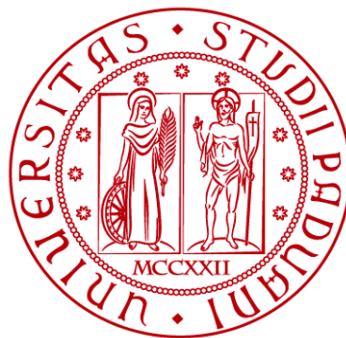


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura



ELABORATO DI LAUREA

**Analisi dei sistemi ibridogenetici di rane verdi
(*Pelophylax* spp.) nelle aree umide del Parco
Delta del Po, Emilia-Romagna**

Relatore: Prof. Giuseppe Fusco
Dipartimento di Biologia

Correlatore: Francesco Goggi
Ente di gestione per i parchi e la biodiversità – Parco Delta del Po

Laureando: Paolo Doni

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

A Y. & N.

INDICE

	pag
1. Introduzione	6
1.1 Rane verdi	6
1.2 <i>Pelophylax lessonae</i> (Camerano, 1882)	7
1.3 <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771)	9
1.4 <i>Pelophylax</i> kl. <i>esculentus</i> (Linnaeus, 1758)	11
1.5 I sistemi ibridogenetici	13
1.6 Altre rane verdi in Italia	14
1.7 Il Parco Regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna	15
2. Scopo del lavoro	18
3. Materiali e metodi	18
3.1 Analisi della cartografia regionale	19
3.2 Sopralluoghi	20
3.3 Siti di campionamento	21
3.3a Bosco della Mesola (FE)	21
3.3b Valli di Argenta (FE)	22
3.3c Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona (RA)	23
3.4 Tecniche di campionamento	24
3.5 Precauzioni nei confronti della chitridiomicosi	25
3.6 Riconoscimento morfologico <i>Pelophylax</i> spp.	26
3.7. Test binomiale sistemi ibridogenetici	26
4. Risultati	27
4.1 Dati di campionamento	27
4.2 Catture nei diversi settori del Parco	27
4.3 Composizione sistemi ibridogenetici rilevati	28
5. Discussione	29
5.1 Valli di Argenta	29
5.2 Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona	31
5.3 Bosco della Mesola	32
6. Conclusioni	33
7. Ringraziamenti	34
8. Bibliografia e sitografia	35
9. Appendice I: Tabelle dati di campionamento	37
10. Appendice II: Database rane verdi Delta del Po	40

1. Introduzione

1.1 Rane verdi

Le rane verdi europee sono un gruppo di anuri legati agli ambienti dulciacquicoli. Hanno una colorazione sui toni del verde e appartengono al genere *Pelophylax*. Sono state e vengono tuttora utilizzate dal punto di vista gastronomico, caratteristica che ha comportato un notevole spostamento di animali vivi.

Fino alla prima metà del secolo scorso si pensava che le rane verdi europee fossero un'unica specie, *Rana esculenta*, descritta da Linneo nel 1758 [1]. Successivamente, nel 1967, l'erpetologo polacco Berger identificò la presenza di tre forme morfologicamente distinte e compì degli esperimenti di ibridazione tra queste. Incrociando la forma più piccola, chiamata *Rana lessonae*, con la forma più grande, *Rana ridibunda*, si ottiene una forma ibrida, che prese il nome di *Rana esculenta*. Tuttavia, le rane verdi presentano ulteriori peculiarità a livello genetico. Accoppiando una femmina ibrida con un maschio di *lessonae* si ottiene una progenie interamente ibrida, anziché il risultato mendeliano che ci si aspetterebbe di individui metà ibridi e metà parentali. D'altro canto, dall'incrocio di *Rana ridibunda* con *esculenta* si ottengono esclusivamente individui *ridibunda*. Infine, incrociando individui ibridi fra loro si ottiene una progenie dalla mortalità molto elevata [2].

Nel 1973 Tunner confermò quanto osservato da Berger, riconoscendo alla base il fenomeno dell'ibridogenesi. Durante la meiosi, nella forma ibridogenetica viene completamente eliminato il genoma di una delle specie parentali e trasmesso alla progenie unicamente quello dell'altra specie parentale. Nel caso delle rane verdi, l'ibrido genera gameti con solo il corredo genetico di *ridibunda* [2]. Ecco spiegato, ad esempio, il motivo per cui dall'incrocio tra la forma ibrida *esculenta* e la parentale *lessonae* si ottiene unicamente prole ibrida. La forma ibridogenetica non rappresenta pertanto una "vera" specie, ma afferisce ad una particolare categoria sistematica denominata "klepton" (dal termine greco *klépto*, ossia rubare), in quanto per riprodursi necessita dei gameti di una vera specie. Infine, viene utilizzato il termine sinklepton per indicare un sistema comprendente due o più specie s.s. e uno o più klepton originatisi dall'ibridazione di queste specie.

Il genere *Pelophylax* fu istituito nel 1843 dallo zoologo austriaco Leopold Fitzinger per raggruppare le rane verdi d'Europa, al fine di distinguerle dalle rane rosse del genere *Rana* coniato da Linneo. Tuttavia, la maggior parte degli autori del XIX e XX secolo non condividevano il punto di vista di Fitzinger, continuando a classificare le rane verdi nel genere *Rana*. Solamente nel 2006, con il lavoro di Frost *et al.* [3] e grazie alle nuove tecniche molecolari applicate negli studi filogenetici, è stato accettato il genere *Pelophylax*.

Alla luce di quanto descritto, i taxa sopra citati vengono oggi denominati come segue: *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882), *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), *Pelophylax* kl. *esculentus* (Linnaeus, 1758).

1.2 *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882)

La rana di Lessona, o rana verde minore, è una specie a distribuzione europea centro settentrionale (ad esclusione della Francia meridionale). È diffusa dalle coste atlantiche francesi al bacino del Volga (circa 50° longitudine est), raggiungendo a nord l'estremo meridionale della Penisola Scandinava e la Gran Bretagna meridionale. In Italia, la specie è ampiamente distribuita in tutta la Pianura Padana.

Per quanto riguarda la distribuzione altitudinale, è possibile trovare la specie dal livello del mare fino a circa 800 m di altitudine, tuttavia si rinviene più facilmente negli ambienti umidi delle aree pianiziali e collinari tra 0 e 400 m di quota [4].



Figura 2: Superficie posteriore delle cosce marmoreggiata di nero su fondo giallo in *P. lessonae*

P. lessonae è una rana verde di media piccola taglia (Figura 1). I maschi hanno generalmente dimensioni inferiori ai 7 cm, mentre le femmine non superano i 9 cm. Le dimensioni medie sono tra i 4 e i 6 cm. La colorazione dorsale è piuttosto variabile, con toni del verde e del marrone, e caratterizzata dalla presenza di macchie scure e pliche laterodorsali color bronzo o brunastre. Talvolta dorsalmente è presente una linea chiara mediana estesa dalla punta del muso a poco sopra la cloaca. Ci sono mutanti dorsalmente azzurri per la mancanza dei lipofori [5]. Le zampe posteriori sono scure, ocre o nerastre, e la superficie posteriore delle cosce è marmoreggiata di nero o ocre su fondo giallo, arancione o verde chiaro (Figura 2). Le zampe posteriori sono piuttosto corte: quando i femori sono ortogonali all'asse del corpo, i talloni non si toccano. Nel riconoscimento è particolarmente importante identificare le caratteristiche del tubercolo metatarsale. Nella rana verde minore il tubercolo metatarsale è di grandi dimensioni, semicircolare, duro, molto sporgente e di colore bianco rosato. I maschi hanno sacchi vocali di color bianco. Infine, i denti vomerini sono piccoli e arrotondati (cfr. Figura 3 per i caratteri della specie).

P. lessonae frequenta zone boschive, cespugliose o aperte, prediligendo paludi, pozze o altri specchi d'acqua di modeste dimensioni. Tuttavia, frequenta anche canali e fiumi a lento corso ricchi di vegetazione. In ogni caso, preferisce ambienti acquatici naturali o scarsamente antropizzati. La rana verde minore è meno legata all'acqua rispetto a *P. ridibundus*, tanto che può allontanarsene per chilometri e talvolta compiere migrazioni a vasto raggio. I suoi spostamenti vengono favoriti



Figura 1: Rana di Lessona (*P. lessonae*) campionata presso Bosco della Mesola (FE)



Figura 3: Caratteri distintivi della specie *Pelophylax lessonae*. **3.a** zampe posteriori corte (quando i femori sono in posizione ortogonale al corpo, i talloni non sono a contatto); **3.b** tubercolo metatarsale di notevoli dimensioni, semicircolare, duro, sporgente e di colore bianco rosato; **3.c** sacchi vocali bianchi (foto L. Lapini); **3.d** denti vomerini piccoli e arrotondati (foto L. Lapini)

anche da alcune particolarità strutturali prima accennate, come la taglia piccola, la tibia corta e il tubercolo metatarsale interno a vanga, che le permettono di scavare e nascondersi sotto terra con relativa facilità per sfuggire ad eventuali condizioni climatiche sfavorevoli [5].

È attiva tanto nelle ore diurne quanto in quelle notturne. Il periodo di attività varia a seconda dell'altitudine e del clima della località. Nelle aree pianiziali conduce vita attiva da marzo a novembre, mentre nelle località poste a quote più elevate la diapausa invernale può durare diversi mesi (ottobre/marzo) e la vita attiva inizia di solito in aprile [4]. Sverna di regola sotto terra, talora anche a discreta profondità.

In pianura, l'accoppiamento e la deposizione avvengono di regola da aprile a giugno, invece la stagione riproduttiva si sposta verso l'estate a maggiori altitudini. Gli adulti tendono a riunirsi negli specchi d'acqua descritti sopra, dove i maschi cantano in coro sia di giorno che di notte. L'amplesso è ascellare, in quanto durante l'accoppiamento il maschio con le zampe anteriori afferra la femmina sotto le ascelle, e può protrarsi per più di un giorno. Una femmina adulta può deporre da 500 a 4000 uova. La schiusa avviene dopo 15-30 giorni e le larve metamorfosano di norma dopo 3-4 mesi. La maturità sessuale è raggiunta alla fine del secondo anno di vita, ma l'attività riproduttiva tende ad iniziare al terzo. Può vivere fino a 12 anni, tuttavia difficilmente supera i 4 anni in natura. La rana di Lessona ricerca le sue prede sulla superficie dell'acqua o da terra. Si ciba principalmente di invertebrati, tra cui predominano lombrichi, gasteropodi, insetti e ragni. Meno frequentemente si nutre di piccoli vertebrati. Infine, tende a praticare il cannibalismo, soprattutto ai danni dei girini e dei giovani. I girini sono onnivori [5].

La rana verde minore viene predata da diversi vertebrati, tra cui molte specie di uccelli (aironi, nitticore, rapaci, cormorani, gabbiani e corvi) e mammiferi (volpi, ricci, lontre ed altri mustelidi), inoltre costituisce una significativa parte della dieta di serpenti acquatici e terrestri e delle tartarughe. I girini e gli adulti sono esposti alla predazione da parte di pesci. Le uova possono venir predate da anatre, crostacei, coleotteri acquatici e larve di libellula. La specie è soggetta a malattie virali, batteriche e micotiche, tra le quali la chitridiomicosi.

Non viene considerata una specie in pericolo, è classificata nella categoria Minor Preoccupazione (LC, Least Concern) nella lista rossa italiana della IUCN, Unione Mondiale per la Conservazione della Natura [6]. È elencata nell'allegato IV della Direttiva Habitat. La specie è minacciata dalla perdita di habitat dovuta a bonifica di paludi e acquitrini, captazione di sorgenti, inquinamento dei corsi d'acqua, intensificazione delle attività agricole, urbanizzazione, aumento delle temperature e inaridimento. È inoltre minacciata dall'introduzione di specie alloctone, come gamberi e pesci.

1.3 *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)

La rana verde maggiore è una specie ad areale europeo centro-orientale balcanico, diffusa a occidente dal Reno e dall'Istria verso est fino all'Asia centrale, agli Urali e alla Lettonia (è estinta in Estonia e in Finlandia). A sud arriva fino al Caucaso e all'Egeo. A causa di numerose introduzioni effettuate dall'uomo, è inoltre presente con popolazioni isolate alloctone in Francia, Olanda, Inghilterra e Svizzera. In Italia è naturalmente distribuita soltanto sul Carso triestino, Comuni di Muggia, Dolina e Rupingrande. È presente in alcune stazioni del Trentino-Alto Adige, tuttavia si tratta di popolazioni alloctone dovute a introduzioni da parte dell'uomo, che si possono riscontrare anche in altre aree dell'Italia settentrionale [4].

In Italia, la rana verde maggiore è diffusa dal livello del mare (foci dell'Ospo, Muggia, TS), fino a 700 m di quota. La distribuzione altitudinale appare omogenea e legata alla disponibilità di ambienti umidi fino al limite dei 600 m, oltre i quali la presenza diviene sporadica [4].



Figura 4: Rana verde maggiore (*P. ridibundus*). Illustrazione tratta da Riconoscere le "specie di interesse regionale", Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali Friuli-Venezia Giulia

P. ridibundus a differenza di *P. lessonae* è una rana verde di grande taglia, i maschi possono raggiungere i 10 cm, mentre le femmine superare i 13 cm. La colorazione dorsale in genere è bruno-olivastra, brunastra, giallastra, raramente verde brillante (Figura 4). Anche questa specie presenta delle macchie scure sul dorso. La superficie posteriore delle cosce è bianco grigia, solo di rado verdastra. Nella rana verde maggiore le zampe posteriori sono particolarmente lunghe: quando i femori sono ortogonali all'asse del corpo, i talloni tendono a sovrapporsi vistosamente. Inoltre, a differenza della rana di Lessona il tubercolo metatarsale è poco sporgente, di piccole dimensioni, di forma simmetrica ovale o subrettangolare (triangolo o trapezio appiattito). È caratterizzato inoltre da una colorazione nerastra o bicolore. I sacchi vocali dei maschi di *P. ridibundus* sono grigio scuri o nerastri. I denti vomerini in questa specie sono ben distanziati e di maggiori dimensioni rispetto a *P. lessonae* (cfr. Figura 5). Infine, presenta palmatura interdigitale molto sviluppata [1].

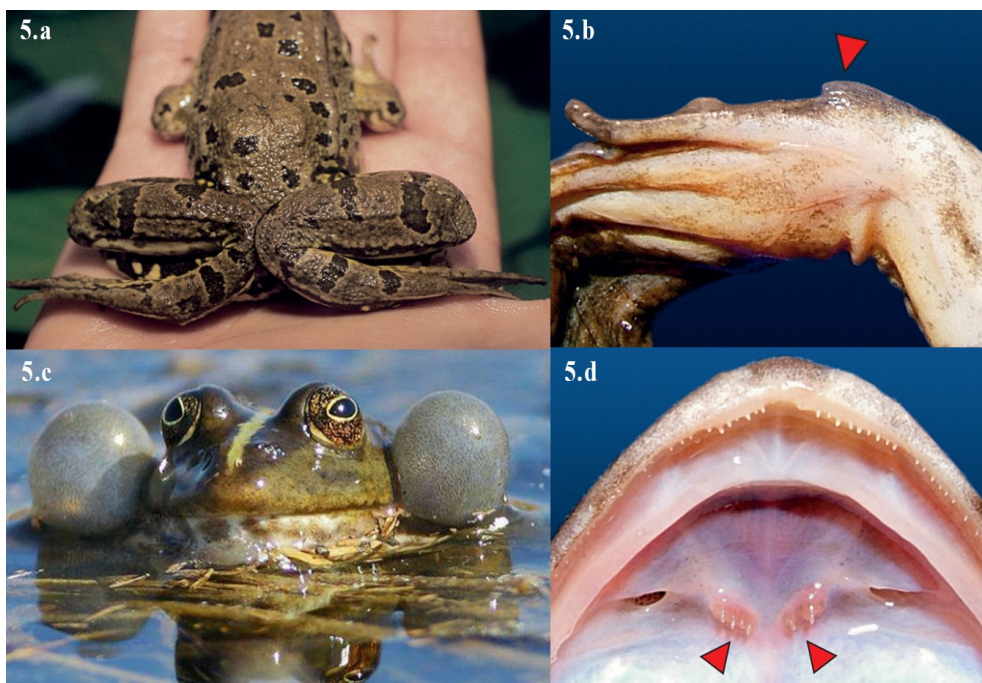


Figura 5: Caratteri distintivi della specie *Pelophylax ridibundus*. **5.a** zampe posteriori lunghe: quando i femori sono in posizione ortogonale al corpo, i talloni si sovrappongono (foto L. Lapini); **5.b** tubercolo metatarsale di piccole dimensioni, asimmetrico, poco sporgente e di colore nerastro (foto L. Lapini); **5.c** sacchi vocali grigi (da Riconoscere le “specie di interesse regionale”, Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali Friuli-Venezia Giulia); **5.d** denti vomerini grandi, ovali, ben distanziati l’uno dall’altro (foto L. Lapini)

P. ridibundus è una specie eliofila, gregaria e vocifera. È molto legata all’acqua e predilige corpi idrici di medie o estese dimensioni, profondi almeno mezzo metro, preferibilmente ricchi di vegetazione. Tuttavia, è possibile trovarla anche in fiumi a lento corso con sponde assolate. Pur essendo una specie molto legata all’acqua, i giovani possono compiere lunghi spostamenti a terra.

I picchi diurni di attività sono concentrati nelle ore più calde e assolate della giornata. L’attività di questa specie ha inizio in genere a marzo e prosegue fino ad inizio novembre. Gli adulti si dimostrano più termofili dei giovani, interrompendo

il letargo qualche giorno dopo di essi a fine inverno e riprendendolo un po' prima in autunno. In giornate particolarmente calde e soleggiate, la specie può eccezionalmente essere osservata anche in pieno inverno. Lo svernamento avviene, a differenza di *P. lessonae*, generalmente in acque profonde o nel fango del fondo, raramente a terra [4].

In Friuli-Venezia Giulia i primi cori di rana verde maggiore si cominciano a udire verso la metà di aprile. L'amplesso e l'ovideposizione avviene in piccoli specchi d'acqua, prossimi a quelli di maggiori dimensioni che la specie frequenta al di fuori della stagione riproduttiva (aprile-giugno). Una femmina può deporre dalle 5000 alle 10000 uova all'anno. Le uova vengono deposte in masserelle o grumi alquanto inconsistenti, solitamente ancorate a supporti vegetali posti in zone assolate, poco sotto la superficie dell'acqua. Il picco delle deposizioni avviene verso fine aprile – inizio maggio. Le larve completano la metamorfosi nel corso dell'estate. La maturità sessuale viene raggiunta all'età di 1-2 anni nei maschi e 2 anni nelle femmine. La specie è piuttosto longeva e in natura può vivere fino a 11 anni. *P. ridibundus* è particolarmente vorace, si nutre di quasi ogni invertebrato o vertebrato che sia capace di ingoiare. Ricerca le sue prede sia in acqua che a terra, pertanto fanno parte della sua dieta anche pesci e le loro uova [1,4,5].

Per la sua taglia viene spesso importata ed allevata con finalità zootecniche, talora assieme ad altre specie balcaniche con caratteristiche simili, come *Pelophylax kurtmuelleri*. È elencata nell'allegato V della Direttiva Habitat. La valutazione dello stato di conservazione da parte della IUCN nella lista rossa italiana è Non Applicabile (NA) a causa delle numerose popolazioni introdotte volontariamente [6]. La specie in Italia ha però una distribuzione naturale così limitata che le popolazioni della regione Friuli-Venezia Giulia sono state sottoposte a rigida protezione dalla legge regionale 10/2003. Mentre le popolazioni italiane alloctone appaiono abbastanza floride in lenta espansione, le popolazioni autoctone friulane sembrano alternare annate di rapida espansione ad anni di lenta contrazione del numero di biotopi occupati [4].

1.4 *Pelophylax kl. esculentus* (Linnaeus, 1758)

La distribuzione di *P. kl. esculentus*, rana esculenta o rana ibrida dei fossi, si sovrappone a quella della rana verde minore, con la quale forma il diffuso sistema ibridogenetico L-E. In Italia, la rana ibrida dei fossi è presente a livello della Pianura Padana, a nord di una linea immaginaria tra Genova e Rimini.

Ha caratteristiche fisiche e cromatiche intermedie fra le due specie parentali, coprendo gran parte dell'ambito di variabilità compreso fra i loro estremi morfologici (*Figura 6*). Ha una taglia media o medio-grande, al di sotto dei 12 cm. La colorazione dorsale è molto variabile, più simile a quella di *P. lessonae* rispetto a quella di *P. ridibundus*, tuttavia con colori meno brillanti. La superficie posteriore delle cosce è simile a quella della rana di Lessona, ossia marmoreggiata di nero o ocre su fondo giallo o verde chiaro. Per quanto riguarda la lunghezza degli arti inferiori, se i femori sono in posizione ortogonale rispetto all'asse del corpo i talloni per lo più si toccano. Il tubercolo metatarsale può essere asimmetrico o simmetrico.

Nel caso in cui sia asimmetrico, la parte più rilevata tende ad essere spostata in direzione del primo dito; d'altro canto, nel caso sia simmetrico comunque è piuttosto basso e di taglia media (1/3 o 1/2 dell'alluce). In ogni caso, tende ad essere bicolore nero-bianco. I maschi hanno sacchi vocali gonfi biancastri o al massimo bianco sporchi. I denti vomerini sono di medie dimensioni, ovali e distanti l'uno dall'altro (cfr. *Figura 7*) [1].



Figura 6: Rana ibrida dei fossi (*P. kl. esculentus*) campionata presso le Valli di Argenta (FE)

Anche l'ecologia e l'etologia della rana ibrida dei fossi presentano per molti versi caratteri intermedi fra quelli delle specie genitrici. Specie particolarmente amante del sole, gregaria, piuttosto vocifera. Dal punto di vista dell'idrofilia, è più simile a *P. ridibundus*. Per quanto riguarda le preferenze di habitat, condivide i gusti di entrambe le specie parentali, popolando qualsiasi tipo di ambiente acquatico, anche quelli più compromessi e antropizzati, come i fossati attorno a periferie suburbane, gli insediamenti industriali e gli agroecosistemi più disturbati. La stessa ambivalenza si riscontra relativamente allo svernamento, che può aver luogo sia a terra che in acqua.



Figura 7: Caratteri distintivi di *Pelophylax kl. esculentus*. **7.a** zampe posteriori abbastanza lunghe: quando i femori sono in posizione ortogonale al corpo, i talloni si toccano; **7.b** tubercolo metatarsale di medie dimensioni e asimmetrico (spostato verso il primo dito); **7.c** denti vomerini di medie dimensioni, ovali e distanti l'uno dall'altro (foto L. Lapini); **7.d** ambiente acquatico disturbato dall'azione antropica in cui è possibile trovare la rana ibrida dei fossi (Valli di Argenta, Fe)

Fra aprile e giugno, le femmine depongono da 1000 a 11000 uova e i girini metamorfosano in estate. La maturità sessuale viene raggiunta in 2-3 anni, mentre l'aspettativa di vita in libertà difficilmente supera i 4 anni [1].

Per quanto riguarda la conservazione, *P. kl. esculentus* è elencata in allegato V della Direttiva Habitat. Nella lista rossa italiana della IUCN è inserita nella categoria Minor Preoccupazione. Si nota un declino difficilmente quantificabile dell'areale italiano, dovuto all'introduzione di specie alloctone (pesci, gamberi ma anche rane), alla presenza di inquinanti, alla bonifica di zone umide e a mutate pratiche agricole, tuttavia non è sufficiente a farla rientrare in una categoria di minaccia. Inoltre, il declino della specie parentale *P. lessonae* può influenzare direttamente la sua popolazione. In alcune regioni è permessa la raccolta per scopi alimentari [6].

1.5 I sistemi ibridogenetici

Con il termine sistema ibridogenetico si intende la presenza, in un determinato sito, di una popolazione costituita da una o più specie parentali e uno o più klepton originatisi dall'ibridazione di queste. Per quanto riguarda le rane verdi, nell'Italia settentrionale e nell'Europa occidentale il sistema ibridogenetico più diffuso è quello *lessonae-esculentus*, definito L-E (Figura 8). Gli ibridi escludono il genoma di *P. lessonae* e producono

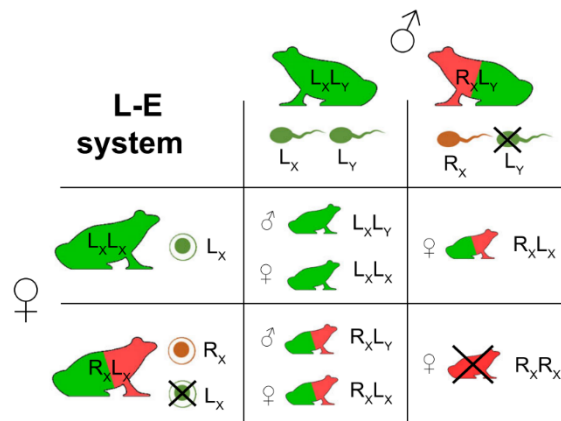


Figura 8: Sistema ibridogenetico *lessonae-esculentus*, L-E (Dubey et al., 2019) [7]

gameti unicamente con materiale genetico di *P. ridibundus*. Pertanto, riproducendosi con *P. lessonae* danno luogo ad una progenie unicamente ibrida. Come detto in precedenza, dall'incrocio di due individui ibridi si ottiene una prole dalla mortalità molto elevata. Ciò è dovuto al fatto che, non essendo possibile la ricombinazione genica, l'emiclone *ridibundus* accumula irreversibilmente mutazioni, secondo il meccanismo evolutivo definito ingranaggio di Muller [7]. Nei sistemi L-E, le femmine adulte della rana ibrida dei fossi mostrano una chiara preferenza nei confronti dei maschi di *P. lessonae*, che nel corso degli accoppiamenti tendono a dominare gran parte delle arene riproduttive a disposizione. I maschi ibridi, dal canto loro, sono spesso parzialmente o totalmente sterili.

Tuttavia, quanto detto finora trova delle eccezioni in natura. Nell'Europa occidentale abbiamo visto come dall'incrocio di *P. ridibundus* e *P. kl. esculentus* si ottengano unicamente individui della specie genitrice, pertanto i sistemi ibridogenetici *ridibundus-esculentus* (R-E) sono piuttosto rari ed effimeri, favorendo nel tempo la specie parentale. D'altro canto, nell'Europa orientale, gli ibridi producono in predominanza gameti con genotipo di *P. lessonae* e fanno affidamento alla specie *P. ridibundus* per riprodursi. In altre parole, il meccanismo

più volte descritto risulta essere invertito nei sistemi ibridogenetici R-E dell'est Europa [7].

Altra eccezione è data dalla presenza di sistemi ibridogenetici *esculentus-esculentus* (E-E), ossia popolazioni di soli ibridi. La persistenza di questa tipologia di sistemi è favorita dalla produzione di poliploidi. Le femmine di rana ibrida dei fossi possono produrre uova bivalenti LR (*lessonae-ridibundus*), le quali una volta fecondate possono sviluppare individui triploidi LRR o LLR, a seconda che la fecondazione sia avvenuta ad opera di uno spermatozoo aploide R o L da un maschio ibrido. Gli individui triploidi che si vengono così a formare possono produrre a loro volta gameti non ridotti (ad esempio, un maschio LLR è in grado di produrre gameti LL). Questo fatto è fondamentale, in quanto il materiale genetico di una sola specie parentale presente in diploidia (LL o RR) nei triploidi è in grado di ricombinare, diminuendo l'accumulo di mutazioni e favorendo in questo modo la persistenza della popolazione [7].

1.6 Altre rane verdi in Italia

Le rane verdi sopra citate non sono le uniche specie che si possono trovare in Italia. Al di sotto di una linea immaginaria che congiunge Genova a Rimini troviamo un diverso sistema ibridogenetico, formato dalla specie parentale *Pelophylax bergeri* (Günther, 1986) e l'ibrido *Pelophylax* kl. *hispanicus* (Bonaparte, 1839) [8]. Anche in questo caso il klepton ha avuto origine da antichi processi di ibridazione con *P. ridibundus*. Popolazioni di *P. bergeri* e *P. kl. hispanicus* sono naturalmente presenti nell'Italia peninsulare e in Corsica. Tuttavia, verso la fine del diciannovesimo secolo la rana verde italiana (*P. bergeri*) e la sua forma ibrida sono state introdotte nel nord della Sardegna [9]. La rana di Berger è caratterizzata da una taglia medio-piccola, pelle per lo più liscia o poco verrucosa, con pliche dorso laterali color bronzo. La colorazione dorsale varia dal verde al marrone, mentre la colorazione ventrale è bianco-giallastra. Differisce da *P. kl. hispanicus* per le tibie più corte (quando i femori sono ortogonali all'asse del corpo, i talloni non si toccano) e il tubercolo metatarsale semicircolare, duro e maggiormente sporgente. Questi caratteri sono simili a quelli che permettono la distinzione tra la specie *P. lessonae* e *P. kl. esculentus*. Di fatto, la rana verde minore (*P. lessonae*) e la rana di Berger (*P. bergeri*) condividono molte caratteristiche morfologiche, ecologiche ed etologiche, rendendo particolarmente complessa l'identificazione, tanto che per alcuni autori è considerata una sottospecie di *P. lessonae* [10], mentre per altri *P. bergeri* non è altro che un sinonimo di *P. lessonae* [11].

Nel nostro paese sono presenti anche diverse specie alloctone, introdotte in primo luogo per l'allevamento a fine gastronomico. Le specie aliene rappresentano una minaccia per la biodiversità, aumentando il rischio di predazione e ibridazione, la diffusione di malattie e la competizione per le risorse per la fauna autoctona. Tra queste vi è la rana balcanica, *Pelophylax kurtmuelleri* (Gayda, 1940). Le popolazioni autoctone di questa specie sono distribuite nella penisola balcanica meridionale, particolarmente diffuse in Grecia (con l'eccezione del nord-est) e in Albania. In Italia, la specie si è naturalizzata nel 1941, quando sette coppie

riproduttive provenienti dall'Albania meridionale vennero rilasciate nella Liguria occidentale (Provincia di Imperia e Savona). Successivamente la specie si è diffusa in Piemonte (Cuneo ed Alessandria), Lombardia (Pavia), Trentino Alto-Adige (Trento), Sardegna (Cagliari) ed Emilia-Romagna (Piacenza e Forlì-Cesena) [8,12]. L'identificazione morfologica degli individui è piuttosto complessa, poiché la specie risulta molto simile alla rana verde maggiore (*P. ridibundus*): taglia medio/grande, arti posteriori lunghi, tubercolo metatarsale di dimensioni ridotte e a volte asimmetrico, maschi con sacchi vocali grigi. Bellati *et al.* [12] hanno identificato la presenza del fungo parassita *Batrachochytrium dendrobatidis* nei tessuti di individui *P. kurtmuelleri* da loro campionati o provenienti da diverse collezioni museali del nord Italia. Esso è responsabile della chitridiomicosi, infezione fungina ritenuta tra le cause principale del drastico declino o estinzione delle popolazioni di svariate specie di anfibi in tutto il mondo [13].

1.7 Il Parco Regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna

Il Parco Regionale del Delta del Po emiliano romagnolo è stato istituito nel 1988 con la Legge Regionale 27/88. Situato tra le provincie di Ferrara e Ravenna, ha un'estensione di circa 54000 ettari (Figura 9). Il Parco è articolato in sei "Stazioni", che si sviluppano intorno alla porzione meridionale del Delta del Po, lungo la costa ferrarese e ravennate e nei pressi di Argenta.

Il 2 dicembre 1999 il Parco del Delta del Po è entrato a far parte della lista dei patrimoni dell'umanità dell'UNESCO, aggiungendosi alla città di Ferrara. Nel 2015, assieme alla porzione veneta del Delta del Po, il Parco ha ottenuto per gran parte del territorio il riconoscimento UNESCO di Riserva della Biosfera, nell'ambito del Programma MaB (Man and the Biosphere). Le aree che ottengono questo riconoscimento si impegnano a garantire tre funzioni fondamentali e complementari: sviluppo sostenibile; conservazione dei paesaggi, degli habitat, degli ecosistemi e della biodiversità; valorizzazione del territorio, mediante supporto ad attività di ricerca, di monitoraggio, di educazione e di formazione.

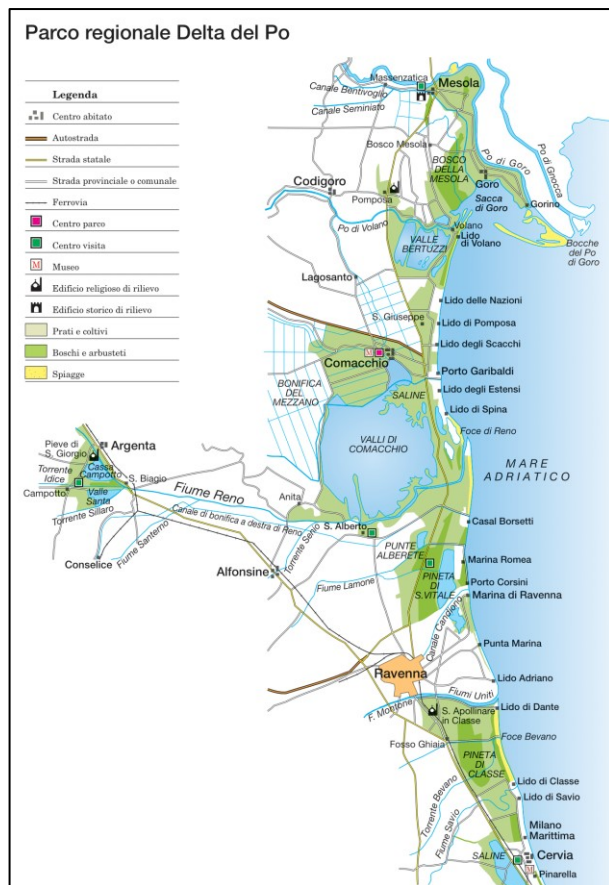


Figura 9: Mappa del Parco Delta del Po emiliano romagnolo (tratta da Regione Emilia-Romagna Ambiente)

Sino al 2011 il Parco era gestito da un consorzio composto dalle due provincie di Ferrara e Ravenna e dai nove comuni (Comacchio, Argenta, Ostellato, Goro, Mesola, Codigoro; Ravenna, Alfonsine, Cervia) i cui territori ricadono all'interno del Parco. Dal primo gennaio 2012 il Parco viene gestito dall'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità - Delta del Po. Tale ente opera nelle aree protette della macroarea regionale del Delta del Po, che include non soltanto il Parco regionale, ma anche riserve naturali statali e altre aree sottoposte a tutela al fine della conservazione della biodiversità [14].

Il Delta del Po presenta la maggiore estensione italiana di zone umide tutelate, possedendo caratteristiche territoriali ed ecologiche uniche. Il precario equilibrio tra aree emerse e sommerse ha portato alla formazione di un paesaggio particolarmente mutevole, in cui boschi si alternano a zone umide interne d'acqua dolce o salmastra (Figura 10). Al suo interno vi è un'elevata varietà di habitat di interesse comunitario ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE. In particolare, nell'area del Parco vi sono 28 habitat riconosciuti dalla Direttiva, di cui 7 prioritari: 1150* Lagune costiere; 2130* Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie); 2270* Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*; 3170* Stagni temporanei mediterranei; 6210* Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo; 6220* Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*; 7210* Paludi calcaree con *Cladium mariscus* e specie del *Caricion davallianae* [14].



Figura 10: Valli di Comacchio (FE)

In tutta l'area, grazie alla notevole varietà di ambienti, sono presenti oltre mille specie vegetali, tipiche delle zone umide, dei boschi planiziali e costieri, delle dune sabbiose. I boschi all'interno del Parco possono essere suddivisi in tre grandi categorie: i boschi termofili, i boschi igrofilo e le pinete. Il Bosco della Mesola, con una superficie di 1058 ettari, rappresenta un residuo di bosco di pianura o "ancient forest", elementi che caratterizzavano il paesaggio della Pianura Padana nei secoli precedenti. Nelle dune più antiche è caratterizzato dalla tipica formazione boschiva

di pianura con farnia e carpino bianco, mentre nelle dune più recenti domina il leccio. Di particolare interesse naturalistico è anche l'ultima foresta allagata della regione Emilia-Romagna, l'Oasi di Punte Alberete, dove attorno a stagni d'acqua dolce si sviluppa un bosco rigoglioso di pioppo bianco, salice bianco e olmo comune. Nelle zone umide d'acqua salmastra, come nelle Valli di Comacchio e nella Valle Bertuzzi, sono presenti diverse specie di salicornia, capaci di tollerare alte concentrazioni saline. Le Valli di Argenta e il complesso vallivo di Punte Alberete – Valle Mandriole sono caratterizzati dalla presenza di zone umide d'acqua dolce. Tra le specie acquatiche presenti vi sono la ninfea bianca e il nannufaro, mentre nelle aree marginali tendono a svilupparsi canneti palustri. Nelle dune sabbiose è presente vegetazione psammofila disposta secondo una particolare successione spaziale, sulla base del grado di tolleranza delle diverse specie alla scarsità d'acqua dolce, alla salinità, all'abrasione della sabbia alzata dal vento, al substrato instabile, alle alte temperature e alle radiazioni luminose intense [14,15]. Un aspetto peculiare tipico del contesto del Delta del Po sono le dune fossili, che rappresentano l'antico confine tra la costa e il mare, prima che il Po portasse nuovi depositi spostando molto più avanti la linea di costa. Le dune fossili di Massenzatica ne rappresentano un esempio, innalzandosi improvvisamente nella campagna circostante. In questi contesti è possibile trovare specie vegetali come il fiordaliso di Tommasini (*Centaurea tommasinii* A. Kern), endemico dell'alto adriatico (Figura 11).



Figura 11: *Centaurea tommasinii* A.Kern (Foto di A. Moro, portale Dryades, 2006)

Data l'elevata eterogeneità degli habitat presenti, il territorio del Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna è in grado di ospitare comunità faunistiche di elevato pregio naturalistico. Tra gli invertebrati, sono presenti specie di particolare interesse conservazionistico, come *Zerynthia polyxena*, *Cerambyx cerdo*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma eremita*, *Ophiogomphus cecilia*. Per quanto riguarda i vertebrati, vi sono circa 500 specie, la maggior parte delle quali di uccelli.

Nelle varie tipologie di acque presenti nel Parco si contano in totale una sessantina di specie ittiche, alcune delle quali endemiche del Mar Adriatico. Tra queste vi è lo storione cobice (*Acipenser naccarii*), il ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizzae*) e il ghiozzetto cenerino (*Pomatoschistus canestrinii*). Di particolare rilevanza è l'anguilla, simbolo delle Valli di Comacchio e alimento tradizionale della zona. È inserita nella categoria Critically Endangered (CR) della IUCN a causa del forte declino demografico a cui è soggetta da oltre 30 anni. Il progetto Life19 NAT/IT/000851, detto LIFEEL, è il primo progetto di conservazione dell'anguilla europea, finalizzato a mantenere ed incrementare lo stock naturale di *Anguilla anguilla*, rispondendo alle grave minacce che affliggono la specie, quali frammentazione del reticolo idrografico e pressione di pesca sui riproduttori per il consumo alimentare e sui giovani per l'acquacoltura [16].

Le zone umide del Delta del Po ospitano 14 specie diverse di anfibi. Tra queste vi sono rane verdi come *P. lessonae* e *P. kl. esculentus*, il rospo comune e il rospo smeraldino. Tra le specie più interessanti dal punto di vista della conservazione vi sono il tritone crestato italiano, il pelobate fosco e la rana di Lataste. I rettili sono presenti con 16 specie totali. Specie particolarmente interessanti sono *Caretta caretta*, presente lungo la fascia costiera e nella Sacca di Goro, *Emys orbicularis*, diffusa nelle zone umide d'acqua dolce (Figura 12), e *Testudo hermanni*, presente nel Bosco della Mesola. La vipera comune, quasi scomparsa in tutta la Pianura Padana, sopravvive negli ultimi lembi di foreste e pinete costiere del Parco.

Delle 500 specie di vertebrati presenti nel Parco Delta del Po, circa 350 sono specie di uccelli. Di queste, le specie nidificanti sono circa 150 mentre quelle svernanti sono oltre 170. Tra le specie nidificanti più rappresentative vi sono il marangone minore, la sgarza ciuffetto, l'airone rosso, il fenicottero rosa, il falco cuculo, la moretta tabaccata, l'avocetta, il cavaliere d'Italia, il fratino, il gabbiano roseo, il gabbiano corallino, la sterna zampanere e il fraticello. Mentre tra le specie svernanti particolarmente rilevanti sono la gru, l'oca selvatica e l'oca lombardella, oltre ai grandi stormi di anatidi e limicoli [14].

Il Delta del Po ospita una sessantina di specie di mammiferi, numero particolarmente elevato per un'area di pianura. Tra i chiroteri, vi sono specie come il vespertilio di Bechstein, l'orecchione meridionale e il barbastello. In forte diminuzione è l'arvicola d'acqua, mentre altri roditori presenti sono il toporagno d'acqua di Miller, il topolino delle risaie, lo scoiattolo rosso e l'istrice. Per quanto riguarda i carnivori, comuni sono la volpe, il tasso, la faina e la donnola, più rara invece è la puzzola. A giugno 2020 è stata accertata, in seguito a fototrappolaggio, la presenza del lupo in pianura all'interno dell'area protetta della Stazione di Campotto di Argenta (FE). Infine, gli ungulati presenti nel Parco sono il capriolo, il cinghiale, il daino e il cervo italico (*Cervus elaphus italicus*) [14]. Quest'ultimo, noto anche come cervo della Mesola, è una sottospecie di cervo nobile un tempo diffusa lungo la penisola italiana, ma oggi presente unicamente nel Bosco della Mesola.



Figura 12: *Emys orbicularis* presso Pialassa della Baiona (RA)

2. Scopo del lavoro

Il mio tirocinio ha avuto come obiettivo l'analisi dei sistemi ibridogenetici di rane verdi presenti nelle zone umide del Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna. In primo luogo, è stato necessario individuare aree in cui questo gruppo di anuri poteva essere potenzialmente presente. A tal fine, è stata analizzata la cartografia regionale e sono stati compiuti dei sopralluoghi in tutto il Parco. Una volta selezionate aree idonee, dal mese di luglio al mese di ottobre 2022 sono stati compiuti dei campionamenti presso la Riserva Naturale Bosco della Mesola, le Valli di Argenta e la Pialassa della Baiona. Il riconoscimento delle diverse specie o kleton è avvenuto mediante analisi delle caratteristiche morfologiche, con la creazione inoltre di un database che riporta per ogni individuo campionato informazioni relative alla stazione e al riconoscimento specifico. L'analisi dei sistemi ibridogenetici, intesa come studio della proporzione fra ibridi cleftici e specie genitrici, è uno strumento particolarmente importante in quanto può fornire indicazioni sulla qualità ambientale: gli ibridi hanno una maggiore tolleranza nei confronti di ambienti particolarmente variabili e disturbati rispetto alle specie parentali.

3. Materiali e metodi

3.1 Analisi della cartografia regionale

Verso la fine degli anni '80, il Servizio Sistemi Informativi Geografici della Regione Emilia-Romagna ha creato uno strumento per la consultazione e l'analisi delle banche dati cartografiche regionali, denominato Moka (acronimo di Modulo di Consultazione ed Analisi). Moka rappresenta una risorsa GIS per la visualizzazione di mappe e informazioni geografiche via Web e si basa su un motore ArcGIS Server [17]. Per la consultazione delle banche dati geografiche di SIC (Siti di Importanza Comunitaria), ZPS (Zone di Protezione Speciale), Parchi e Foreste della regione Emilia-Romagna, è possibile utilizzare l'applicazione "Parchi, Aree Protette e Natura 2000" del portale Moka, aggiornata al 2018.

Dalla consultazione delle risorse cartografiche nell'applicazione "Parchi, Aree Protette e Natura 2000" del portale Moka, sono state individuate le zone umide dulciacquicole in grado di ospitare rane verdi. Sono stati reputati come potenzialmente idonei i seguenti habitat di Natura 2000:

- 3130 - Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*;
- 3140 - Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.;
- 3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*;
- 3170* - Stagni temporanei mediterranei;
- 3260 - Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculion fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*;
- 3270 - Fiumi con argini melmosi con vegetazione del *Chenopodion rubri* p.p. e *Bidention* p.p.;
- 3290 - Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il *Paspalo-Agrostidion*.

Inoltre, è stato preso in considerazione anche un ulteriore habitat cartografato di rilevanza naturalistica nell'ambito locale:

- Pa - Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (*Phragmition*).

A questo punto, sono stati scaricati gli shapefile (.shp) inerenti i limiti del Parco e la Carta degli habitat Natura 2000. Al fine di visualizzare la cartografia dei singoli habitat, utilizzando il software libero QGIS sono stati tracciati tutti i limiti per ciascuno degli habitat sopra citati all'interno del Parco. Da questa operazione è stato possibile ricavare una cartografia del Parco in cui le aree evidenziate rappresentano le zone umide dulciacquicole in grado di ospitare specie del genere *Pelophylax* (Figura 13).

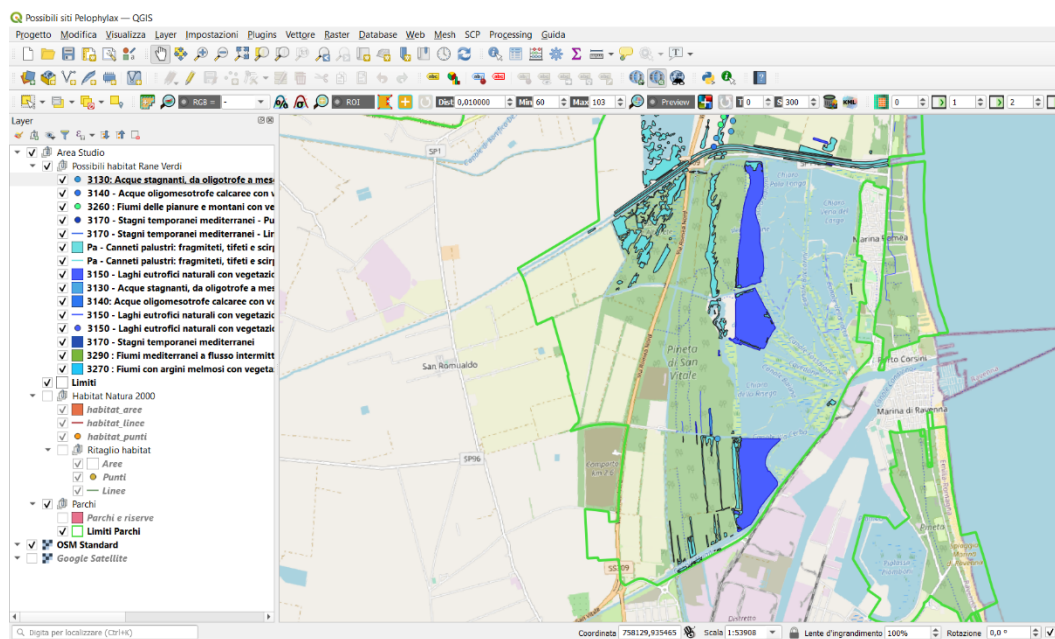


Figura 13: Esempio cartografia dei siti potenziali. Sono evidenziate le aree caratterizzate da habitat idonei alla presenza di rane verdi presso l'Oasi di Punta Alberete, la Pineta di San Vitale e la Pialassa della Baiona (RA)

3.2 Sopralluoghi

Nel mese di giugno 2022 sono stati compiuti dei sopralluoghi nella maggior parte delle aree individuate tramite cartografia. In particolare, le macroaree analizzate sono state Bosco della Mesola (FE), Valli di Argenta (FE), Pineta di San Vitale (RA), Pialassa della Baiona (RA) e Pineta di Milano Marittima (RA). I siti sono stati valutati idonei al campionamento qualora vi fosse accertata la presenza di rane verdi: osservazione diretta degli esemplari, attività nello stagno o nel canneto, richiami acustici, citizen science. Delle aree sopra citate, solo la Pineta di Milano Marittima è stata giudicata non idonea al campionamento: non sono stati rinvenuti segni di presenza di alcun tipo, oltre al fatto che i siti evidenziati dalla cartografia erano di dimensioni ridotte e particolarmente soggetti a disturbo antropico.

L'habitat "Pa - Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (*Phragmition*)" è stato valutato non idoneo in vari siti durante i sopralluoghi. Tale problematica nasce dall'aver indicato nella cartografia anche canneti di acque salmastre, per cui non idonei a ospitare rane verdi.

3.3 Siti di campionamento

3.3a Bosco della Mesola (FE)

La riserva naturale Bosco della Mesola è un'area naturale protetta con un'estensione di 1058 ettari (Figura 14). È situata nei comuni di Goro, Codigoro e Mesola, in provincia di Ferrara. La riserva naturale statale è stata istituita nel 1977 ed è stata designata ZSC - ZPS in data 05/07/2007, con l'identificativo IT 4060015 – Bosco della Mesola, Bosco Panfilia, Bosco di Santa Giustina, Valle Falce, La Goara. Gli enti gestori sono l'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po e il Reparto Carabinieri per la Biodiversità di Punta Marina. Il bosco si è originato in periodo medievale su cordoni dunosi formati dal Po di Goro e dal Po di Volano. Come già descritto, rappresenta uno degli ultimi baluardi di bosco di pianura, paesaggio che un tempo caratterizzava la Pianura Padana.

La selezione dei siti ha richiesto un'analisi e verifica sul campo delle diverse zone umide presenti nel bosco. In tutta l'estensione della riserva vi è una fitta rete di canali e scoli, per uno sviluppo complessivo di circa 25 km. Questi corpi idrici sono riforniti, oltre che dalle precipitazioni annue, anche da canali di bonifica presenti in zone limitrofe. Il tutto è controllato da saracinesche e chiuse. La gestione delle acque è affidata al Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara. Nel 1978 in una porzione di bosco a sud è stato costruito un bacino di 7 ettari. Il laghetto è alimentato prevalentemente dalla falda freatica, oppure, in periodi siccitosi, dalla rete idrica presente. Nel periodo estivo tende a verificarsi un deficit idrico di 600 mm, compensato dall'apporto della canalizzazione interna [18]. Una diminuzione sostanziale del livello idrico è stata osservata durante i campionamenti nelle ultime settimane di luglio e le prime settimane di agosto 2022.

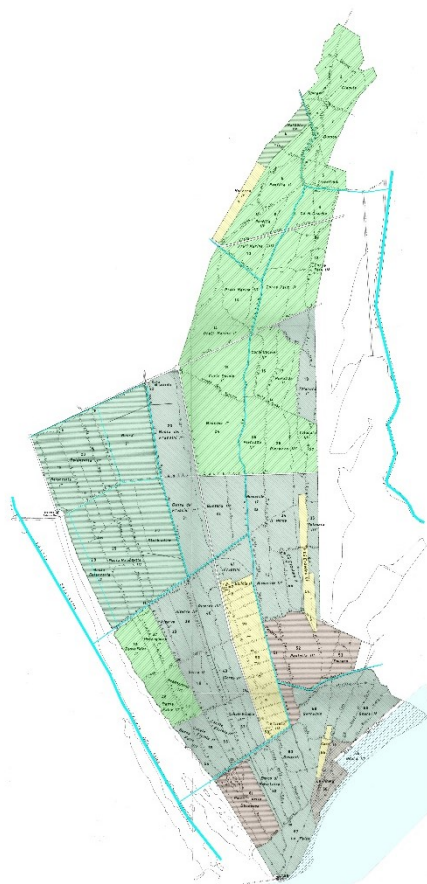


Figura 14: Carta Bosco della Mesola (RA), su concessione del Reparto Carabinieri per la Biodiversità di Punta Marina

I siti reputati idonei al campionamento sono stati 1M, 2M e 3M. I siti 1M e 3M sono due pozze d'acqua dolce caratterizzate da vegetazione sommersa e natante. La loro dimensione è piuttosto ridotta, inferiore ai 20 m di diametro. Sono costituiti da una comunità vegetale di piccole pleustofite galleggianti, in particolare le specie che vi partecipano sono essenzialmente *Lemna minor* e *Lemna trisulca*. Tale vegetazione può essere ricondotta all'habitat di interesse comunitario 3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione dei *Magnopotamion* o *Hydrocharition*. I due siti

distano l'uno dall'altro circa 200 m, e sono posti sullo stesso lato della strada forestale adiacente. Durante l'attività di campionamento solo il sito 1M ha fornito dati di presenza di *Pelophylax*, mentre nel sito 3M non è stato campionato alcun individuo. Il sito 2M corrisponde invece al bacino di 7 ettari. La riva è caratterizzata dalla presenza dell'habitat Pa - Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (*Phragmition*). Informazioni relative alla posizione e visualizzazione dei siti di campionamento 1M e 2M sono presenti in Appendice II: Database rane verdi Delta del Po. Il 27 luglio 2022, ore 11.00, sono stati misurati parametri fisico-chimici del lago presente nel Bosco della Mesola mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica. I dati ottenuti sono i seguenti: temperatura dell'acqua 28.5 °C, pH 9.0 e salinità 0.33 psu.

3.3b Valli di Argenta (FE)

Le Valli di Argenta sono poste nell'area di confluenza dei torrenti Indice e Sillaro con il fiume Reno, in provincia di Ferrara. Dall'estensione di circa 2904 ettari, sono tra le più vaste zone umide d'acqua dolce dell'Italia settentrionale (*Figura 15*). Fino al XVIII secolo, l'area in questione era nota come paludi di Argenta. Il sito è stato successivamente oggetto di progressive opere di bonifica, inizialmente mediante la trasformazione delle paludi in risaie, poi nei primi decenni del '900 vennero impostate le casse di espansione di Campotto e Vallesanta. Nel 1977, fu istituita l'“Oasi per la salvaguardia e protezione della fauna e della flora: Valli di Argenta e Marmorta”. Successivamente, venne riconosciuto il suo valore naturalistico e venne inclusa nell'elenco delle zone umide di importanza internazionale della Convenzione di Ramsar. Nel 1988, anno in cui venne istituito il Parco Regionale del Delta del Po, l'area fu inserita all'interno del Parco come “Stazione n°6 Campotto di Argenta”. È sotto la gestione del Consorzio della Bonifica Renana e l'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po [15,19].

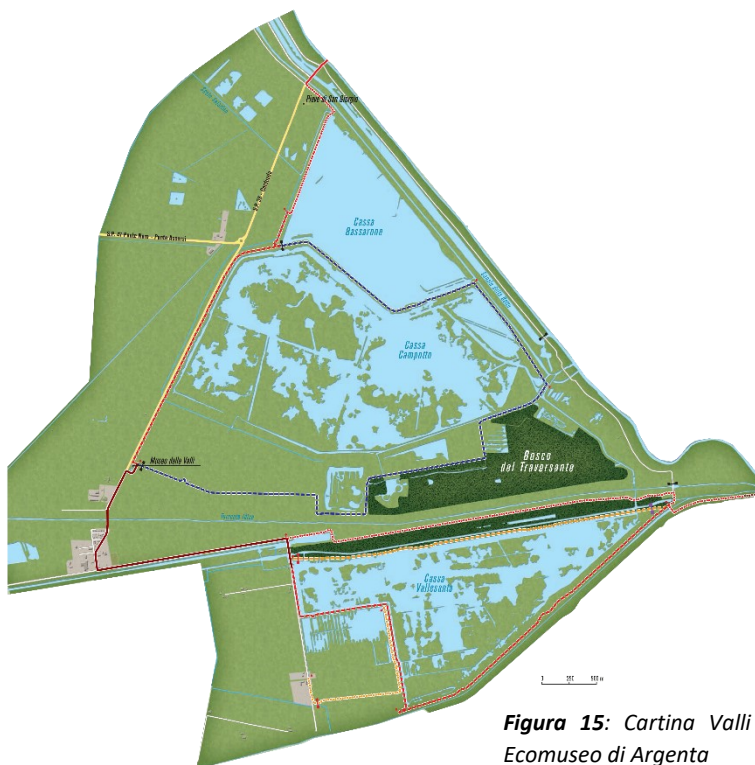


Figura 15: Cartina Valli di Argenta (FE), Ecomuseo di Argenta

Il codice identificativo del sito è IT 4060001 - ZSC-ZPS – Valli di Argenta. Il sito comprende le casse di espansione di Campotto, di Bassarone e di Vallesanta, un lembo di bosco igrofilo denominato Bosco del Traversante e una serie di prati umidi. Le zone umide sono soggette a variazioni delle acque, in parte dovute a condizioni naturali, quali l'alternanza stagionale di periodi secchi e umidi, in parte a condizioni artificiali, quali la gestione idrica dell'area in esame da parte del Consorzio della Bonifica Renana.

I siti reputati idonei al campionamento sono stati 1A, 2A e 3A (Appendice II). Il sito 1A è situato all'interno del Bosco del Traversante. Rappresenta uno stagno dal diametro di circa 50 m, cartografato come 3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione dei *Magnopotamion* o *Hydrocharition*. Le sponde sono invece caratterizzate dalla presenza dell'habitat di interesse locale Pa - Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (*Phragmition*). Il sito 2A è situato nei pressi del Museo delle Valli. Assente dalla cartografia, rappresenta una pozza artificiale dal diametro di circa 20 metri. È tra i siti con maggiore impatto antropico tra quelli analizzati. Il sito 3A comprende una coppia di stagni adiacenti a Pieve di San Giorgio. A causa della siccità che ha interessato la stagione estiva 2022, gli stagni del sito 3A sono andati incontro a progressiva riduzione, fino alla completa scomparsa avvenuta nella seconda metà di agosto. Il 17 agosto 2022, ore 11.30-12.00, sono stati misurati i parametri fisico-chimici dei siti 1A e 2A. Per il sito 1A la temperatura rilevata è stata di 26.0 °C, pH 7.2 e salinità 0.99 psu; per il sito 2A temperatura 24.0 °C, pH 8.0 e salinità 1.00 psu.

3.3c Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona (RA)

La Pineta di San Vitale e la Pialassa della Baiona costituiscono due siti di interesse naturalistico adiacenti nel comune di Ravenna, a circa 10 km a nord della città. La Pialassa della Baiona rappresenta un'ampia laguna salmastra di origine artificiale a contatto con il mare tramite canali, con acque a bassa profondità e fondali limoso-argillosi. È costituita da diversi chiari, separati tra loro mediante argini. Alcuni chiari limitrofi alla pineta anziché salmastri sono caratterizzati dalla presenza d'acqua dolce, in quanto alimentati da canali dell'entroterra. Nel 1981 è stata inclusa nella lista delle zone umide italiane di importanza internazionale tutelate dalla Convenzione di Ramsar e fa parte del Parco regionale del Delta del Po. Il codice identificativo Natura 2000 del sito è IT 4070004 – ZSC-ZPS – Pialasse Baiona, Risega e Pontazzo e ha un'estensione di circa 1600 ettari.

La Pineta di San Vitale rappresenta il residuo più settentrionale e di maggiori dimensioni dell'antica pineta di Ravenna. L'origine dell'impianto di pino domestico viene fatta risalire al periodo medievale, ad opera dei monaci di San Vitale. La pineta è attraversata da nord a sud dalla Bassa del Pirottolo, depressione con acque da dolci a salmastre, ed è attraversata in senso est-ovest da numerosi canali e dal fiume Lamone. Nel 1873 il comune di Ravenna è divenuto proprietario della Pineta di San Vitale. La gestione è affidata all'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po e da guardie pinetali della Polizia Locale [20]. Il sito è inserito in Rete Natura 2000 con l'identificativo: IT4070003 – SIC-ZPS – Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo e ha un'estensione di 1222 ettari.

Sono stati reputati idonei al campionamento due siti 1P e 2P (Appendice II). Il sito 1P corrisponde al chiaro d'acqua dolce denominato Buca del Cavedone. Lo specchio d'acqua è caratterizzato dalla presenza dell'habitat 3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione dei *Magnopotamion* o *Hydrocharition*; la vegetazione spondale è a giunco. Il sito 2P è uno stagno all'interno alla Pineta San Vitale. Di forma rettilinea, ha un'estensione di circa 20 metri ed è caratterizzato dall'habitat Pa - Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (*Phragmition*). Il 17 agosto 2022, ore 14.30-15.00, sono stati misurati i parametri fisico-chimici dei siti 1P e 2P. Nel sito 1P la temperatura rilevata è stata di 31.3 °C, pH 9.9 e salinità 0.56 psu; nel sito 2P temperatura 29.0 °C, pH 9.1 e salinità 0.99 psu.

3.4 Tecniche di campionamento

Dal mese di luglio al mese di ottobre 2022 sono stati compiuti i campionamenti di rane verdi. Questi sono avvenuti mediante ricerca attiva e raccolta temporanea degli esemplari, necessaria per l'identificazione della specie, nelle aree campionarie selezionate.

Per la cattura sono stati utilizzati guadini a maglia fine. La ricerca è avvenuta lungo le sponde di stagni, laghi o pozze, ed entro i primi metri all'interno di tali specchi d'acqua. Una volta catturato l'esemplare, questo veniva posto temporaneamente in un contenitore a pareti alte, con all'interno un quantitativo sufficiente di acqua del luogo a prevenirne la disidratazione. Il maneggiamento degli esemplari per l'identificazione della specie o il passaggio dal guadino al contenitore avveniva mediante l'utilizzo di guanti monouso in nitrile.

Dopo la cattura veniva seguito un protocollo che prevedeva la raccolta dei seguenti dati:

1. Data di cattura
2. Orario di cattura
3. Condizioni atmosferiche
4. Temperatura dell'aria
5. Sito di cattura
6. Luogo/Substrato di cattura
7. Determinazione della specie o del klepton
8. Raccolta dati biometrici del soggetto (lunghezza)
9. Esecuzione della fotografia
10. Eventuali note supplementari

Il pattern dorsale degli esemplari di rana verde permette il loro riconoscimento individuale. Dalle fotografie scattate durante il rilievo dei dati degli animali catturati è stato creato un database, denominato "Database Rane Verdi Delta del Po", che ha permesso, dal suo successivo confronto, di evidenziare eventuali ricatture degli individui. Il vantaggio di questa pigmentazione individuo-specifica è quello di permettere un'identificazione dell'esemplare senza fare ricorso a una marcatura potenzialmente nociva per l'animale.

3.5 Precauzioni nei confronti della chitridiomicosi

Le chitridiomicosi sono infezioni fungine causate da *Batrachochytrium dendrobatidis* e *Batrachochytrium salamandrivorans*. Sono ritenute tra le cause principali del declino delle popolazioni di svariate specie di anfibi in tutto il mondo. L'infezione avviene ad opera di zoospore flagellate, in grado di persistere nel mezzo acquatico fino a sette settimane dopo essere state rilasciate dagli sporangi (Figura 16) [21]. I sintomi, generici e spesso diversi a seconda della specie e dello stato vitale, possono essere: arrossamenti, ispessimenti, ulcerazioni ed emorragie della pelle, mute in eccesso, anoressia, convulsioni, atassia, posture anomale e perdita del riflesso di raddrizzamento. A tali sintomi può sopraggiungere la morte degli anfibi colpiti, in seguito ad alterazioni dell'osmoregolazione cutanea, squilibri elettrolitici e arresto cardiaco [13].

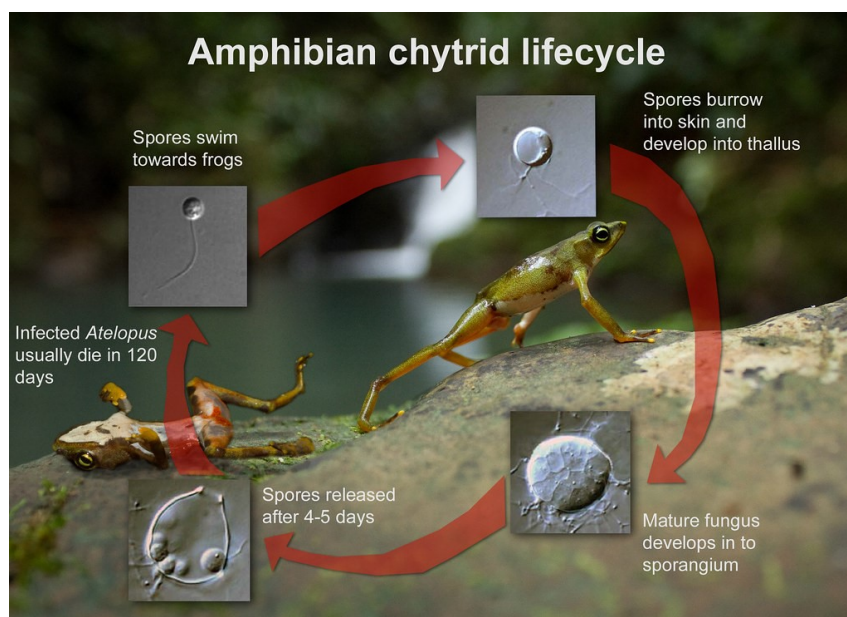


Figura 16: Ciclo vitale dei funghi chitridi responsabili dell'infezione degli anfibi. Da Rosenblum et al., 2010 [22].

B. dendrobatidis, individuato nel 1998, è presente in tutti i continenti ed è stato rilevato su oltre 350 specie di anfibi, di cui oltre 200 hanno mostrato segni di declino. *B. salamandrivorans* è stato individuato più di recente, nel 2013, e sta decimando le popolazioni di diversi urodela europei. In Italia, le prime segnalazioni di *B. dendrobatidis* risalgono al giugno 2002. La prima specie affetta fu *Bombina pachypus* nella zona del bolognese. Per quanto riguarda il genere *Pelophylax*, *B. dendrobatidis* è stato individuato in alcune popolazioni di rane verdi dell'Umbria e dell'Alto Adige [13].

Durante l'attività di campionamento, al fine di prevenire l'eventuale diffusione dei patogeni sopra descritti, sono state prese opportune precauzioni. Nel passaggio da una macroarea di campionamento ad un'altra, come dai siti del Bosco della Mesola a quelli delle Valli d'Argenta, gli strumenti utilizzati venivano risciacquati, al fine di rimuovere fango ed eventuale materiale organico presente, e disinfettati con alcol etilico al 90%. Inoltre, sono stati utilizzati guanti monouso in nitrile ed è stata ridotta al minimo la manipolazione degli animali.

3.6 Riconoscimento morfologico *Pelophylax* spp.

Il Parco del Delta del Po emiliano-romagnolo rientra nell'areale di distribuzione della specie *P. lessonae* e del suo ibrido *P. kl. esculentus*. Avendo l'ibrido caratteristiche fisiche e cromatiche intermedie tra le due specie genitrici, è stato necessario prendere in considerazione più caratteri per arrivare a riconoscere i singoli esemplari con sufficiente accuratezza. In particolare, i caratteri valutati durante il riconoscimento sono stati: dimensioni dell'esemplare; forma, dimensioni e colore del tubercolo metatarsale; lunghezza delle zampe posteriori [1].

Caratteri per il riconoscimento di *P. lessonae*:

1. Dimensioni medio-piccole;
2. Tubercolo metatarsale semicircolare, molto sporgente, grande, duro, color bianco rosato;
3. Zampe posteriori molto corte: posizionando i femori in maniera ortogonale all'asse del corpo i talloni non si toccano.

Caratteri per il riconoscimento di *P. kl. esculentus*:

1. Dimensioni medio-grandi;
2. Tubercolo metatarsale asimmetrico, con la parte più rilevata spostata in direzione della punta del primo dito, oppure simmetrico ma molto basso, in genere bicolore bianco-nerastro;
3. Zampe posteriori abbastanza lunghe: posizionando i femori in maniera ortogonale all'asse del corpo i talloni si toccano.

Inoltre, non volendo escludere l'eventuale presenza di specie alloctone come *P. ridibundus* e *P. kurtmuelleri*, sono stati presi in considerazione anche i caratteri necessari al loro riconoscimento. I caratteri che permettono il riconoscimento di *P. ridibundus* sono: taglia grande; tubercolo metatarsale poco rilevato, morbido, di forma ovale o di trapezio appiattito, di taglia piuttosto piccola e in genere bicolore o nerastro; zampe posteriori lunghe (talloni tendono a sovrapporsi vistosamente); superficie posteriore delle cosce biancastra, grigiastra, raramente verdastra (anziché giallastra/verdastra in *P. lessonae* e *P. kl. esculentus*). *P. kurtmuelleri* presenta caratteri morfologici molto simili a quelli di *P. ridibundus*, con grandi dimensioni, zampe lunghe e tubercoli metatarsali di dimensioni ridotte.

Nonostante quanto detto, l'identificazione morfologica degli individui è particolarmente complessa e pertanto non esente da possibili errori. Se da un lato è relativamente semplice distinguere tra loro esemplari di *P. lessonae* e *P. ridibundus*, per il riconoscimento degli ibridi vi è un certo grado di incertezza. Negli studi più recenti si tende a procedere mediante raccolta di individui di rana verde o porzioni di tessuto e analisi genetica di questi.

3.7 Test binomiale sistemi ibridogenetici

I sistemi ibridogenetici individuati nei diversi settori del Parco sono stati sottoposti a test binomiale. I test sono stati compiuti attraverso il software R e il comando "binom.test(x, n)", con "x" numero di individui ibridi e "n" numero totale di individui campionati, entrambi riferiti ad un determinato settore.

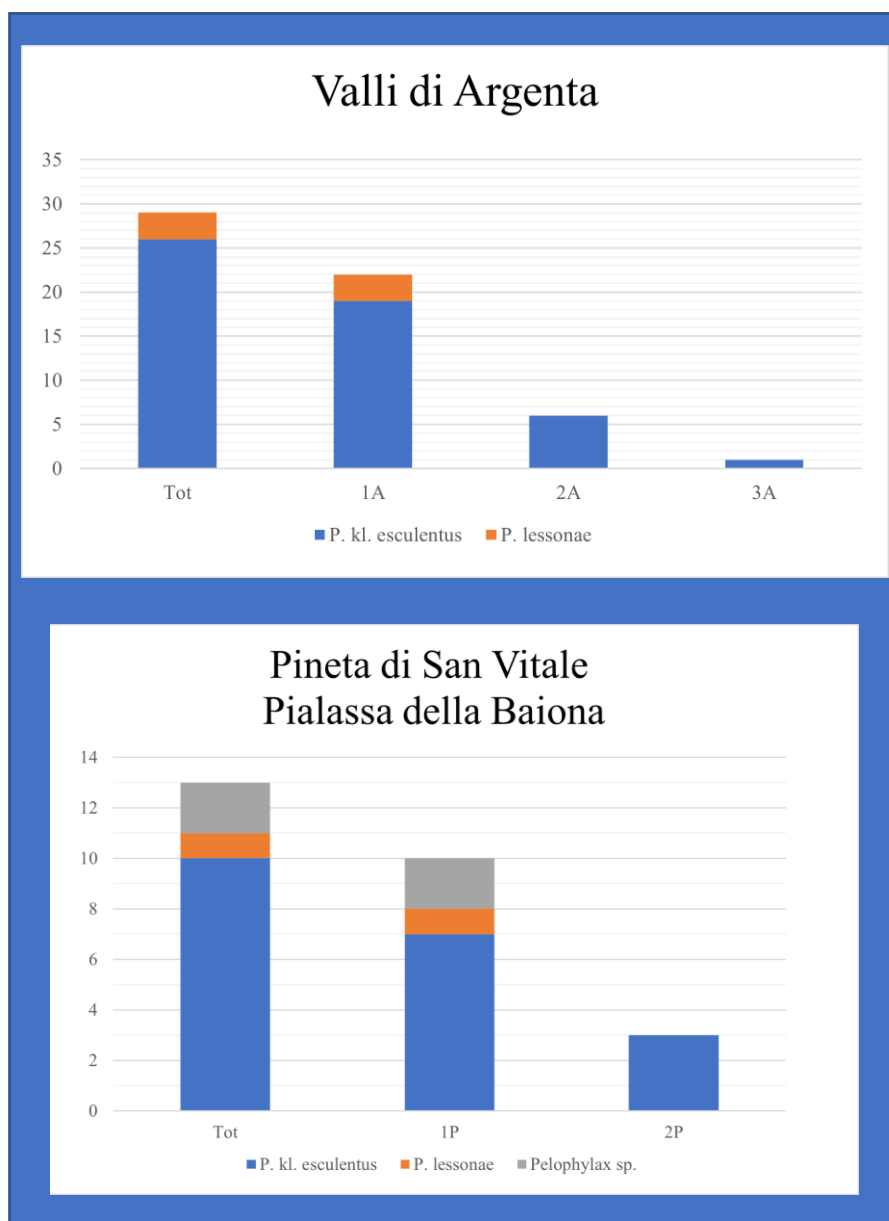
4. Risultati

4.1 Dati di campionamento

I campionamenti sono stati eseguiti dal 13 luglio 2022 al 6 ottobre 2022, catturando in totale 60 diversi individui di rana verde. I dati di ciascun esemplare sono consultabili in Appendice I: Tabelle dati di campionamento.

4.2 Catture nei diversi settori del Parco

Nelle Valli di Argenta sono stati campionati per lo più individui di *P. kl. esculentus*. Solo nel sito 1A sono state fatte catture di *P. lessonae*. Nella Pineta di San Vitale e nella Pialassa della Baiona il numero di catture è piuttosto esiguo, con la maggior parte degli esemplari appartenenti a *P. kl. esculentus*. Inoltre, per due individui non è stato possibile determinare la specie. Nel Bosco della Mesola, a differenza dei settori precedenti, sono stati catturati quasi esclusivamente individui di *P. lessonae* (Figura 17).



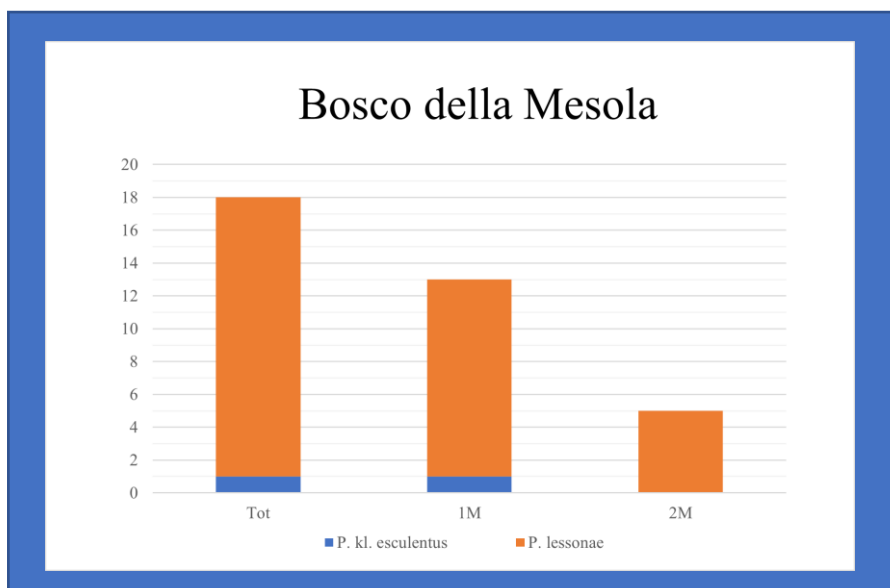


Figura 17: Numero di individui di rana verde (*P. lessonae*, *P. kl. esculentus* o *Pelophylax* sp.) campionati in ciascun settore del parco e nei siti in esso contenuti.

4.3 Composizione sistemi ibridogenetici rilevati

I risultati indicano la presenza del sistema ibridogenetico L-E (*lessonae-esculentus*) nell'area del Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna. Inoltre, in due delle tre popolazioni analizzate nelle stazioni del Parco (Valli di Argenta; Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona; Bosco della Mesola) la frequenza degli ibridi

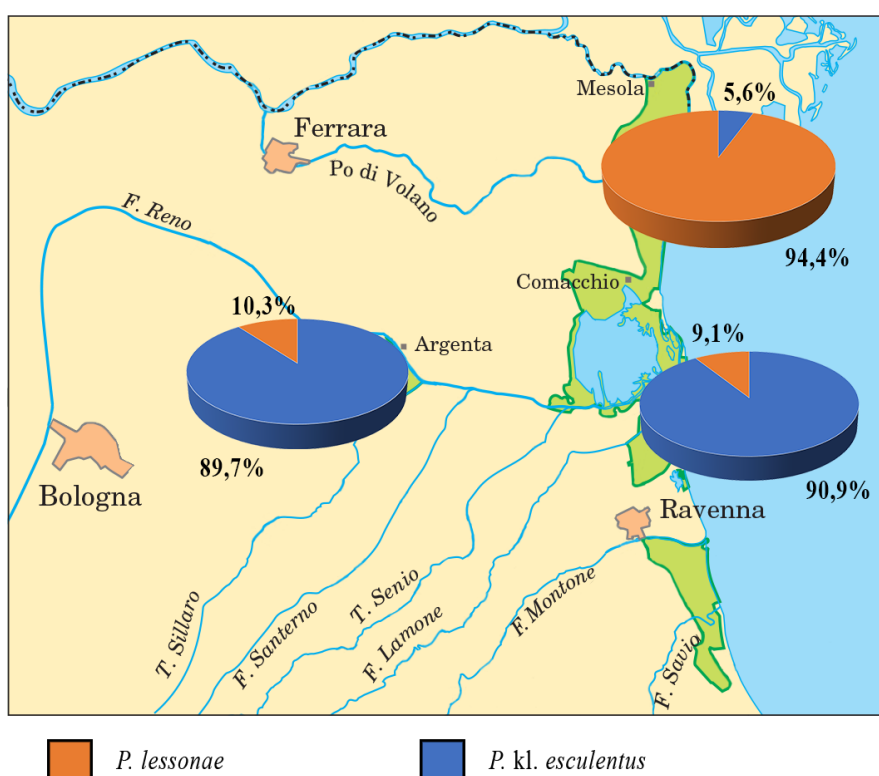


Figura 18: Composizione dei sistemi ibridogenetici nelle stazioni del Parco del Delta del Po emiliano romagnolo.

ibridogenetici (*P. kl. esculentus*) è notevolmente superiore a quella dei non-ibridi (*Pelophylax lessonae*). In particolare, nelle Valli di Argenta la percentuale di *P. kl. esculentus* è del 89,7%; nella Pineta di San Vitale e nella Pialassa della Baiona la percentuale è del 90,9%; mentre, nel Bosco della Mesola la percentuale è molto ridotta, del 5,6% (cfr. *Figura 18*).

Il test binomiale applicato ai dati delle Valli di Argenta restituisce un intervallo di confidenza al 95% pari a [0,726; 0,978] e un p_value di $1,524 \cdot 10^{-5}$. I risultati ottenuti sono dunque altamente significativi e la percentuale di *P. kl. esculentus* si trova, con una probabilità del 95%, nell'intervallo 72,6%-97,8%.

Per quanto riguarda la Pineta di San Vitale e la Pialassa della Baiona, essendo il numero di campioni limitato, il test binomiale ha una minor significatività rispetto alle Valli di Argenta (p_value 0,012) e di conseguenza l'intervallo di confidenza al 95% è piuttosto ampio [0,587; 0,998], ma comunque a favore dell'ibrido.

Infine, per il Bosco della Mesola il test binomiale è altamente significativo (p_value $1,45 \cdot 10^{-4}$) e l'intervallo di confidenza al 95% per la frequenza di *P. kl. esculentus* vale [0,001; 0,273].

5. Discussione

Il presente lavoro è uno studio preliminare sulla distribuzione delle rane verdi e sulla composizione dei sistemi ibridogenetici nei diversi siti del Parco, che andrà successivamente corroborato mediante analisi genetiche.

Dai risultati emerge che nel territorio del Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna è presente il sistema ibridogenetico L-E (*lessonae-esculentus*). Tuttavia, non in tutti i settori analizzati si ha uno stesso rapporto tra specie parentale ibrido. Questo potrebbe essere dovuto alla presenza di condizioni ambientali ed ecologiche differenti e al diverso grado di tolleranza nei confronti di fattori di disturbo di *P. lessonae* e *P. kl. esculentus*.

Come descritto nella sezione 1.2, la rana verde minore tende a frequentare zone boschive, cespugliose o aperte, prediligendo paludi, pozze o altri specchi d'acqua di modeste dimensioni. Tende a frequentare anche canali e fiumi a lento corso se ricchi di vegetazione. In ogni caso, preferisce ambienti acquatici naturali o scarsamente antropizzati. D'altro canto, *P. kl. esculentus*, per il fenomeno di eterosi o vigore degli ibridi, ha una maggiore valenza ecologica. Infatti, tende a popolare qualsiasi ambiente acquatico, anche quelli più compromessi e antropizzati. Pertanto, la proporzione fra gli ibridi e le specie parentali dei diversi sistemi ibridogenetici di un dato territorio può rappresentare un indice di qualità ambientale. Un tale indice è già stato applicato a diverse realtà dell'Italia appenninica e del Friuli-Venezia Giulia.

5.1 Valli di Argenta

Il sistema ibridogenetico identificato nelle Valli di Argenta è L-E, con una frequenza di *P. kl. esculentus* pari a 89,7%. Le Valli di Argenta rappresentano delle zone umide inserite in un contesto agroecosistemico, che può spiegare in parte la maggiore frequenza di *P. kl. esculentus* nel sistema ibridogenetico. Inoltre, la pressione di predazione potrebbe essere particolarmente elevata, in quanto è stata

rilevata la presenza di una ricca avifauna, carpe, gamberi della Luisiana, lupi e biacchi (*Figura 19*). In particolare, l'esemplare 217A2 è stato campionato sulla sponda del sito 3A dopo essere stato visto fuggire da un biacco di notevoli dimensioni. Per quanto riguarda invece l'esemplare 219A3 campionato nel sito 1A, l'arto posteriore sinistro mostrava evidenti segni di un tentativo predazione (*Figura 19*).



Figura 19: Pressione di predazione nelle Valli di Argenta: gambero della Luisiana, fatte di lupo, carpa, segni di predazione sulla zampa di una rana.

Confrontando tra loro i siti è possibile fare delle ulteriori considerazioni. Il sito 1A si trova all'interno del Bosco del Traversante e rappresenta l'unico sito di Argenta in cui è stata identificata la presenza di *P. lessonae*. Questo è in linea con le considerazioni finora fatte, in quanto la specie parentale tende a preferire zone umide all'interno di aree boschive e meno disturbate dall'attività antropica. Il sito 2A è un piccolo stagno artificiale di fronte all'ingresso del Museo delle Valli di Argenta. Presenta nel mezzo un ponte in legno per l'attraversamento pedonale e il livello idrico viene mantenuto mediante un sistema di pompaggio di acqua. Inoltre è soggetto a taglio del canneto periodico, al fine di evitare la completa copertura dello stagno. A poche decine di metri a ovest passa la Via Cardinala, una strada provinciale. In altre parole, rappresenta un sito particolarmente disturbato e antropizzato e l'unica forma campionata è stata *P. kl. esculentus*. Infine, il sito 3A si trova nel Parco della Pieve di San Giorgio. In questo sito è stato campionato un solo esemplare adulto di *P. kl. esculentus*. L'estate 2022 è stata la più calda mai registrata in Europa. Nei mesi di giugno, luglio e agosto, la temperatura media dell'aria sul continente è stata 0,4 °C superiore al record dell'estate 2021. Inoltre, l'estate scorsa è stata caratterizzata da condizioni più secche del normale sull'Europa occidentale, sostenute da ondate di caldo con impatti significativi su agricoltura e trasporti, oltre ad essere responsabili di incendi [23]. La necessità di rifornire i campi limitrofi di acqua per le colture ha comportato una notevole

riduzione del livello idrico nei bacini delle Valli di Argenta. Tuttavia, negli stagni di Pieve di San Giorgio la riduzione è stata continua fino a comportarne la scomparsa (*Figura 20*). Da questo anche il dataset ridotto ad un unico esemplare campionato di rana verde nel sito.



Figura 20: Le due immagini si riferiscono a uno dei due stagni presenti nel Parco di Pieve di San Giorgio. La prima immagine è stata scattata in data 3 agosto 2022, quando il livello idrico era già notevolmente calato rispetto ai mesi di giugno e luglio. La seconda immagine è stata scattata il 21 settembre e si può osservare come lo stagno sia andato incontro a completo disseccamento.

Infine, nel sito 1A sono stati campionati diversi giovani di rana verde, il che fa supporre essere un sito riproduttivo per il sinklepton. D'altro canto, nel sito 2A sono stati campionati unicamente individui adulti. Per quanto riguarda il sito 3A, i dati sono insufficienti per fare ipotesi.

5.2 Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona

Nella Pineta di San Vitale e nella Pialassa della Baiona il sistema ibridogenetico identificato è L-E con una percentuale di *P. kl. esculentus* del 90,9%. La porzione meridionale di questo settore del Parco confina con l'area industriale e portuale di Ravenna e risente dell'impatto sia dell'urbanizzazione costiera sia delle attività produttive industriali e agricole [24]. Pertanto, l'area circostante rappresenta una fonte di inquinamento e disturbo non trascurabile, che potrebbe spiegare il sistema ibridogenetico a favore di *P. kl. esculentus*. Se da un lato la pressione di predazione si ipotizza essere elevata per la presenza di numerosi ardeidi, dall'altro un ulteriore fattore di disturbo è dato dai cavalli presenti allo stato brado (*Figura 21*). L'Associazione S.A.R.E.I.S. (Società Allevatori Razze Equine Italiane Sella) si occupa della gestione di circa una trentina di



Figura 21: Cavalli allo stato brado nella Pineta di San Vitale.

cavalli nella Pineta di San Vitale. Il problema di questi grossi animali è dato dal calpestio delle sponde dei chiari, danneggiando l'habitat delle rane verdi. Da un punto di vista del campionamento, il disturbo a cui sono soggette le rane verdi del luogo ha aumentato notevolmente la loro distanza di fuga rispetto agli esemplari di Argenta e Mesola, rendendo più complessa la cattura e ottenendo di conseguenza un dataset più ridotto.

Per quanto riguarda i singoli siti, nel sito 1P sono stati campionati individui adulti, giovanili e nella fase terminale della metamorfosi. È stata verificata inoltre la presenza di girini di rana verde, facendo pertanto supporre essere un sito riproduttivo per questo gruppo di anuri. Per quanto riguarda il sito 2P, sono stati campionati unicamente esemplari adulti nel mese di ottobre. Nelle uscite di campionamento precedenti il suo livello idrico era estremamente ridotto e quindi scarsamente utilizzato da individui del sinklepton.

5.3 Bosco della Mesola

Nel Bosco della Mesola il sistema ibridogenetico rilevato è L-E, tuttavia a differenza dei casi precedenti la percentuale della specie parentale *P. lessonae* è notevolmente maggiore rispetto a quella dell'ibrido *P. kl. esculentus*: 94,4% contro il 5,6%. Il Bosco della Mesola è tra i boschi planiziali costieri più significativi ed estesi della Pianura Padana. Ad est e ad ovest del bosco vi sono terreni agricoli prosciugati negli anni 50' e 60'. Nel complesso, i fattori di pressione e disturbo sono piuttosto limitati e la stessa area aperta pubblico copre solo una piccola porzione del sito. La presenza di specchi d'acqua e una ricca rete di canali in un contesto forestale naturale o seminaturale rappresenta l'ambiente ideale per la specie parentale *P. lessonae*, spiegandone la maggiore frequenza nei campionamenti rispetto all'ibrido.

Il sito 1M si trova nel settore Stabbiadone, localizzato nella parte del bosco più antica e riserva integrale, in cui prevale il querco-carpinetto. Al suo interno sono stati campionati esemplari adulti di rana verde, 12 appartenenti alla specie *P. lessonae* e un solo ibrido *P. kl. esculentus*. Il sito 2M è un bacino d'acqua di 7 ettari situato nell'ampia radura dell'Elciola. Oltre alla presenza di predatori come ardeidi e anatidi, la radura è abitualmente frequentata da cervi della Mesola. Nel sito, sono stati campionati adulti e giovanili, tutti appartenenti alla specie *P. lessonae*. Dal confronto con i carabinieri forestali di Mesola, i fossi di collegamento del bacino al canale Elciola erano particolarmente ricchi di girini durante il periodo riproduttivo delle rane verdi. Pertanto, il sito 2M rappresenta un sito riproduttivo per *P. lessonae* e potenzialmente *P. kl. esculentus*.

Il 18 agosto 2022 è stato fatto un campionamento nel Bosco della Mesola poco prima dell'arrivo del fronte temporalesco che ha colpito pesantemente l'Italia centro-settentrionale. Nella mattinata di campionamento non è stato catturato nessun esemplare e le cause sono da ricercare nella spiccata eliofilia di questo gruppo di rane.

6. Conclusioni

In conclusione, nel Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna è presente il sistema ibridogenetico L-E. La proporzione tra specie parentale e ibrido è risultata simile nei siti analizzati nelle Valli di Argenta e in quelli individuati nella Pineta di San Vitale e nella Pialassa della Baiona, con una frequenza maggiore di *P. kl. esculentus* nei campionamenti. Invece, nei siti del Bosco della Mesola tende a prevalere la specie parentale *P. lessonae*. Le differenze osservate possono essere dovute alle preferenze ecologiche delle due forme così come al diverso grado di sensibilità nei confronti degli stress di origine antropica, con la specie parentale che tende a prevalere in habitat relativamente integri, mentre la forma ibrida si adatta meglio a condizioni ambientali compromesse.

Nel lavoro di Mucciolo *et al.* del 2003 è stata valutata la qualità delle acque del Torrente Urcionio, in provincia di Viterbo, mediante l'uso di due indici, l'I.B.E (Indice Biotico Esteso) e l'I.F.F (Indice di Funzionalità Fluviale), e la proporzione fra gli ibridi cleptici e le specie genitrici di *Pelophylax* spp. Il Torrente Urcionio è soggetto a forti impatti antropici e si volevano verificare gli effetti degli scarichi del depuratore comunale della città di Viterbo sul torrente stesso. Già a monte del depuratore è stata ottenuta una classe di qualità per l'I.B.E. compresa tra la III e la IV e un III Livello di Funzionalità per l'I.F.F., valori che riflettevano un ambiente compromesso. Queste indicazioni venivano confermate dalle frequenze relative delle due forme del sistema ibridogenetico L-E, con *P. kl. esculentus* che si attestava sul 62%. Verso valle, in conseguenza dell'immissione di reflui di depurazione nel torrente, la qualità ambientale peggiorava drasticamente, con l'I.B.E. che raggiungeva la V classe. Questa situazione trovava conferma anche per quanto riguarda la proporzione di rane verdi, con la percentuale di *P. kl. esculentus* che aumentava fino all'81% [25]. Pertanto, la proporzione tra ibridi cleptici e la loro specie parentale può rappresentare un indice di qualità ambientale e può consentire di esprimere valutazioni in quegli ambienti in cui è difficile applicare altre tecniche di biomonitoraggio, come negli stagni o nei tratti di fiume fangosi. Potrebbe essere interessante associare ai nostri dati riguardanti i sistemi ibridogenetici presenti nel Parco del Delta del Po dell'Emilia-Romagna delle analisi di qualità ambientale, in modo da verificare se anche in questa realtà la diversa proporzione è indicazione di ambienti più o meno disturbati.

Infine, si ritiene necessario eseguire in futuro delle analisi genetiche, in modo da confermare le osservazioni fatte mediante analisi morfologica e avere un quadro più accurato delle specie di rana verde presenti nel Parco del Delta del Po emiliano romagnolo e della loro proporzione nei diversi settori.

7. Ringraziamenti

Ringrazio il Direttore dell'Ente di Gestione per i Parchi e le Biodiversità - Delta del Po Massimiliano Costa per avermi permesso di svolgere il tirocinio nel Parco. Ringrazio Francesca Gambetti e Riccardo Gennari dell'Ecomuseo delle Valli di Argenta per la cortesia sempre dimostrata e le segnalazioni di rane verdi del luogo. Ringrazio i carabinieri del Nucleo di Tutela della Biodiversità di Bosco Mesola per avermi permesso l'ingresso nel bosco e accompagnato nelle varie zone umide presenti. Ringrazio infine il mio tutor, Francesco Goggi, che mi ha aiutato durante tutta la mia attività di tirocinio dimostrandosi sempre più che disponibile.

8. Bibliografia e sitografia

1. Lapini L., 2005. Le rane verdi: prodigio evolutivo, paradosso sistematico, indicatori di qualità dell'ambiente. In: "Si fa presto a dire rana. Guida al riconoscimento degli anfibi anuri nel Friuli-Venezia Giulia", Museo Friulano di Storia Naturale Ed., Udine, pp. 26-37.
2. Uzzell T. & Berger L., 1975. Electrophoretic Phenotypes of *Rana ridibunda*, *Rana lessonae*, and Their Hybridogenetic Associate, *Rana esculenta*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 127: 13-24.
3. Frost D. R. *et al.*, 2006. The Amphibian Tree of Life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 297: 1-291.
4. Sindaco R., Doria G., Razzetti E., & Bernini F., 2006. *Rana lessonae* Camerano, 1882 / *Rana klepton esculenta* Linnaeus, 1758. *Rana ridibunda* Pallas, 1771 / *Rana kurtmuelleri* Gayda, 1940. In: "Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia", Societas Herpetologica Italica, Polistampa Ed., Firenze, pp. 340-351.
5. Lanza B., 1983. *Rana lessonae* Camerano. *Rana ridibunda* Pallas. L'ibrido *Rana lessonae* x *Rana ridibunda* [= *Rana "esculenta"* Linnaeus]. In: "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane – Anfibi, Rettili", Vol. 27, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega Ed., Verona, pp. 132-139.
6. IUCN Comitato Italiano: <http://www.iucn.it/>
7. Dubey S. *et al.*, 2019. Population genomics of an exceptional hybridogenetic system of *Pelophylax* water frogs. *BMC Evolutionary Biology*, 19: 164-177.
8. Laghi P., Miserocchi D. & Valli M., 2013. Determinazione genetica della presenza di rane verdi alloctone *Pelophylax ridibundus* e *Pelophylax kurtmuelleri* (Amphibia, Anura, Ranidae) in due località della Romagna. *Quaderni del Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 1: 75-78.
9. Bellati A., Bassu L., Nulchis V. & Corti C., 2019. Detection of alien *Pelophylax* species in Sardinia (western Mediterranean Italy). *BioInvasions Records*, 8(1): 8-25.
10. De Massary J.C. *et al.*, 2019. Nouvelle liste taxinomique de l'herpétofaune de la France métropolitaine. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 171: 37-56.
11. Amphibian Species of the World: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>
12. Bellati A. *et al.*, 2012. First molecular characterization of invasive alien populations of *Pelophylax kurtmuelleri* (Gayda, 1940) and new records from Italy. In: "Atti IX Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica", Pineta Ed., Bari, pp. 287-289.
13. Commissione Conservazione Societas Herpetologica Italica: <http://www-9.unipv.it/webshi/conserv/conserv.htm>

14. Parco Delta del Po Emilia-Romagna: <http://www.parcodeltapo.it/>
15. Regione Emilia-Romagna Ambiente: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/>
16. Progetto LIFEEL: <https://lifeel.eu/>
17. Moka GIS: <https://www.mokagis.it/>
18. AA. VV., 2018. Idrografia ed idrologia. In: “Misure specifiche di conservazione del SIC – ZPS IT4060015 Bosco della Mesola, Bosco Panfilia, Bosco di Santa Giustina, Valle Falce, La Goara”, StudioSilva, Bologna, pp. 12-13.
19. Comune di Argenta: <https://www.comune.argenta.fe.it/>
20. Ravenna Turismo: <https://www.turismo.ra.it/>
21. Johnson M. L. & Speare R., 2003. Survival of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Water: Quarantine and Disease Control Implications. *Emerging Infectious Diseases*, 9(8): 922-925.
22. Rosenblum E. B., Voyles J., Poorten T. J. & Stajich J. E., 2010. The Deadly Chytrid Fungus: A Story of an Emerging Pathogen. *PLOS Pathogens*, 6(1): e1000550.
23. Copernicus: <https://climate.copernicus.eu/>
24. AA. VV., 2003. La Pialassa Baiona – Aspetti socio-economici: caccia, pesca, turismo, attività industriali. In: “La Pialassa della Baiona - Qualità dell’ambiente e attività di ricerca”, Protocollo d’Intesa per un Programma di Monitoraggio e Risanamento della Pialassa Baiona, La Mandragora Ed., Bologna, pp. 49-60.
25. Mucciolo L., Venanzi D., Scialanca F. & Nascetti G., 2004. Indici biotici e bioindicatori per la caratterizzazione della qualità ambientale del bacino idrografico del Fiume Marta – Lago di Bolsena: il caso del Torrente Urcionio. *Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Biologica*, 80: 85-88.

9. Appendice I: Tabelle dati di campionamento

Valli di Argenta

Individuo	Specie / Ibrido	Data	Ora	Meteo	T (°C)	Sito	Substrato	L (cm)
147A1	<i>P. kl. esculentus</i>	14/07	11.31	S	35.8	1A	Canneto	4.9
147A2	<i>P. kl. esculentus</i>	14/07	11.41	S	35.8	1A	Canneto	2.0
147A3	<i>P. kl. esculentus</i>	14/07	12.28	S	36.0	2A	Stagno	4.5
217A1	<i>P. kl. esculentus</i>	21/07	10.15	S	36.0	1A	Stagno	2.5
217A2	<i>P. kl. esculentus</i>	21/07	12.06	S	37.0	3A	Sponda	6.6
267A1	<i>P. lessonae</i>	26/07	10.27	S	30.1	1A	Stagno	3.0
267A2	<i>P. kl. esculentus</i>	26/07	10.49	S	30.1	1A	Stagno	3.0
038A1	<i>P. kl. esculentus</i>	03/08	10.22	S	32.5	1A	Stagno	3.0
038A2 (Ricattura 267A2)	<i>P. kl. esculentus</i>	03/08	10.38	S	32.5	1A	Stagno	3.2
038A3	<i>P. kl. esculentus</i>	03/08	10.53	S	32.5	1A	Stagno	2.9
038A5	<i>P. kl. esculentus</i>	03/08	11.01	S	32.5	1A	Stagno	3.4
038A6	<i>P. kl. esculentus</i>	03/08	11.28	S	33.0	2A	Stagno	6.5
178A1	<i>P. kl. esculentus</i>	17/08	10.43	S	27.9	1A	Stagno	3.1
178A2	<i>P. lessonae</i>	17/08	11.01	S	27.9	1A	Stagno	2.8
248A1	<i>P. kl. esculentus</i>	24/08	10.19	S	32.0	1A	Stagno	3.5
248A2	<i>P. lessonae</i>	24/08	10.28	S	32.0	1A	Stagno	2.9
248A3	<i>P. kl. esculentus</i>	24/08	10.37	S	32.0	1A	Canneto	2.9
248A4	<i>P. kl. esculentus</i>	24/08	10.44	S	32.0	1A	Stagno	2.5
248A5	<i>P. kl. esculentus</i>	24/08	12.11	S	36.0	2A	Stagno	4.8
248A6	<i>P. kl. esculentus</i>	24/08	12.19	S	36.0	2A	Stagno	4.2
219A1	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	10.52	S	23.2	1A	Stagno	2.0
219A2 (Ricattura 038A3)	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	11.09	S	23.2	1A	Stagno	4.4
219A3	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	11.23	S	23.2	1A	Sponda	4.0
219A4	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	11.31	S	23.2	1A	Sponda	4.7
219A5	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	11.59	S	25.1	2A	Stagno	6.2
0510A1	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	10.39	S	19.0	1A	Canneto	3.4
0510A2	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	10.56	S	19.0	1A	Stagno	2.7

0510A3	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	11.02	S	19.0	1A	Stagno	3.0
0510A4	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	11.03	S	19.0	1A	Stagno	3.0
0510A5	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	11.11	S	19.0	1A	Stagno	3.5
0510A6	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	11.28	S	20.0	2A	Stagno	6.6

Tabella 1: Tabella riassuntiva dei dati di cattura per ciascun individuo di rana verde campionato nei siti delle Valli di Argenta. Per quanto riguarda la colonna "Meteo", le sigle possibili sono S – sole, N- nuvoloso, PN – poco nuvoloso, P – pioggia, T – temporale. La colonna "T" indica la temperatura atmosferica al momento della cattura. La colonna "L" corrisponde alla misura della lunghezza dall'apice del muso all'apice dell'urostilo dell'animale.

Pineta San Vitale e Pialassa della Baiona

Individuo	Specie / Ibrido	Data	Ora	Meteo	T (°C)	Sito	Substrato	L (cm)
147P2	<i>P. kl. esculentus</i>	14/07	15.15	S	31.0	1P	Chiaro	2.1
217P1	<i>P. kl. esculentus</i>	21/07	15.11	S	35.0	1P	Chiaro	2.3
267P1	<i>P. kl. esculentus</i>	26/07	14.29	S	32.0	1P	Sponda	2.0
267P2	<i>P. kl. esculentus</i>	26/07	14.53	S	32.0	1P	Sponda	3.7
248P1	<i>P. lessonae</i>	24/08	15.25	S	28.6	1P	Sponda	3.0
248P2	<i>Pelophylax</i> sp.	24/08	15.39	S	28.6	1P	Chiaro	2.0
219P1	<i>P. kl. esculentus</i>	21/09	14.36	S	25.0	1P	Chiaro	3.4
0510P1	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	14.20	S	24.5	1P	Chiaro	3.9
0510P2	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	14.33	S	24.5	1P	Sponda	3.9
0510P3	<i>Pelophylax</i> sp.	05/10	14.46	S	24.5	1P	Sponda	2.6
0510P4	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	15.47	S	24.0	2P	Stagno	8.4
0510P5	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	15.57	S	24.0	2P	Sponda	4.3
0510P5	<i>P. kl. esculentus</i>	05/10	15.58	S	24.0	2P	Sponda	4.5

Tabella 2: Tabella riassuntiva dei dati di cattura per ciascun individuo di rana verde campionato nei siti della Pineta di San Vitale e della Pialassa della Baiona. Per quanto riguarda la colonna "Meteo", le sigle possibili sono S – sole, N- nuvoloso, PN – poco nuvoloso, P – pioggia, T – temporale. La colonna "T" indica la temperatura atmosferica al momento della cattura. La colonna "L" corrisponde alla misura della lunghezza dell'animale (esclusa la coda nel caso di individui non ancora del tutto metamorfosati).

Bosco della Mesola

Individuo	Specie / Ibrido	Data	Ora	Meteo	T (°C)	Sito	Substrato	L (cm)
137M1	<i>P. lessonae</i>	13/07	10.01	S	28.4	1M	Stagno	4.1
207M1	<i>P. lessonae</i>	21/07	12.27	S	32.4	1M	Stagno	2.9
277M1	<i>P. lessonae</i>	27/07	10.45	S	33.4	2M	Canneto	3.5
277M2	<i>P. lessonae</i>	27/07	11.10	S	33.4	2M	Lago	2.5
277M3	<i>P. lessonae</i>	27/07	11.40	S	34.0	1M	Stagno	4.2
277M4	<i>P. lessonae</i>	27/07	12.05	S	34.0	1M	Stagno	3.8
048M1	<i>P. lessonae</i>	04/08	10.08	S	32.0	2M	Lago	2.1
048M2	<i>P. lessonae</i>	04/08	11.08	S	32.0	1M	Stagno	4.1
048M3	<i>P. lessonae</i>	04/08	11.14	S	32.0	1M	Stagno	4.6
048M3	<i>P. lessonae</i>	04/08	11.14	S	32.0	1M	Stagno	4.6
258M1	<i>P. lessonae</i>	25/08	9.25	S	25.7	2M	Lago	3.0
258M2	<i>P. kl. esculentus</i>	25/08	10.28	S	25.7	1M	Stagno	3.3
258M3	<i>P. lessonae</i>	25/08	10.36	S	25.7	1M	Stagno	5.9
258M4	<i>P. lessonae</i>	25/08	10.46	S	25.7	1M	Stagno	3.1
229M1	<i>P. lessonae</i>	22/09	9.34	PN	22.0	2M	Sponda	5.3
229M2	<i>P. lessonae</i>	22/09	10.22	PN	22.0	1M	Stagno	4.8
229M3	<i>P. lessonae</i>	22/09	11.01	PN	22.0	1M	Sponda	5.2
0610M1	<i>P. lessonae</i>	06/10	10.00	S	18.8	1M	Stagno	4.8

Tabella 3: Tabella riassuntiva dei dati di cattura per ciascun individuo di rana verde campionato nei siti del Bosco della Mesola. Per quanto riguarda la colonna "Meteo", le sigle possibili sono S – sole, N- nuvoloso, PN – poco nuvoloso, P – pioggia, T – temporale. La colonna "T" indica la temperatura atmosferica al momento della cattura. La colonna "L" corrisponde alla misura della lunghezza dell'animale.

**10. Appendice II: Database rane verdi Delta del Po
Valli di Argenta (FE)**



Immagine satellitare tratta da Google Earth





Sito 2A



Sito 3A



Individuo: 147A1

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: 14/07/22

Ora: 11.31

Meteo: Soleggiato

Temperatura: 35.8°C

Sito: 1A

Luogo: Canneto

Dimensioni: 4,9 cm

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo metatarsale asimmetrico; quando i femori ortogonali all'asse del corpo, i talloni si toccano.



Individuo: 147A2

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: 14/07/22

Ora: 11.41

Meteo: Soleggiato

Temperatura: 35.8°C

Sito: 1A

Luogo: Canneto

Dimensioni: 2,0 cm

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo asimmetrico. Talloni a contatto.



Individuo: **147A3**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **14/07/22**

Ora: **12.28**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **36°C**

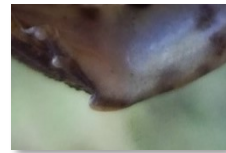
Sito: **2A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **4,5 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente ma
asimmetrico e di colorazione
scura; talloni a contatto.*



Individuo: **217A1**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **21/07/22**

Ora: **10.15**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **36°C**

Sito: **1A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **2,5 cm**

Informazioni riconoscimento:

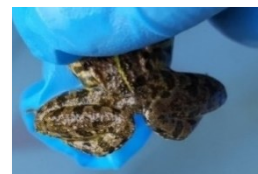
*Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.*



Individuo: **217A2**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/07/22**
Ora: **12.06**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **37°C**
Sito: **3A**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **6,6 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente ma
asimmetrico; talloni a contatto.*



Individuo: **267A1**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **26/07/22**
Ora: **10.27**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **30,1°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,0 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
sporgente e simmetrico;
talloni non a contatto.*





Individuo: **267A2**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **26/07/22**
Ora: **10.49**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **30,1°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,0 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Ricattura
Individuo: **267A2 038A2**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **03/08/22**
Ora: **10.38**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32,5°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,2 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **038A1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **03/08/22**
Ora: **10.22**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32,5°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,0 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **038A5**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **03/08/22**
Ora: **11.01**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32,5°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,4 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
simmetrico ma poco
sporgente; talloni a contatto.





Individuo: 038A3

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: 03/08/22

Ora: 10.53

Meteo: Soleggiato

Temperatura: 32,5°C

Sito: 1A

Luogo: Stagno

Dimensioni: 2,9 cm

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente e
asimmetrico, talloni a contatto.*

Ricattura

Individuo: 038A3 219A2

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: 21/09/22

Ora: 11.09

Meteo: Soleggiato

Temperatura: 23,2°C

Sito: 1A

Luogo: Stagno

Dimensioni: 4,4 cm

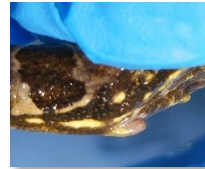
Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente e
asimmetrico, talloni a contatto.*





Individuo: **038A6**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **03/08/22**
Ora: **11.28**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **33,0°C**
Sito: **2A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **6,5 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
simmetrico ma poco sporgente,
talloni a contatto.*



Individuo: **178A1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **17/08/22**
Ora: **10.43**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **27,9°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,1 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale asimmetrico;
talloni a contatto.*



Individuo: **178A2**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **17/08/22**

Ora: **11.01**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **27,9°C**

Sito: **1A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **2,8 cm**

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo metatarsale sporgente e simmetrico, talloni non a contatto.



Individuo: **248A1**

Specie: *Pelophylax esculentus* kl.

Data: **24/08/22**

Ora: **10.19**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **32°C**

Sito: **1A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **3,5 cm**

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo metatarsale asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **248A2**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **24/08/22**

Ora: **10.28**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **32°C**

Sito: **1A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **2,9 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e simmetrico, talloni
non a contatto.*



Individuo: **248A3**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **24/08/22**

Ora: **10.37**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **32°C**

Sito: **2A**

Luogo: **Canneto**

Dimensioni: **2,9 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.*



Individuo: 248A4
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: 24/08/22
Ora: 10.44
Meteo: Soleggiato
Temperatura: 32°C
Sito: 1A
Luogo: Stagno
Dimensioni: 2,5 cm
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: 248A5
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: 24/08/22
Ora: 12.11
Meteo: Soleggiato
Temperatura: 36°C
Sito: 2A
Luogo: Stagno
Dimensioni: 4,8 cm
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente e
asimmetrico, talloni a contatto.





Individuo: **248A6**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **24/08/22**
Ora: **12.19**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **36°C**
Sito: **2A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,2 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: **219A1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/09/22**
Ora: **10.52**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **23,2°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **2 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **219A3**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/09/22**
Ora: **11.23**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **23,2°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **4 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale sporgente ma asimmetrico, talloni a contatto. Arto posteriore sinistro con segni di predazione.



Individuo: **219A4**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/09/22**
Ora: **11.31**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **23,2°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **4,7 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale asimmetrico; talloni a contatto.





Individuo: **219A5**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/09/22**
Ora: **11.59**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **25,1°C**
Sito: **2A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **6,2 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: **0510A1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **10.39**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **19°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Canneto**
Dimensioni: **3,4 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **0510A2**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **10.56**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **19°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **2,7 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: **0510A3**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **11.02**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **19°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: **0510A4**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **11.03**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **19°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
relativamente sporgente ma
asimmetrico, talloni a contatto.



Individuo: **0510A5**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **11.11**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **19°C**
Sito: **1A**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,5 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
simmetrico ma poco sporgente;
talloni a contatto.



Individuo: **0510A6**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **05/10/22**

Ora: **11.28**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **19°C**

Sito: **2A**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **6,6 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
asimmetrico, talloni a contatto.*



Riserva Naturale Bosco della Mesola (FE)

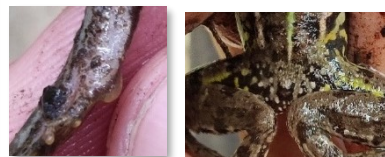


Immagine satellitare tratta da Google Earth





Individuo: **137M1**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **13/07/22**
Ora: **10.01**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **28,4°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,1 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale sporgente e semicircolare; talloni non a contatto.





Individuo: **207M2**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **21/07/22**

Ora: **12.27**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **32,4°C**

Sito: **1M**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **2,9 cm**

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo metatarsale sporgente e semicircolare; talloni non a contatto.



Individuo: **277M1**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **27/07/22**

Ora: **10.45**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **33,4°C**

Sito: **2M**

Luogo: **Canneto**

Dimensioni: **3,5 cm**

Informazioni riconoscimento:

Tubercolo metatarsale semicircolare e sporgente; talloni non a contatto.

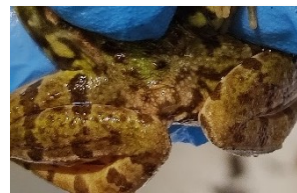




Individuo: **277M2**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **27/07/22**
Ora: **11.10**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **33,4°C**
Sito: **2M**
Luogo: **Lago**
Dimensioni: **2,5 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
semicircolare e sporgente;
talloni non a contatto.*



Individuo: **277M3**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **27/07/22**
Ora: **11.40**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **34°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,2 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
semicircolare e sporgente;
talloni non a contatto.*





Individuo: **277M4**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **27/07/22**

Ora: **12.05**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **34°C**

Sito: **1M**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **3,8 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



Individuo: **048M1**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **04/08/22**

Ora: **10.08**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **32°C**

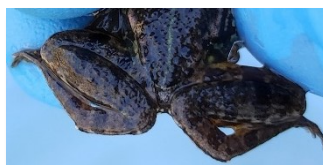
Sito: **2M**

Luogo: **Lago**

Dimensioni: **2,1 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*





Individuo: **048M2**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **04/08/22**
Ora: **11.08**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,1 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



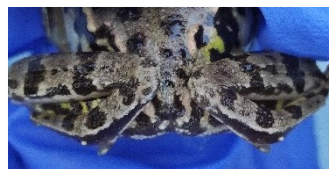
Individuo: **048M3**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **04/08/22**
Ora: **11.14**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,6 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



Individuo: **048M4**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **04/08/22**
Ora: **11.38**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,7 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



Individuo: **258M1**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **25/08/22**
Ora: **9.25**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **25,7°C**
Sito: **2M**
Luogo: **Lago**
Dimensioni: **3 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*

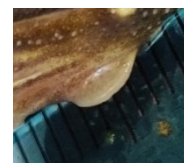
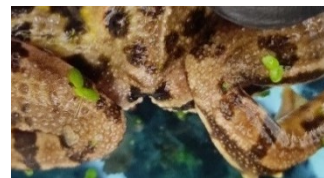




Individuo: **258M2**
Specie: *Pelophylax* kl.
esculentus
Data: **25/08/22**
Ora: **10.28**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **25,7°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **3,3 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
sporgente e asimmetrico;
talloni a contatto.



Individuo: **258M3**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **25/08/22**
Ora: **10.36**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **25,7°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **5,9 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale sporgente
e semicircolare; talloni non a
contatto.





Individuo: **258M4**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **25/08/22**

Ora: **10.46**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **25,7°C**

Sito: **1M**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **3,1 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



Individuo: **229M1**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **22/09/22**

Ora: **9.34**

Meteo: **Variabile**

Temperatura: **22°C**

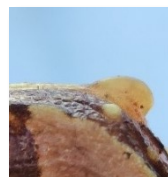
Sito: **2M**

Luogo: **Sponda**

Dimensioni: **5,3 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*

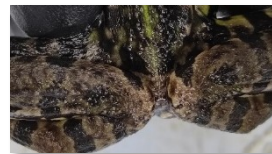




Individuo: **229M2**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **22/09/22**
Ora: **10.22**
Meteo: **Variabile**
Temperatura: **22°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **4,8 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale sporgente e semicircolare; talloni non a contatto.



Individuo: **229M3**
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: **22/09/22**
Ora: **11.01**
Meteo: **Variabile**
Temperatura: **22°C**
Sito: **1M**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **5,2 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale sporgente e semicircolare; talloni non a contatto.





Individuo: **0610M1**

Specie: *Pelophylax lessonae*

Data: **06/10/22**

Ora: **10.00**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **18,8°C**

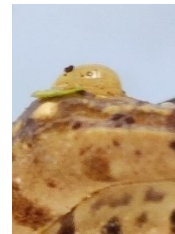
Sito: **1M**

Luogo: **Stagno**

Dimensioni: **4,8 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente e semicircolare;
talloni non a contatto.*



Pineta di San Vitale e Pialassa della Baiona (RA)



Immagine satellitare tratta da Google Earth

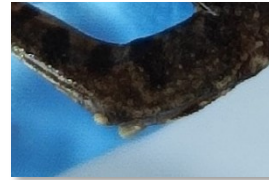




Individuo: **147P2**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **14/07/22**
Ora: **15.15**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **31°C**
Sito: **1P**
Luogo: **Chiaro**
Dimensioni: **2,1 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **217P1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **21/07/22**
Ora: **15.11**
Meteo: **Soleggiato, ventoso**
Temperatura: **35°C**
Sito: **1P**
Luogo: **Chiaro**
Dimensioni: **2,3 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.*



Individuo: **267P1**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **26/07/22**
Ora: **14.29**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **32°C**
Sito: **1P**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **2,0 cm**
Informazioni riconoscimento:
*Tubercolo asimmetrico; talloni a
contatto. Arto posteriore sinistro
deformato.*

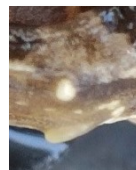




Individuo: 267P2
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: 26/07/22
Ora: 14.53
Meteo: Soleggiato
Temperatura: 32°C
Sito: 1P
Luogo: Sponda
Dimensioni: 3,3 cm
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale piuttosto simmetrico ma poco sporgente; talloni a contatto.



Individuo: 248P1
Specie: *Pelophylax lessonae*
Data: 24/08/22
Ora: 15.25
Meteo: Soleggiato
Temperatura: 28,6°C
Sito: 1P
Luogo: Sponda
Dimensioni: 3,0 cm
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo relativamente sporgente, ma simmetrico e bianco; talloni non a contatto.





Individuo: **248P2**

Specie: *Pelophylax* sp.

Data: **24/08/22**

Ora: **15.39**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **28,6°C**

Sito: **1P**

Luogo: **Chiaro**

Dimensioni: **2,0 cm** (coda esclusa)

Informazioni riconoscimento:

Non possibile a causa della fase intermedia.



Individuo: **219P1**

Specie: *Pelophylax* kl.
esculentus

Data: **21/09/22**

Ora: **14.36**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **25°C**

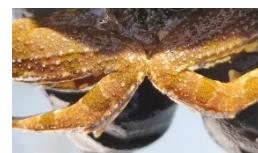
Sito: **1P**

Luogo: **Chiaro**

Dimensioni: **3,4 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
sporgente ma asimmetrico;
talloni a contatto.*





Individuo: **0510P1**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **05/10/22**

Ora: **14.20**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **24,5°C**

Sito: **1P**

Luogo: **Chiaro**

Dimensioni: **3,9 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale asimmetrico;
talloni a contatto.*



Individuo: **0510P2**

Specie: *Pelophylax kl. esculentus*

Data: **05/10/22**

Ora: **14.33**

Meteo: **Soleggiato**

Temperatura: **24,5°C**

Sito: **1P**

Luogo: **Sponda**

Dimensioni: **3,9 cm**

Informazioni riconoscimento:

*Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.*



Individuo: **0510P3**
Specie: *Pelophylax* sp.
Data: **05/10/22**
Ora: **14.46**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **24,5°C**
Sito: **1P**
Luogo: **Chiaro**
Dimensioni: **2,6 cm**
Informazioni riconoscimento:
Non possibile a causa dello stadio intermedio.



Individuo: **0510P4**
Specie: *Pelophylax* kl. *esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **15.47**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **24,0°C**
Sito: **2P**
Luogo: **Stagno**
Dimensioni: **8,4 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale asimmetrico; talloni a contatto.





Individuo: **0510P5**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **15.57**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **24,0°C**
Sito: **2P**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **4,3 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.



Individuo: **0510P6**
Specie: *Pelophylax kl. esculentus*
Data: **05/10/22**
Ora: **15.58**
Meteo: **Soleggiato**
Temperatura: **24,0°C**
Sito: **2P**
Luogo: **Sponda**
Dimensioni: **4,5 cm**
Informazioni riconoscimento:
Tubercolo metatarsale
asimmetrico; talloni a contatto.