	0.6386	0.0636
$\Psi(\text{Pend})$ , p(.)	214.00	15.32	0.0002	3	0.7394	0.0807	0.6500	0.0502
$\Psi(\text{Veg})$ , p(.)	214.00	15.32	0.0002	3	0.7365	0.0814	0.6519	0.0496
$\Psi(\cdot)$ , p(Ultimo_Record)	214.81	16.13	0.0002	3	0.8136	0.0674	0.5937	0.0589
$\Psi(\cdot)$ , p(Operatore)	214.95	16.27	0.0002	3	0.7506	0.0667	0.6607	0.0652
$\Psi(\text{Strutt})$ , p(.)	215.02	16.34	0.0001	3	0.7421	0.0877	0.6502	0.0497
$\Psi(\cdot)$ , p(Alt)	215.03	16.35	0.0001	3	0.7663	0.0652	0.6373	0.0617
$\Psi(\text{Acque})$ , p(.)	216.87	18.19	0.0001	3	0.7453	0.0790	0.6501	0.0493
$\Psi(\cdot)$ , p(.)	218.51	19.83	0	2	0.7481	0.0659	0.6489	0.0494
<b>Media ponderata (w)</b>					<b>0.7796</b>	<b>0.0792</b>	<b>0.6116</b>	<b>0.0680</b>

Tab. 3 – Procedura di selezione del modello (*Model selection*). Il modello più verosimile è quello caratterizzato dal minor valore di *AIC*. I modelli con *w* < 0.0001 non sono indicati, a eccezione del modello con  $\Psi$  e *p* costanti. *AIC* = Akaike information criterion, *w* = peso Akaike, *K* = numero di parametri del modello,  $\Psi$  = proporzione di siti occupati, *p* = probabilità di rilevamento, *SE* = errore standard.

siti potenziali gli oggetti no. 14, 23 e 47, rispettivamente situati sui corsi d'acqua Magliasina (Pura), Ticino (Lodrino) e Maggia (Locarno). Questo risultato appare plausibile, considerata la disponibilità di ambienti favorevoli e la prossimità con altre popolazioni da noi osservate. Altri due oggetti presso i quali la presenza della specie appare probabile in virtù della disponibilità di ambienti favorevoli e della prossimità con altre popolazioni sono il no. 46 (Claro) e il no. 31 (Golino). Tuttavia, tale valutazione non è confortata dai risultati del modello, ma si basa essenzialmente sulla nostra valutazione di campo. La diminuzione del 22% della proporzione di siti occupati stimata dal modello potrebbe a prima vista apparire preoccupante. Noi propendiamo per un'interpretazione più ottimistica, per i motivi illustrati qui di seguito. In primo luogo, la scomparsa della specie riguarda perlopiù zone caratterizzate da registrazioni sporadiche nella banca dati del KARCH: nell'85% degli oggetti con mancato rilevamento, il sito è infatti conosciuto grazie ad un'unica registrazione. Ciò suggerisce che le dinamiche di regressione riguardano siti caratterizzati da piccole popolazioni – se non addirittura da individui isolati – presso corsi d'acqua di dimensioni ridotte, come ad esempio il corso superiore della Verzasca e i torrenti Melezza, Isorno, Progero (Gudo), Mara, Sovaglia, Laveggio e Breggia. Segnaliamo a questo proposito che nel corso del 2007 è stato osservato un giovane individuo di *N. tessellata* anche in Val Verzasca (DUMMERMUTH, com. pers.). In secondo luogo, occorre considerare che i siti con registrazioni sporadiche nella banca dati del KARCH potrebbero essere frutto di errori di identificazione a livello di specie (confusione con *Natrix natrix*). Alcune registrazioni sembrano infatti riferirsi a esemplari non catturati e determinati a distanza, oppure morti e in

cattivo stato di conservazione, oppure ancora a osservazioni riportate da segnalazioni indirette. È il caso ad esempio degli oggetti no. 1 e 4 (regione del Mendrisiotto), e degli oggetti no. 34 e 35 (corso superiore della Verzasca). Alla luce di questi elementi, la diminuzione del 22% stimata dal modello potrebbe essere in realtà inferiore ed attestarsi su valori compresi tra il 10 e il 15%. Le cause di questa regressione sono verosimilmente da imputare all'incremento della copertura vegetale (imboschimento) e all'impatto negativo delle opere idrauliche, che hanno profondamente modificato l'ecomorfologia dei corsi d'acqua negli ultimi decenni e frammentato gli ambienti favorevoli (canalizzazioni, arginature in cemento o muratura senza fessure, ostacoli trasversali).

## CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati del monitoraggio 2006–2007, la situazione delle popolazioni di *N. tessellata* in Ticino appare sostanzialmente stabile. Localmente, alcune piccole popolazioni situate su corsi d'acqua secondari appaiono soggette a dinamiche di regressione o estinzione in seguito al deterioramento della qualità dell'habitat (imboschimento, sistemazione idraulica dei corsi d'acqua). Tuttavia, le popolazioni principali che si trovano sulle rive dei laghi Ceresio e Verbano e sui corsi d'acqua Ticino, Brenno, Maggia, Vedeggio e Tresa sono ben distribuite sul territorio e caratterizzate da effettivi localmente abbondanti. Malgrado la nostra valutazione positiva, lo statuto di specie minacciata secondo la Lista Rossa è pienamente giustificato, soprattutto considerata l'esiguità dell'area occupata a livello svizzero e la fragilità degli ambienti acquatici cui essa è legata.

Il presente lavoro costituisce la seconda fase di un progetto più vasto, iniziato nel 2004 con lo studio di tre popolazioni ticinesi di *N. tessellata* mediante la tecnica della radiotelemetria (CONELLI & NEMBRINI 2007). I dati raccolti in questi due studi saranno utilizzati per allestire un piano d'azione specifico a livello cantonale, comprendente proposte di provvedimenti di protezione e conservazione dei biotopi considerati prioritari. Occorrerà in particolare tutelare le popolazioni principali sopra menzionate mediante provvedimenti mirati di protezione e valorizzazione, quali ad esempio la gestione della vegetazione, la creazione di strutture per termoregolazione, deposizione delle uova e svernamento, e la rivitalizzazione dei corsi d'acqua.

## RINGRAZIAMENTI

Il presente studio è stato svolto con il sostegno del Museo cantonale di storia naturale di Lugano. Si ringraziano i finanziatori, senza i quali la realizzazione del progetto non sarebbe stata possibile: Ufficio federale dell'ambiente (UFAM); Ufficio cantonale della natura e del paesaggio (UNP); Graf Fabrice von Gundlach & Payne Smith – Stiftung (GR); Fondazione Bolle di Magadino (FBM); Pro Natura Ticino; Pro Natura Svizzera; Migros Kulturprozent (ZH); Ella & J. Paul Schnorf Stiftung (ZH); Museo cantonale di storia naturale (MCSN); Centro di coordinamento per la protezione degli anfibi e dei rettili in Svizzera (KARCH). Ringraziamo vivamente coloro che ci hanno aiutato durante l'allestimento del progetto, la ricerca dei fondi, il lavoro di terreno, come pure con consigli pratici e con la rilettura critica del testo: Alessandro Fossati, Serge Misslin, Jean Claude Monney, Andreas Meyer, Nicola Patocchi, Giuliano Greco.

## BIBLIOGRAFIA

- AUSTIN M. P., 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling* 157: 101–118.
- CONELLI A. E. & NEMBRINI M., 2007. Studio radiotelemetrico dell'habitat della Biscia tessellata, *Natrix tessellata* (LAURENTI, 1768) in tre popolazioni del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali* 95: 45–54.
- DUSEJ G. & BOLZERN H., 2001. I rettili delle Bolle di Magadino. In: Contributo alla conoscenza delle Bolle di Magadino, Fondazione Bolle di Magadino, 2001, pp. 159–172.
- FOSSATI A. & MADDALENA T., 2003. Strategia cantonale per lo studio e la protezione di Anfibi e Rettilli, Principi e indirizzi. Ufficio cantonale natura e paesaggio, Museo cantonale di storia naturale, Esperto del KARCH. Repubblica e Cantone Ticino, 30 pp.
- GRUSCHWITZ M., LENZ S., MEBERT K. & LANKA V., 1999. *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) – Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Bd. 3/IIA, Schlangen II, W. Böhme (ed.), AULA-Verlag, Wiesbaden, Germany: 581–644.
- HOFER U., MONNEY J.C. & DUSEJ G., 2001. I rettili della Svizzera: Distribuzione, habitat, protezione. Birkhäuser Verlag, Basel, 202 pp.
- HÜTTE, M. & NIEDERHAUSER, P., 1998. Ecomorphologie niveau R (région). Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. L'environnement pratique Nr. 27, Office fédéral de l'environnement (OFEV), Bern, 49 pp.
- KÉRY M., 2002. Inferring the absence of a species – A case study of snakes. *Journal of Wildlife Management* 66: 330–338.
- KÉRY M. & SCHMID H., 2004. Monitoring programs need to take into account imperfect species detectability, *Basic and Applied Ecology* 5: 65–73.
- KNAPP R.A., MATTHEWS K. R., PREISLER H. K., JELLISON R., 2003. Developing probabilistic models to predict amphibian site occupancy in a patchy landscape. *Ecological Applications* 13, 1069–1082.
- LUISELLI L., 2006. Site occupancy and density of sympatric Gaboon viper (*Bitis gabonica*) and nose-horned viper (*Bitis nasicornis*). *Journal of Tropical Ecology* 22: 555–564.
- MACKENZIE D. I., NICHOLS J. D., LACHMAN G. B., DROEGE S., ROYLE J. A. & LANGTIMM C. A., 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83: 2248–2255.
- MACKENZIE D. I., NICHOLS J. D., HINES J. E., KNUTSON M. G., & FRANKLIN A. B., 2003. Estimating site occupancy, colonization and local extinction probabilities when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84: 2200–2207.
- MEBERT K., 1993. Untersuchungen zur Morphologie und Taxonomie der Würfelnatter *Natrix tessellata* (Laurenti 1768) in der Schweiz und im südlichen Alpenraum. Diplomarbeit am Zoologischen Museum der Universität Zürich, 84 pp.
- MEBERT, K., 1996. Comparaison morphologique entre des populations introduites et indigènes de *Natrix tessellata* de l'Arc Alpin. – *Bull. Soc. Herp. Fr.* 80: 15–25.
- MEBERT, K., 2001. Die Würfelnatter am Lopper. – Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden (NAGON), Grafenort, Schweiz: 156–161.
- MEBERT, K., 2007. Die Würfelnatter am Brienzersee. In: *Jahrbuch 2007 Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee*, UTB Thun, Switzerland: 169–180.
- MONNEY J.-C., MEYER A., 2005. Rote Liste der gefährdeten Reptilien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 50 pp.
- PELLET J. & SCHMIDT B. R., 2005. Monitoring distributions using call surveys: estimating site occupancy, detection probabilities and inferring absence. *Biological Conservation* 123(I): 27–35.
- PRESTON F. W., 1979. The Invisible Birds. *Ecology*: 60 (3): 451–454.
- THOMPSON W. L., WHITE, G. C. & GOWAN C., 1998. Monitoring vertebrate populations. Academic Press, San Diego, California, USA.
- YOCOZO N. G., NICHOLS J. D. & BOULINIER T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 446–453.