

CO noscere e M onitorare la B iodiversità in Emilia-Romagna

«IL PROGETTO COMBI 2022-24
RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

NOME RELATORE Martina Narcisi
NOME ENTE Università di Bologna – Dip. di Scienze Statistiche
TITOLO INTERVENTO L'indagine campionaria

24 GIUGNO 2024
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
TERZA TORRE
SALA 20 MAGGIO 2012
VIALE DELLA FIERA, 8 | BOLOGNA



BIO DIVERSITA'
in Emilia-Romagna

L'indagine campionaria

Metodo di campionamento, mappe di idoneità e stime dei parametri di popolazione

Lavoro congiunto con il Prof. **Fedele Greco** *del Dip. di Scienze Statistiche «Paolo Fortunati» UNIBO*

CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO



Obiettivi

Dopo che sono state individuate le specie da associare al campionamento statistico per l'indagine campionaria del 2023 e 2024, i nostri **obiettivi** sono stati:

- Impostazione e miglioramento del **piano di campionamento** usato per il *Piano di Monitoraggio Regionale* a lungo termine della biodiversità per tutte le specie animali e vegetali di interesse conservazionistico elencate nell'Appendice A (ad esclusione delle specie strettamente marine);
- **Creazione di uno strumento** capace di **costruire mappe di idoneità** in maniera efficiente ed agevole per i partner utilizzando il software R;
- Sintesi dei risultati

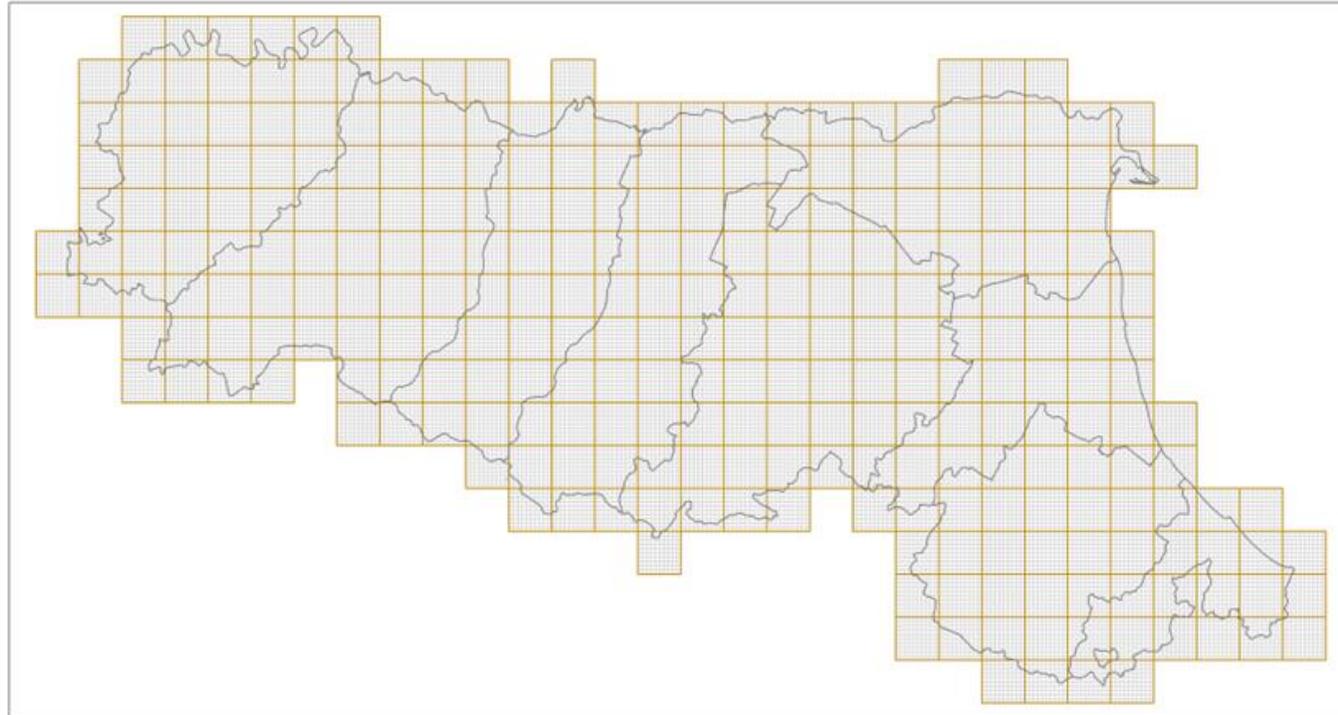
Introduzione

Con lo scopo di realizzare un accurato **monitoraggio dello stato di conservazione della biodiversità nella regione Emilia-Romagna**, basato su criteri statistici, è stato utilizzato il disegno di campionamento a probabilità variabile su base nazionale proposto in Fattorini et al. (2022)

 *Fattorini L., Cervellini M., Franceschi S., Di Musciano M., Zannini P., Chiarucci A. (2022)
A sampling strategy for assessing habitat coverage at a broad spatial scale,
Ecological Indicators, Volume 143.*

nell'ambito del Piano Nazionale di Monitoraggio (PNM), riadattandolo alla **scala regionale**.

Il territorio della regione Emilia-Romagna viene suddiviso in una griglia regolare di **quadrati 10km x 10km**, a loro volta suddivisi in ulteriori 100 **celle 1km x 1km** in modo da permettere una migliore ricerca della presenza delle singole specie in esame. Inoltre, ogni cella a sua volta è divisa in 100 **pixel 100m x 100m**.



283 quadrati
23 225 celle

Mappe di idoneità

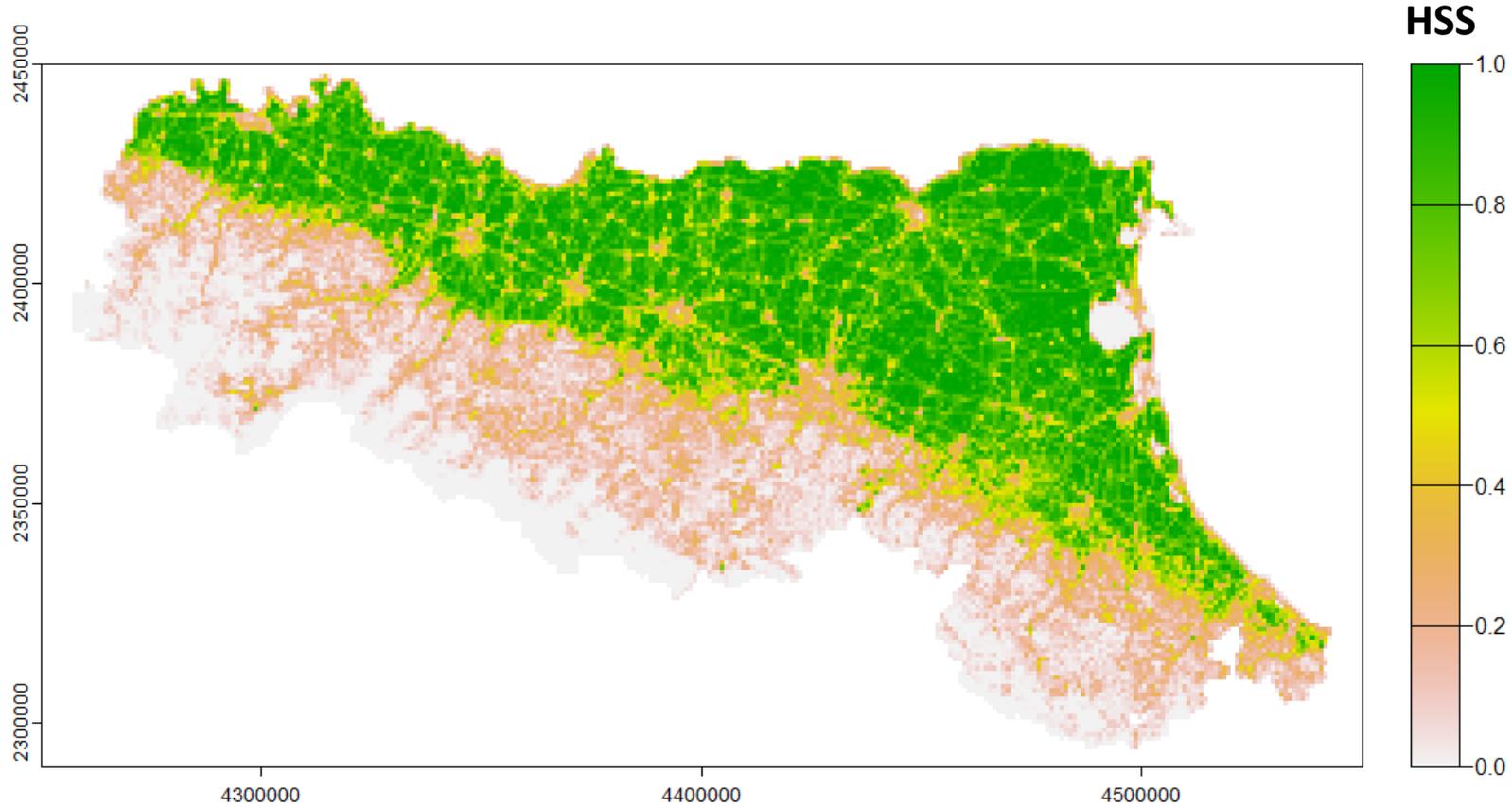
L'input fondamentale per la costruzione del piano relativo ad una specie è **la mappa di idoneità**, ottenuta su una griglia di risoluzione 1km x 1km: ad ogni cella viene assegnato un punteggio di idoneità per ogni singola specie: **habitat suitability score (HSS)**.

Essa è l'informazione ausiliaria che guida il campionamento delle celle assegnando ad ognuna una **probabilità di inclusione del primo ordine** proporzionale al valore dell'indicatore HSS.

Per questo progetto, sono state create ex novo le mappe di idoneità per le specie di Appendice A. Infatti, è stato sviluppato uno strumento apposito, che, ricevuti in input una selezione di **layer** rilevanti per l'assegnazione dell'idoneità alle singole specie, genera in output la relativa **mappa di idoneità** e una **tabella** in cui sono riportati i layer utilizzati per la costruzione della mappa con le rispettive modalità ed i pesi assegnati dagli esperti.

Esempio di mappe di idoneità

Arvicola italicus – R958



CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

Layer cartografici

Con lo scopo di implementare le mappe di idoneità, le principali variabili di interesse indicate dagli esperti dei vari gruppi tassonomici sono state le seguenti:

altimetria, esposizione, geologia, pedologia, corpi idrici naturali e artificiali, sbarramenti nei corsi d'acqua, zonazione ittica, uso del suolo, impermeabilizzazione del suolo, rete stradale, copertura arborea, tipologia di foreste, struttura del bosco, tipologia di vegetazione, tipo di habitat di rilevanza naturalistica, grotte.

A partire dalle variabili indicate sono stati ricercati i **layer** correlati sul portale Copernicus dell'UE, sul geoportale regionale, sul portale minERva della Direzione Generale regionale Cura del Territorio e dell'Ambiente, sul webgis curato dal Settore aree protette, foreste e sviluppo zone montane della Regione Emilia-Romagna, nonché detenuti presso altri Settori regionali e Arpae.

Per ogni layer a disposizione sono stati selezionati gli **attributi** di interesse da importare al fine di implementare il tool per l'attribuzione dei pesi alle variabili.

Procedimento per la costruzione delle mappe di idoneità

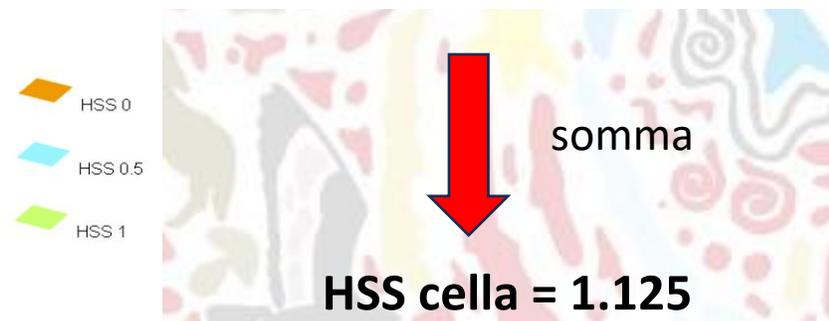
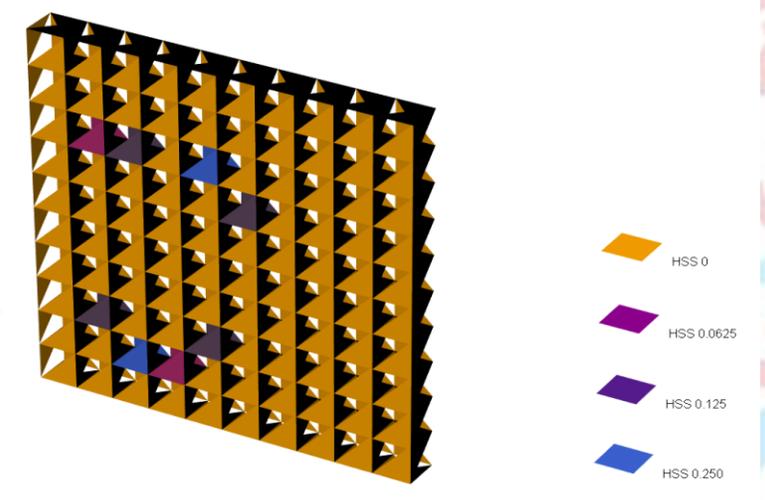
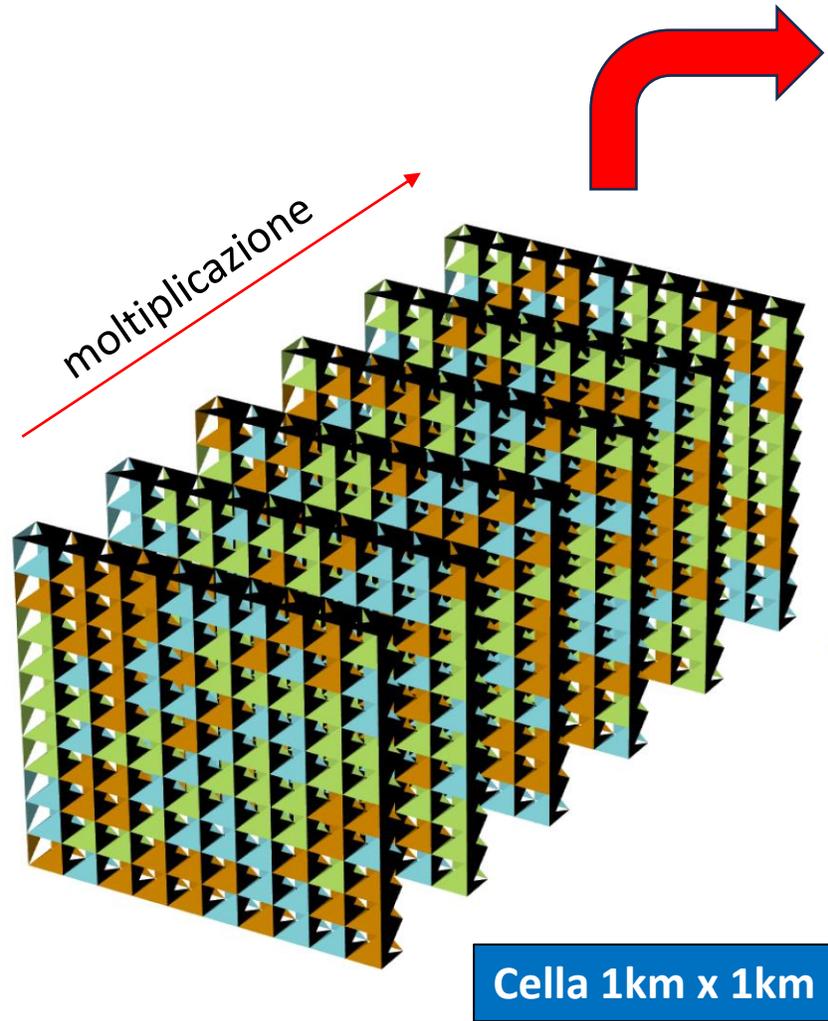
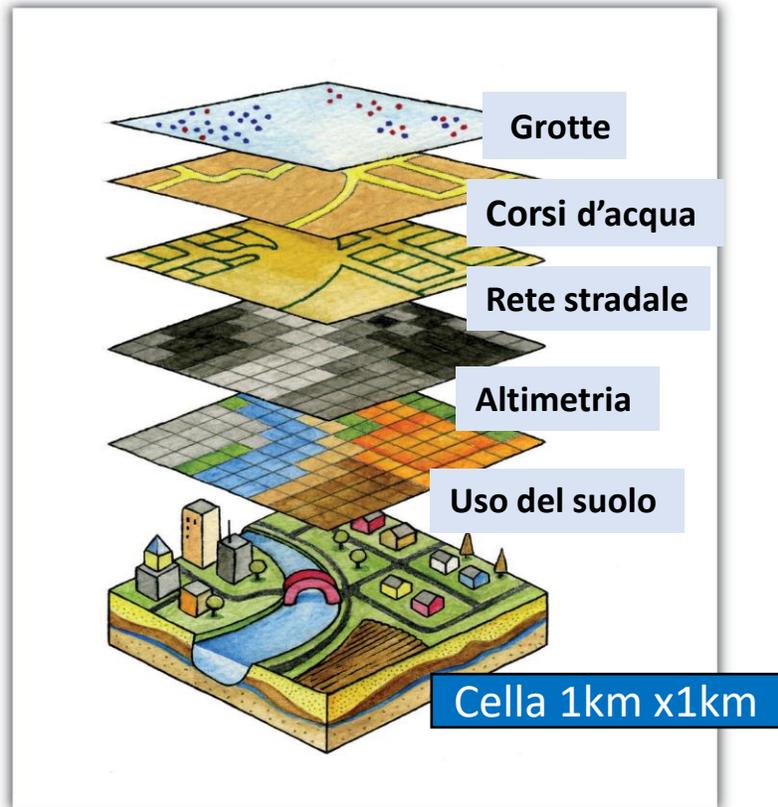
Per tutte le specie (o gruppi di specie) considerate, gli esperti dei vari gruppi tassonomici hanno assegnato uno dei seguenti pesi a ciascuna modalità delle variabili:

- "0" (idoneità nulla),
- "0,5" (idoneità intermedia)
- "1" (idoneità elevata).

Selezionati tutti i layer ritenuti rilevanti per una specie in esame, il punteggio finale in ogni pixel 100mx100m è stato calcolato in **maniera moltiplicativa**. Poiché l'estrazione del campione avviene per celle di 1km x 1km, all'interno di ogni cella il punteggio di idoneità è stato ottenuto come la **somma** di quello dei pixel che la compongono.

Qualora i partner lo abbiano ritenuto opportuno, è stata realizzata un'unica mappa di idoneità per più specie che condividessero caratteristiche ecologiche simili, portando ad una **riduzione dello sforzo campionario**.

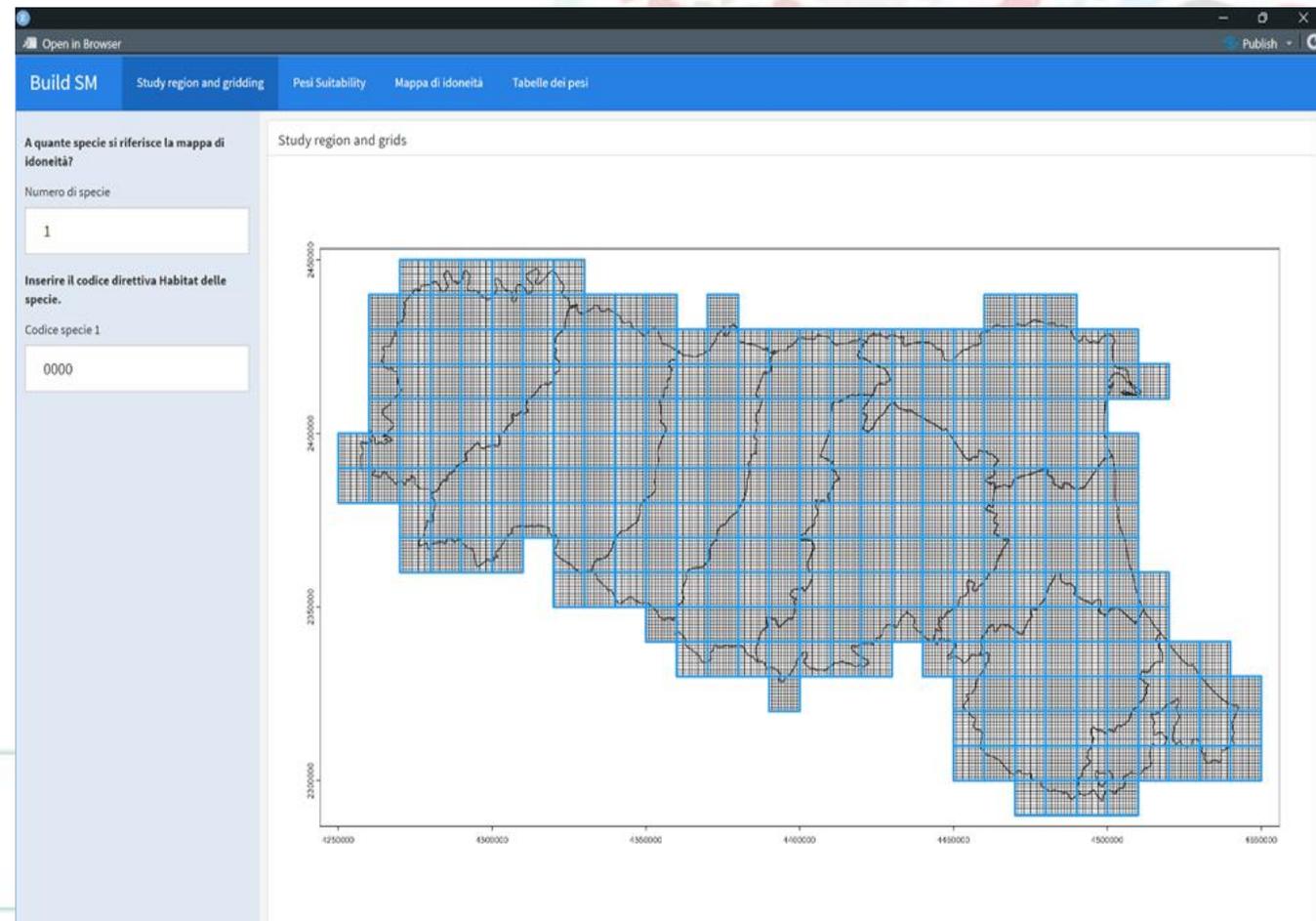
Viene mostrato cosa accade in una specifica cella 1km x 1km:



Descrizione del tool implementato

Al fine di esporre in modo chiaro il processo di costruzione alla base delle mappe di idoneità, si riportano di seguito gli steps previsti dal tool che conducono alla creazione di una nuova mappa di idoneità.

Step 1 - Inserimento codici specie



The screenshot displays the 'Build SM' web application interface. The main navigation bar includes 'Build SM', 'Study region and gridding', 'Pesi Suitability', 'Mappa di idoneità', and 'Tabelle dei pesi'. The current step is 'Study region and gridding'. On the left, a form asks 'A quante specie si riferisce la mappa di idoneità?' with 'Numero di specie' set to '1'. Below, it asks 'Inserire il codice direttiva Habitat delle specie.' with 'Codice specie 1' set to '0000'. The main area shows a map titled 'Study region and grids' with a blue grid overlay on a study region. The map axes range from 4250000 to 4550000 on the x-axis and 2300000 to 2450000 on the y-axis.

Descrizione del tool implementato

Build SM Study region and gridding Pesil Suitability Mappa di idoneità Tabelle dei pesi

Scegli il layer
Altitudine

Numero di classi
4

Cut 1 Altitudine
0 300 2,145.9

Cut 2 Altitudine
0 1,000 2,145.9

Cut 3 Altitudine
0 1,600 2,145.9

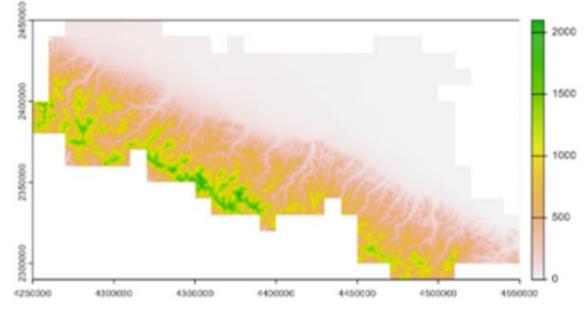
Suit 1 Altitudine
0.5

Suit 2 Altitudine
1

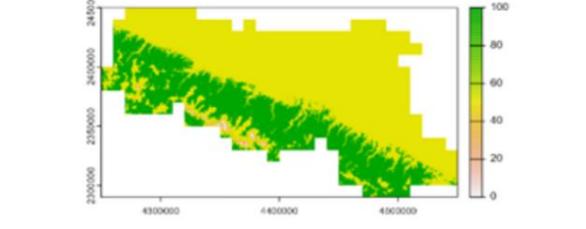
Suit 3 Altitudine
0.5

Suit 4 Altitudine
0

Layer di partenza - Altitudine



Pesi idoneità (celle 1kmx1km)



Salvataggio - Premi qui quando hai terminato con questo layer

Ho terminato con questo layer

Lista dei layers che contribuiscono alla mappa di idoneità:
Altitudine

Mappa salvata

Al momento per questo layer hai salvato questa mappa (celle 100mx100m)

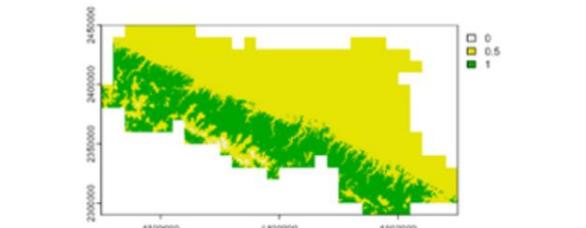


Tabella di ricodifica

Show 10 entries Search:

left	right	suitability
0	300	0.5
300	1000	1
1000	1600	0.5
1600	2145.8918457031	0

Showing 1 to 4 of 4 entries Previous 1 Next

Step 2 - Scelta layer di interesse e assegnazione pesi

Si prenda in considerazione un layer di tipo quantitativo, ad esempio *l'Altitudine*..

Descrizione del tool implementato

The screenshot shows a web-based GIS tool interface with the following components:

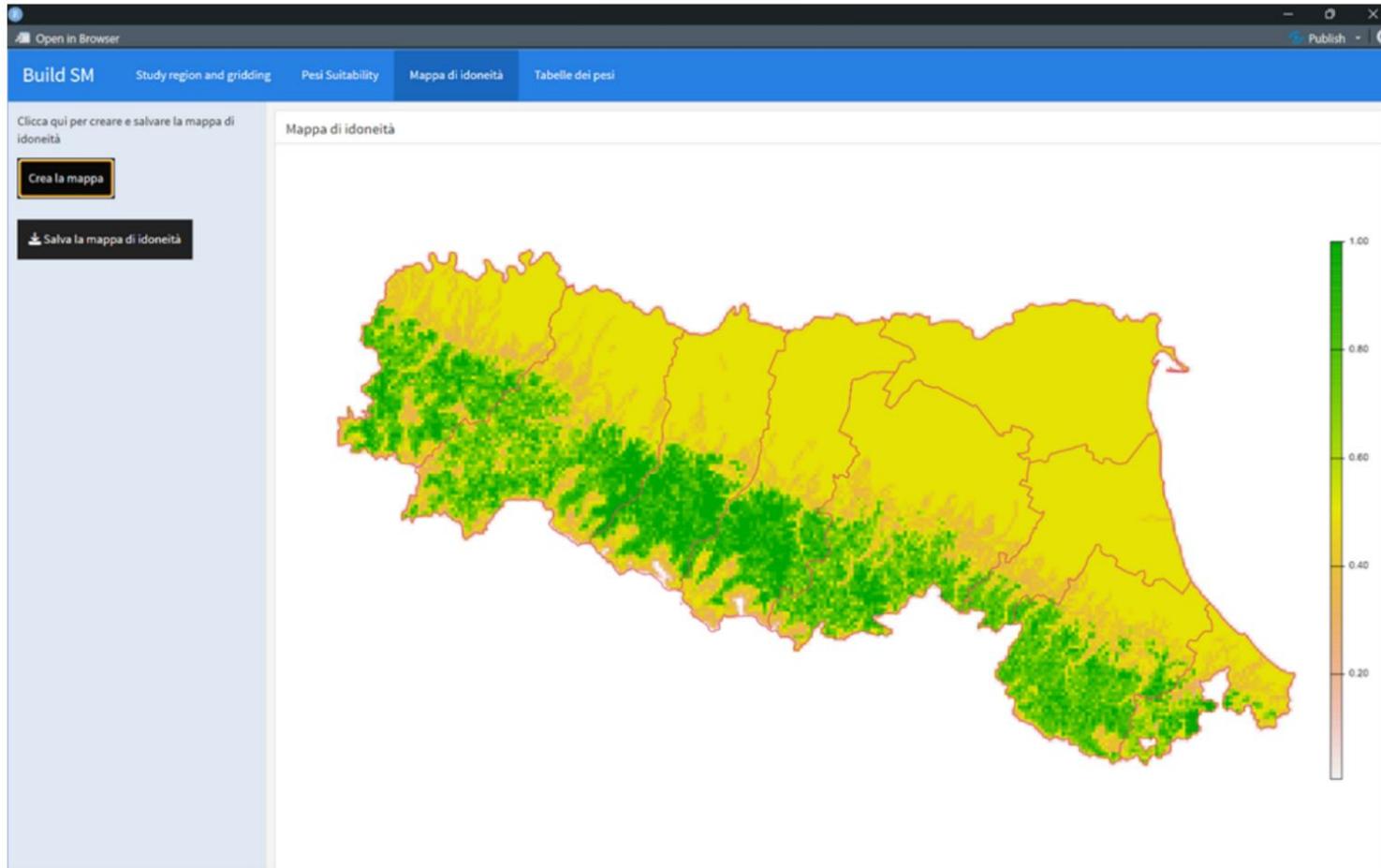
- Navigation:** "Open in Browser" and "Publish" buttons.
- Menu:** "Build SM", "Study region and gridding", "Pesi Suitability", "Mappa di idoneità", "Tabelle dei pesi".
- Left Panel (Layer Selection):**
 - "Scegli il layer": "Corsi acqua naturali" (selected).
 - "Numero di classi": 3.
 - "Class 1 Corsi acqua naturali": "Canale, Emissario, Fosso, Ri".
 - "Class 2 Corsi acqua naturali": "Diramazione, Salto, Scolo".
 - "Suitability 1 Corsi acqua naturali": 0.
 - "Suitability 2 Corsi acqua naturali": 0,5.
 - "Suitability 3 Corsi acqua naturali": 1.
- Main Map Area:**
 - Layer di partenza - Corsi acqua naturali:** A map showing a network of water features with a legend including Assenti, Canale, Cavo, Diramazi, Emissari, Fiume, Fosso, Lago, Rio, Ruscelli, Salto, Scolo, and Torrenti.
 - Pesi idoneità (celle 1kmx1km):** A heatmap showing suitability scores from 30 to 100.
 - Salvataggio:** A button "Ho terminato con questo layer".
 - Lista dei layers che contribuiscono alla mappa di idoneità:** A list containing "Alitudine, Corsi acqua naturali".
 - Mappa salvata:** A smaller heatmap showing suitability scores from 0 to 1.
- Bottom Panel (Table):**
 - "Tabella di ricodifica": Search field and "Show 10 entries".
 - Table with columns "Category" and "Suitability":

Category	Suitability
Canale	0
Emissario	0
Fosso	0
Rio	0
Diramazione	0,5
Salto	0,5
 - "Showing 1 to 10 of 13 entries" and pagination controls.

Step 2 - Scelta layer di interesse e assegnazione pesi

Si prenda in considerazione un layer di tipo qualitativo, ad esempio i *Corsi d'acqua naturali*..

Descrizione del tool implementato



Step 3 – Stampa e salvataggio della mappa di idoneità ultimata.

CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

Mappe di distribuzione attuale

Sotto la **soglia** di idoneità pari a **0.05**, le celle non sono state campionate ai fini dell'ottimizzazione del monitoraggio: considerando sotto tale valore una idoneità nulla. Ciò consente di ridurre la numerosità campionaria totale.

Inoltre, una volta fatta questa modifica, il valore di idoneità, viene ricalcolato tenendo conto della **distribuzione attuale** pesata per i seguenti valori di **range**:

- 1 ai quadrati di **presenza**,
- 0.5 ai quadrati di **range**,
- 0.8 ai quadrati di **range** per le specie la cui distribuzione è in **espansione** o **poco nota**
- 0.1 ai quadrati **esterni**

Ottenendo così un valore finale di idoneità in maniera moltiplicativa come segue:

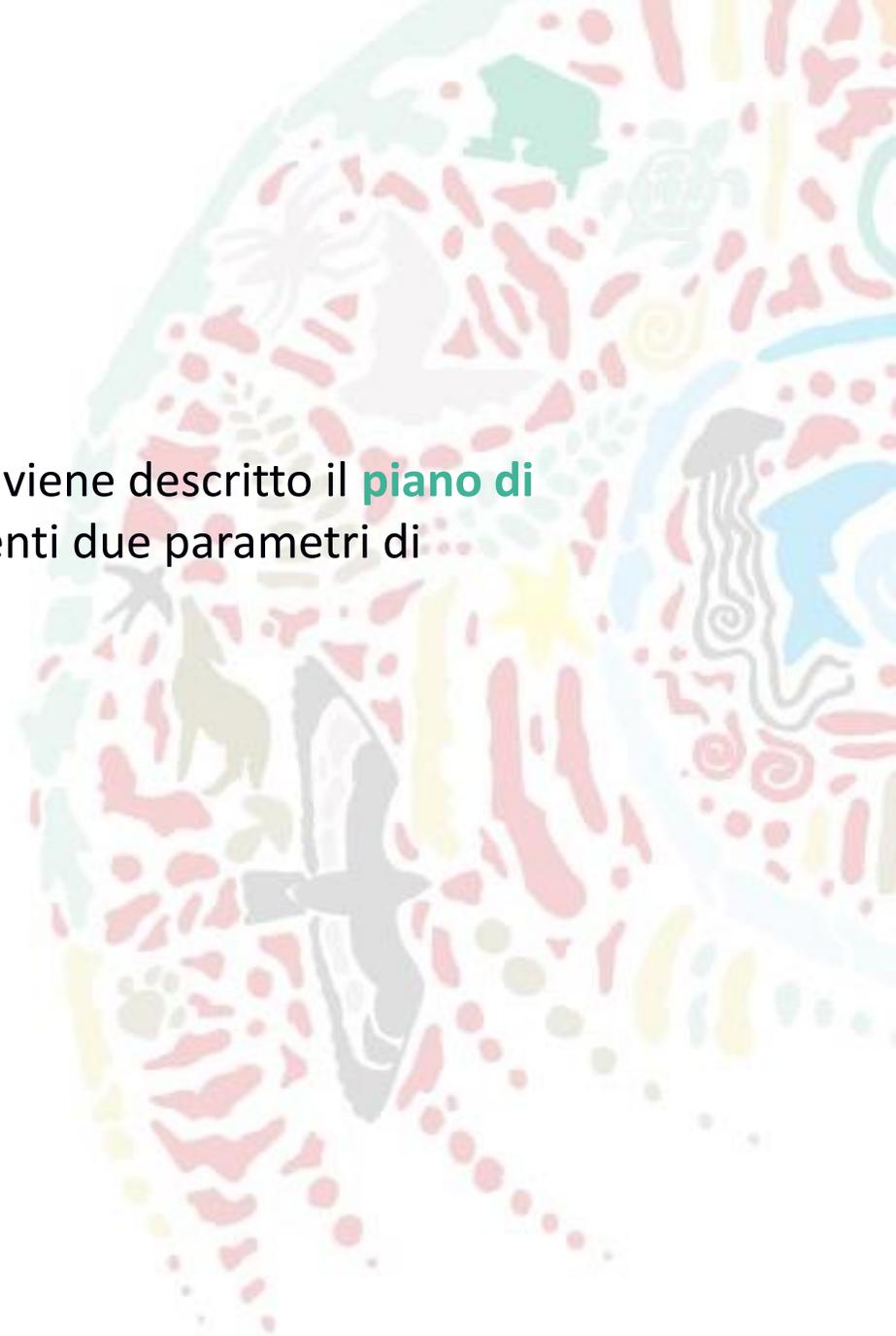
$$HSS_{finale} = HSS_{mappa\ idoneità} \times range$$

Procedimento statistico di estrazione delle celle

Dopo aver illustrato come sono state realizzate le mappe di idoneità, viene descritto il **piano di campionamento** adottato, che ha come fine quello di stimare i seguenti due parametri di popolazione:

- ❖ la superficie occupata
- ❖ Il numero degli individui

dalle diverse specie selezionate per l'indagine.



Fasi di estrazione delle celle

➤ Fase 1

➤ Stadio 1:

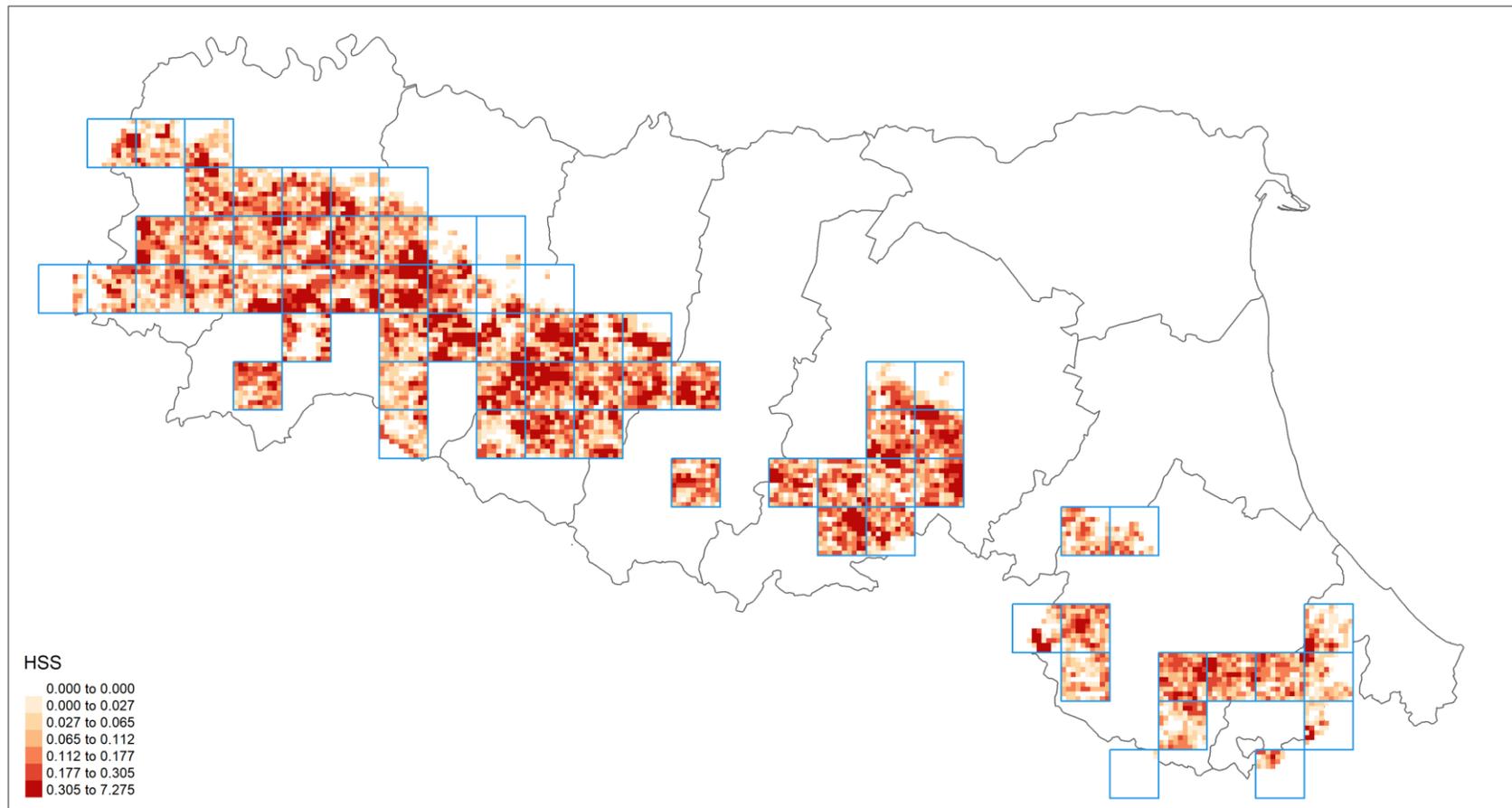
Sia M il numero totali di quadrati sottoposti a campionamento tale che $HSS > 0$, lo sforzo di campionamento “ideale” determinato sulla base di diversi studi di simulazione e ispirandosi al lavoro di Fattorini et al. (2022), viene ricavato adottando la seguente procedura di calcolo:

$$m = \begin{cases} M & \text{se } M < 8 \\ 7.67 + 0.042 \times M & \text{se } 8 \leq M \leq 200 \\ 0.08 \times M & \text{se } M > 200 \end{cases}$$

Dopo aver costruito m cluster spaziali che vengono ottenuti implementando l’algoritmo delle **k-medie**, viene estratto un campione casuale di *quadrati* di dimensione m .

Esempio: *Himantoglossum adriaticum*

M = 70

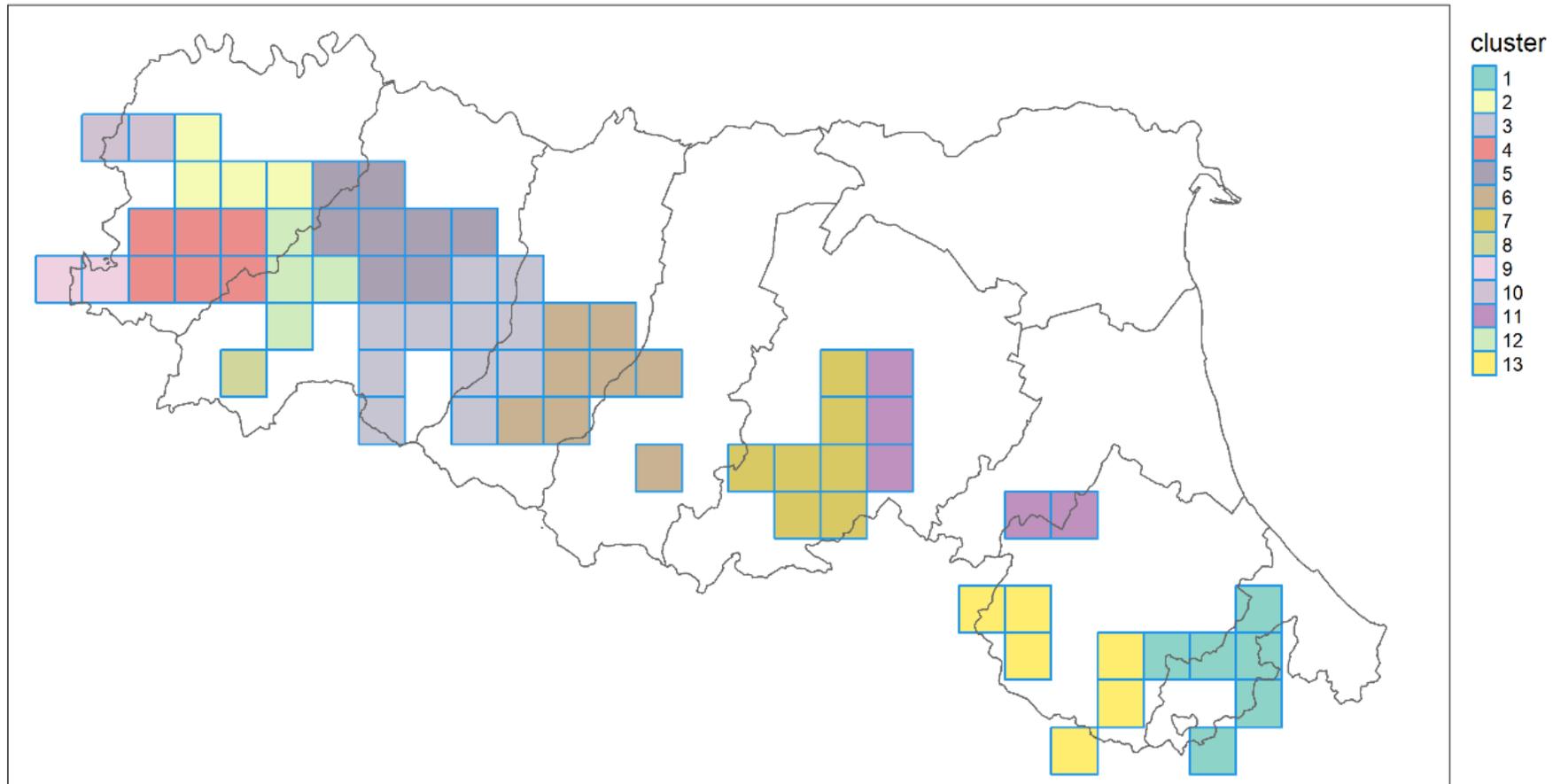


CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

Esempio: *Himantoglossum adriaticum*

m = 13



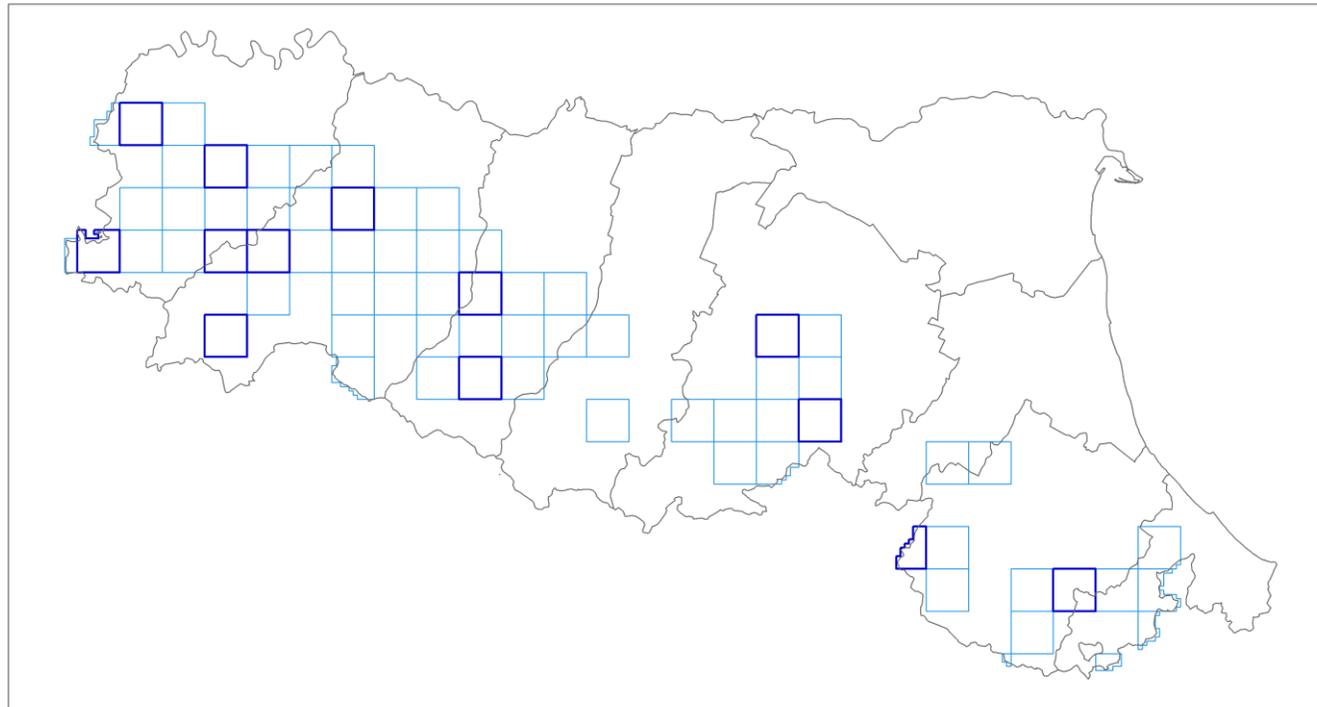
CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

Esempio: *Himantoglossum adriaticum*

Una volta ottenuti gli m cluster, in ognuno di essi viene campionato un quadrato con il metodo **one-per-stratum sampling** e con probabilità di inclusione del primo ordine proporzionale ai valori del HSS.

I **quadrati** campionati in questo step rappresentano il **campione di prima fase, primo stadio**.



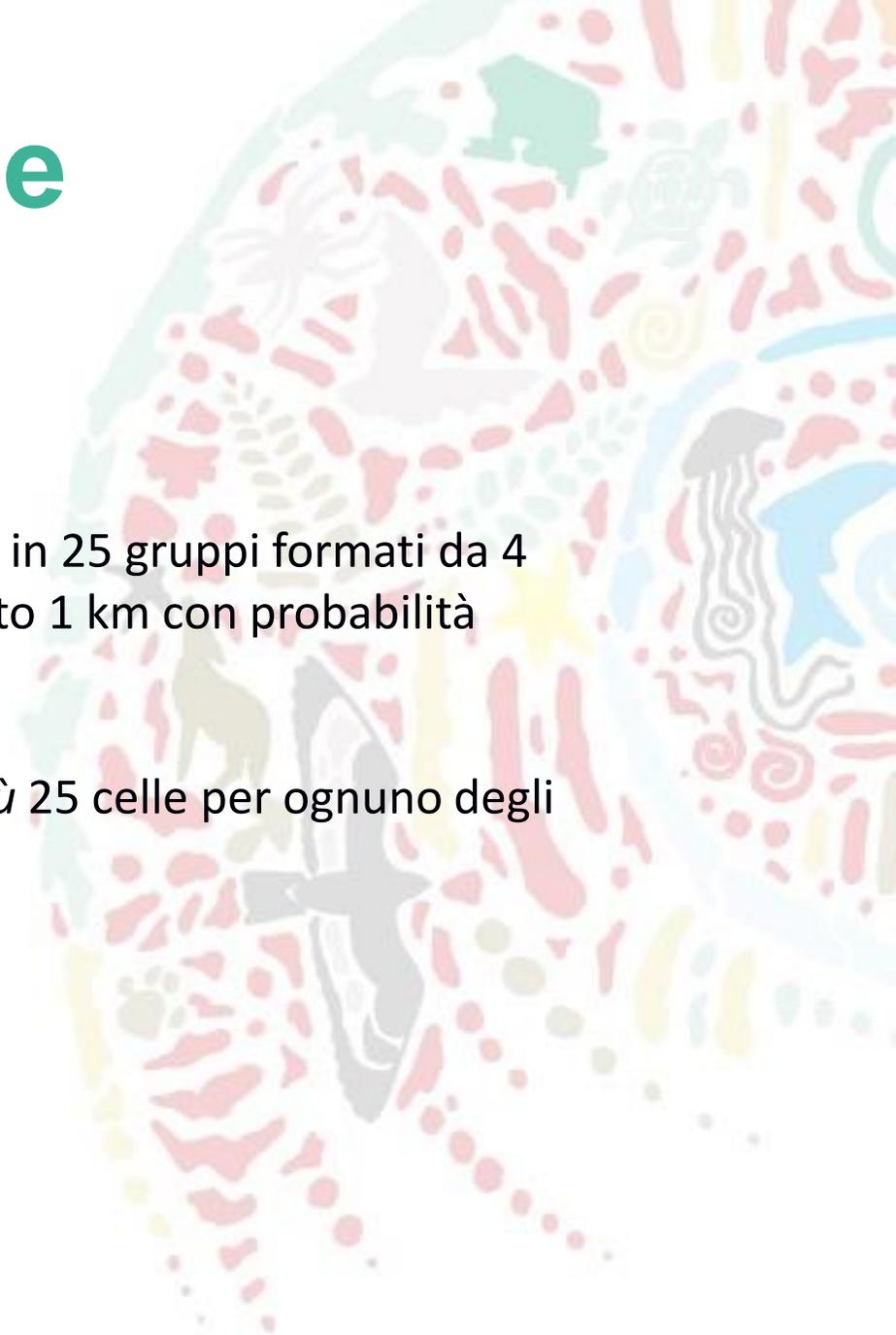
Fasi di estrazione delle celle

➤ **Fase 1**

➤ **Stadio 2:**

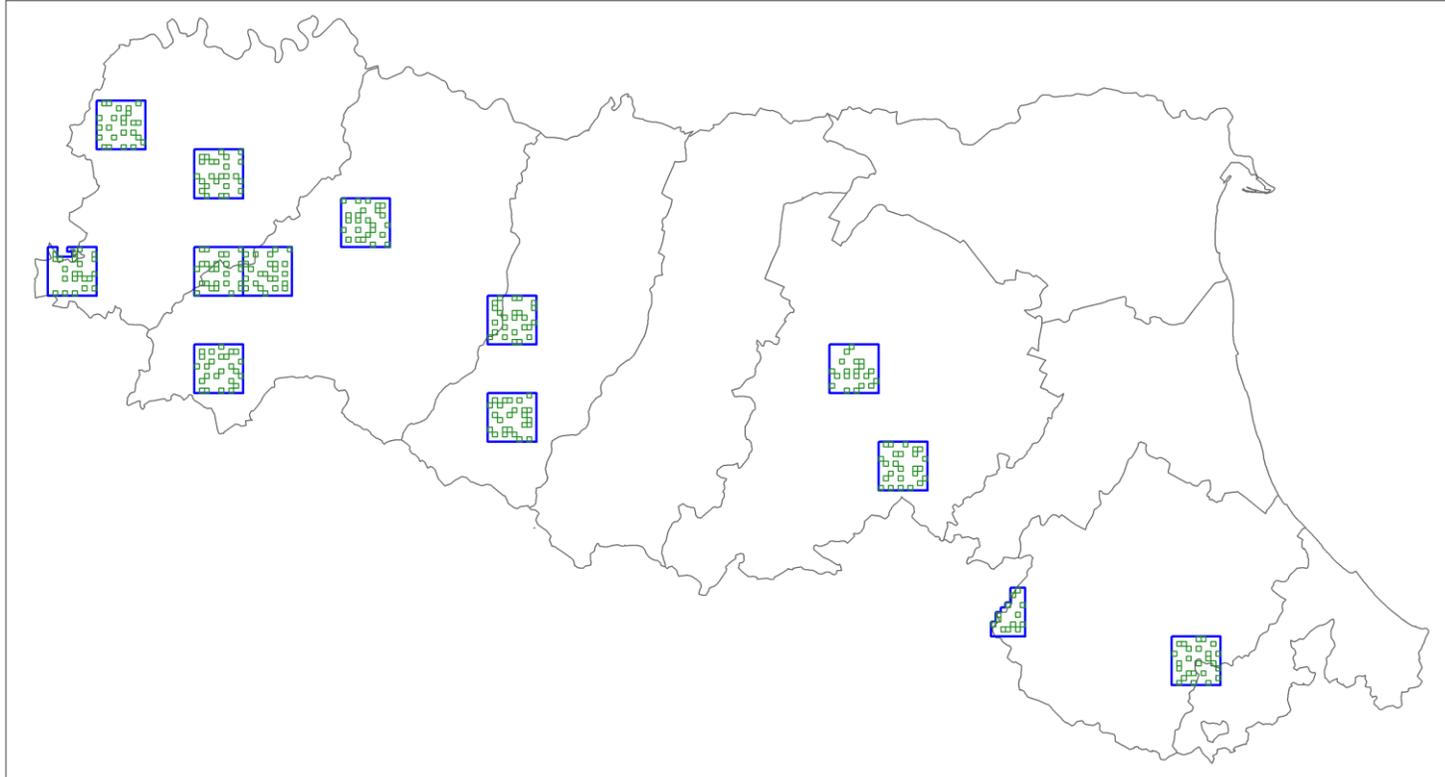
Vengono raggruppare le celle 1kmx1km dei quadrati campionati in 25 gruppi formati da 4 celle adiacenti. Per ciascun gruppo, viene estratta una cella di lato 1 km con probabilità ancora una volta proporzionale all'HSS.

Quindi, alla fine della prima fase saranno state campionate *al più* 25 celle per ognuno degli *m* quadrati campionati nella fase precedente.



Esempio: *Himantoglossum adriaticum*

Le **celle** campionate in questo step rappresentano il **campione di prima fase, secondo stadio**.



Fasi di estrazione delle celle

➤ Fase 2:

Questa fase prevede di estrarre un campione di al più 4 celle per ciascuno degli m quadrati campionati nella fase 1.

Se il numero di celle campionate in un quadrato nella fase 1 è minore o uguale di 4, tutte le celle vengono incluse nel campione. Altrimenti, si procede adottando lo schema di campionamento **Sampford** che prevede una selezione senza reinserimento di 4 celle su quelle ottenute nella fase precedente utilizzando ancora una volta probabilità di inclusione del primo ordine proporzionali all'indice di idoneità.

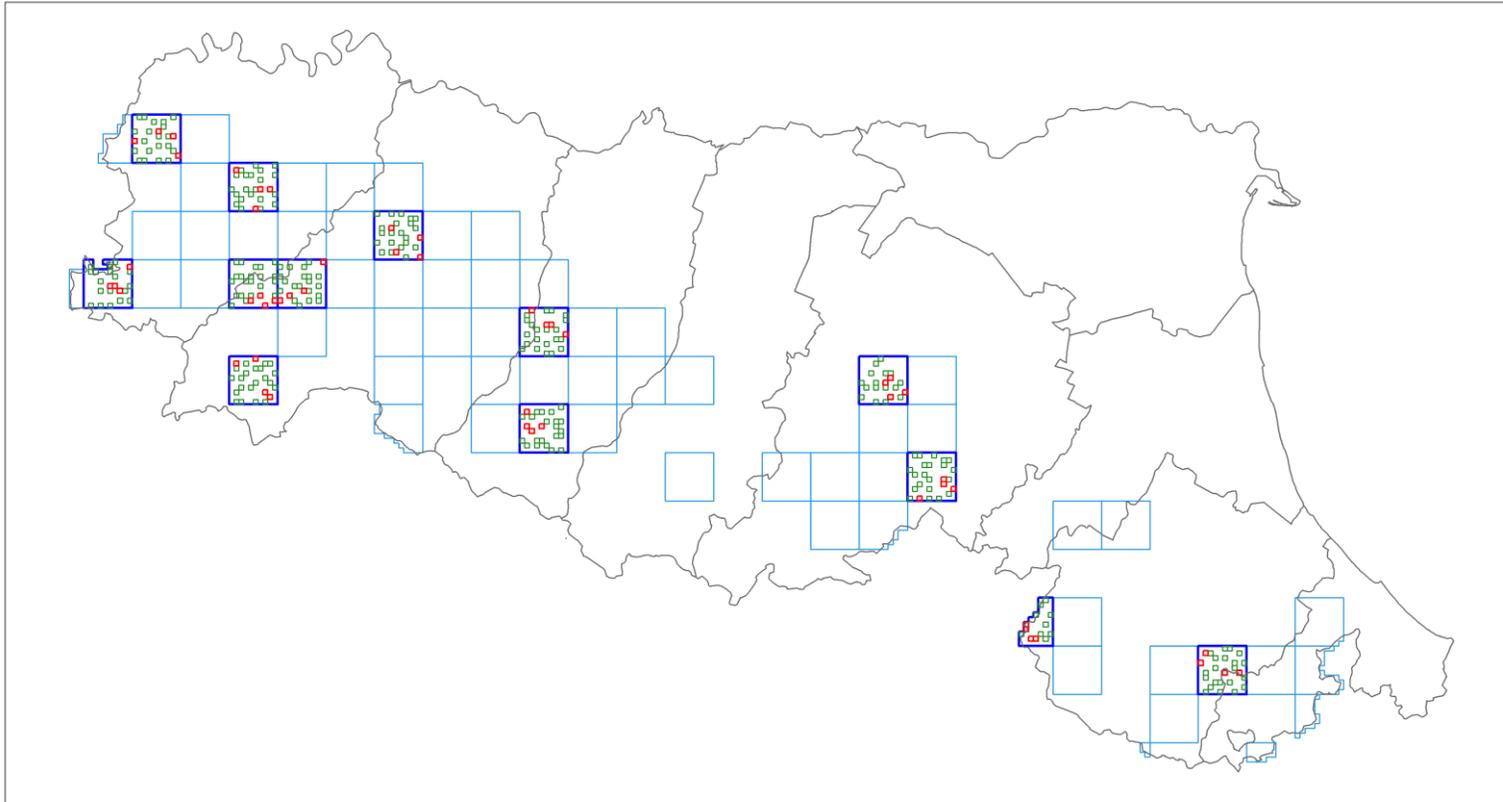
Il numero di celle campionate, e quindi la **numerosità campionaria**, sarà al più

$$n = m \times 4$$

Esempio: *Himantoglossum adriaticum*

Le **celle** campionate in questo step rappresentano il **campione finale di seconda fase**.

n = 52



Su richiesta dei partner del progetto, In caso di impossibilità nel raggiungere il sito o di una validazione negativa tramite le verifiche a video, è stato predisposto anche un **campione di sostituzione**.

Indagine campionaria 2024

All'indagine campionaria 2024 sono state associate ben **130 specie**. Per ridurre lo *sforzo di campionamento*, le specie con *caratteristiche ecologiche simili* sono state raggruppate, ottenendo così **72 gruppi** di specie dai quali sono stati estratti i campioni statistici.

Codice specie	N. quad. accesi (M)	N. campionaria (n)
H1866	267	84
H4104	273	88
R10190-R10191	150	49
R10731	108	48
R10827	125	52
R11672	11	23
R12024-R12856-R12598-R10550	267	84
R13710	280	88
R13966	230	72
R13967-R10682	281	88
R13974	110	48
...

Viene riportato un estratto della tabella che riporta **il numero di quadranti accesi** e la **numerosità campionaria** per ognuno dei raggruppamenti di specie.

Indagine campionaria 2023

Per l'indagine campionaria del 2023 i partner del progetto hanno proposto le seguenti specie da sottoporre a campionamento statistico:

- **Mammiferi non volatori:** *Muscardinus avellanarius*, *Martes martes* e *Felis silvestris*;
- **Mammiferi volatori:** *Barbastella barbastellus*;
- **Pesci:** *Aphanius fasciatus*, *Salmo ghigii*, *Barbus caninus*, *Barbus plebejus* e *Knipowitschia panizzae*;
- **Flora:** *Himantoglossum adriaticum* e *Cladonia group*.

Risultati delle stime

Partner	Specie	Stima superficie km ²	Varianza	CV	Est. inferiore IC	Est. superiore IC
Unibo	Cladonia	7826	1285083	0.1448	5556	10094
	Himantoglossum adriaticum	553	35941	0.3432	173	932
Ispra-Uninsubria	Muscardinus avellanarius	1124	48545	0.1961	683	1564
	Felis silvestris	3746	964401	0.2622	1032	5960
	Martes martes	7237	1221275	0.1527	5027	9447
Uninsubria	Barbastella barbastellus	133	4499	0.5053	0	276
	Barbus caninus	301	8041	0.2976	122	481
Unipr	Barbus plebejus	846	88510	0.3518	251	1441
	Salmo ghigii	0	0	0	0	0
Unife	Aphanius fasciatus	26	70	0.3207	9	43
	Knipowitschia panizzae	22	124	0.5113	0	44

Partner	Specie	Stima n. individui	Varianza	CV	Est. inferiore IC	Est. superiore IC
Unibo	Himantoglossum adriaticum	65635	3786433750	0.9375	0	188703
Ispra-Uninsubria	Muscardinus avellanarius	2859	407822	0.2234	1581	4136
Uninsubria	Barbastella barbastellus	155	5404	0.4740	8	302
	Barbus caninus	1234	159359	0.3236	435	2032
Unipr	Barbus plebejus	19993	198338063	0.7044	0	48159
	Salmo ghigii	0	0	0	0	0
Unife	Aphanius fasciatus	158	3489	0.3747	40	276
	Knipowitschia panizzae	353	27731	0.4725	19	686

CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

GRAZIE DELL'ASCOLTO!

**CONOSCERE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA
«IL PROGETTO COMBI 2022-24 RISULTATI E PROSPETTIVE FUTURE»**

CONVEGNO CONCLUSIVO DEL PROGETTO

