



# PEST MANAGEMENT ECOLOGICO E DIGITALE

L'ESPERIENZA DEL PROGETTO LIFE BIOREPPEM  
UN MANUALE PER LE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI

MANUALE



# PEST MANAGEMENT ECOLOGICO E DIGITALE

L'ESPERIENZA DEL PROGETTO LIFE BIOPEM  
UN MANUALE PER LE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI

A cura di: Micaela Solinas

Testi di:

Pietro M. Bianco, Valter Bellucci (ISPRA)

Micaela Solinas (NaTurLab)

Andrea Fusari (AGEI)

Silvano Falocco (Fondazione Ecosistemi)

Hanno collaborato:

A. Fabbri, E. Benco (ISPRA)

F. Giambanco (Comune di Fiumicino)

A. Ursi (Comune di Francavilla al Mare)

F. Paglino (NaTurLab)

Ilaria Minardi, Annamaria Pioli (Ecol Studio SpA, Lifeanalytics)

## Table of Contents

English Summary.....	5
1. Introduzione.....	11
2. Il problema ambientale.....	14
2.1 Biocidi e impatto sull'ambiente.....	14
2.2 I biocidi nelle attività di disinfestazione e derattizzazione.....	16
2.3 Fenomeni di resistenza nei culicidi di interesse sanitario.....	19
2.4 Fenomeni di resistenza nei muridi di interesse sanitario.....	19
2.5 Le direttive e i regolamenti europei nazionali per la riduzione dell'uso dei pesticidi.....	20
3. La gestione comunale degli infestanti.....	25
3.1 Problematiche e opportunità.....	25
3.2 La strategia di azioni di prevenzione e lotta integrata.....	28
3.2.1 Lotta integrata alle zanzare.....	28
3.2.2 Azioni di prevenzione e buone pratiche per il controllo delle zanzare.....	30
3.2.3 Lotta integrata a ratti e topi.....	31
3.2.4 Azioni di prevenzione e buone pratiche per il controllo dei ratti e topi.....	32

4. Il modello BIOREPPEM.....	33
4.1 Il progetto Life BIOREPPEM.....	33
4.2 Il pest management ecologico e digitale secondo Biorepem.....	36
4.2 Il modello BIOREPPEM applicato alla lotta alle zanzare.....	38
4.3 Il modello BIOREPPEM applicato nella lotta ai ratti.....	41
4.4 Principali differenze operative del nuovo modello di PM.....	43
4.5 Nuovi approcci, nuove competenze.....	45
5. I costi ambientali ed economici del modello.....	46
5.1 Costi economici del modello BIOREPPEM.....	46
5.2 Costi ambientali del modello BIOREPPEM: i risultati dell'analisi del ciclo di vita.....	49
5.3 Gli sviluppi per il futuro.....	52
6. I CAM e la procedura di assegnazione degli appalti.....	53
7. Conclusioni.....	58
8. APPENDICI.....	60
8.1 Elenco delle norme sui biocidi.....	60
8.2 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLA RIPRODUZIONE DELLE ZANZARE A LIVELLO CONDOMINIALE/PRIVATO.....	61
8.3 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE INFESTAZIONI DA MURIDI A LIVELLO CONDOMINIALE/PRIVATO.....	62
7.4 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE ZANZARE NEGLI ISTITUTI SCOLASTICI.....	62
8.5 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE INFESTAZIONI DA MURIDI (TOPI E RATTI) NEGLI ISTITUTI SCOLASTICI.....	65
8.6 LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO E L'INTERVENTO NEI PRINCIPALI AMBIENTI DI NIDIFICAZIONE DI CULICIDI MOLESTI IN AREA URBANA.....	67
8.7 ANALISI ECOLOGICA DEI CULICIDI DI INTERESSE SANITARIO.....	69
8.8 ANALISI ECOLOGICA DEI MURIDI DI INTERESSE SANITARIO.....	97
Bibliografia.....	107
Sitografia.....	125
Origine delle foto.....	125

# English Summary

## 1. Introduction

The Life BIOREPPEM project recognizes the significant risks posed by a variety of chemicals, particularly biocides, to human health and the environment. Studies indicate that harmful chemicals, including pesticides and heavy metals, accumulate in human blood and tissues, raising concerns about prenatal exposure and its consequences for future generations. The project aims to provide an alternative solution to traditional pest management that minimizes biocide use and promotes ecological health.

Biocides, which include products used to eliminate harmful organisms such as mosquitoes and rats, are regulated under EU legislation designed to protect public health and reduce environmental harm. This includes regulations like CLP, which focuses on classification and labeling, and REACH, which relates to the registration and evaluation of chemicals. Under the European Green Deal, the project aligns with evolving sustainability targets, aiming to reduce biocide dependency in pest control.

## 2. Environmental Issues and Biocide Impact

Biocides encompass a wide range of products used for pest control and public health; however, their environmental profiles are often detrimental. The Italian market for biocides is approximately valued at €372 million, predominantly derived from private consumption. Overuse and improper application of these substances have led to environmental contamination and resistance development among target organisms.

Risks associated with biocides extend beyond their intended uses, affecting non-target species and leading to bioaccumulation in ecosystems. As a result, EU regulations are increasingly prioritizing the replacement of hazardous biocides, driving the need for safer alternatives.

## 3. Municipal Pest Management

Italian municipalities outsource pest control and rodent management services to specialized companies through contracts lasting 1 to 3 years. Traditionally, a "calendar-based" system was employed, focusing on routine treatments without considering actual pest presence. This method is ineffective and environmentally harmful, resulting in excessive biocide use.

To optimize chemical usage, the concept of "economic threshold" has been introduced, whereby treatments occur only when pest levels justify the treatment costs. This guided approach enhances economic efficiency, environmental safety, and reduces toxic exposure.

Current contracts may use a mix of calendar-based and on-demand services. Transitioning away from fixed interventions and employing Integrated Pest Management (IPM) strategies are essential to minimize pesticide usage. IPM comprises four key principles: inspection,

identification, prevention, and control.

Municipalities should adopt IPM principles to balance biological, agronomic, and chemical methods. Chemical use should be a last resort, with preventive measures and community engagement as primary strategies. Active monitoring is vital for identifying pest populations and assessing treatment effectiveness.

For mosquitoes, focus on reducing larval breeding sites through community involvement, while detecting adult populations should be limited to emergencies. For rodent control, measures include mapping infestation areas, improving sanitation, and using eco-friendly traps.

Overall, successful pest management requires a combination of strategic planning, community involvement, and monitoring to reduce reliance on harmful biocides and promote public health.

#### **4. The BIOREPEM Model**

##### **4.1 The Life BIOREPEM project**

Life BIOREPEM (Life19 ENV/IT/000358) is a 54-month project co-financed by the European Commission through the LIFE program, with a total budget of €1,525,713. Coordinated by the Municipality of Fiumicino, the project includes partners such as Francavilla al Mare, ISPRA, AGEI, Natur-Lab, and the Ecosystems Foundation.

The project aims to provide an alternative to traditional pest control methods used by municipalities, targeting a reduction of at least 50% in biocides over two years. The approach relies on a network of high-tech electromechanical traps, managed through a digital platform and mobile application, incorporating Integrated Pest Management (IPM) principles.

Key objectives include developing a digital management system, demonstrating the effectiveness of technological traps, encouraging new integrated pest management plans, and fostering community engagement to reduce biocide reliance.

Data is collected through various channels, including traps, weather information, and inputs from municipal staff. The traps were installed in identified sensitive locations, allowing for monitoring of pest populations and environmental conditions.

The project successfully eliminated biocide use in pilot areas, maintaining public venues without infestations while also promoting the use of *Bacillus thuringiensis israelensis* for larval control and raising public awareness of ecological pest management practices.

##### **4.2 Ecological and Digital Pest Management**

The Life BIOREPEM project has demonstrated the effectiveness of its tools, particularly electromechanical traps, for capturing rats and mice without the need for toxic biocides. This innovative approach significantly reduces pesticide reliance while implementing IPM principles, which emphasize community involvement and preventive measures.

The project establishes protocols for ecological pest management, showcasing a viable alternative to harmful chemicals in urban pest control, contributing to a healthier environment. Rat and mouse control methods differ from those for mosquitoes, which require more comprehensive strategies addressing larval stages and encouraging community participation due to their rapid lifecycle and mobility.

Municipalities should establish a working group to develop new pest management procedures. Identifying critical and sensitive areas for infestation is crucial, alongside mapping and evaluating historical data for effective trap placement. The project offers free access to its management platform and mobile app, but technical setup is needed to ensure functionality. Additionally, procurement of traps and materials is necessary, or companies may offer turnkey solutions. Training for municipal staff and pest control operators is essential for the effective use of these tools.

### **4.3 The BIOREPPEM Model for Mosquito Control**

The initial step in mosquito control involves installing traps, primarily the Mosquito Magnet Executive, which attracts adult mosquitoes using CO<sub>2</sub> to simulate human breath. While effective for monitoring, these traps have limitations such as a restricted range and high costs. Newer suction traps with catch counting and infrared technology offer improved monitoring capabilities at lower costs. An integrated mosquito management approach is critical and should include:

1. Electromechanical traps for monitoring and capturing adult mosquitoes.
2. Egg traps for collecting and monitoring mosquito eggs.
3. Eco-friendly larvicides.

All devices need to be inventoried and GPS-located, with storm drains also georeferenced for larvicide application. In the management phase, field data collected via a mobile app can be tracked over time, linking activities like insect collection and maintenance to specific devices. Furthermore, municipalities must educate residents on managing their properties to prevent mosquito breeding, which can include distributing informational materials and larvicides through door-to-door campaigns.

Pesticide use should be minimal and carefully considered due to potential health impacts. Given the complexity of mosquito management, establishing a partnership with a university or scientific institution is recommended for support in technical choices and species identification, enabling effective monitoring of potentially harmful species.

### **4.4 The BIOREPPEM Model for Rat Control**

Similar to mosquito control, the first step in managing rat populations is installing traps in identified locations. Outdoor installations should be protected from the weather and vandalism. The BIOREPPEM model uses electromechanical and digital traps (Ekomille) that

capture 80-100 rodents at once, without poison, using food as bait. These traps are hygienic, odorless, and can send capture data directly to a management platform via SIM, unlike mosquito traps.

Once georeferenced, traps can be visualized on a municipal map, showing data such as the number of captured rats and battery status. This real-time data aids in identifying infestation hotspots without using poison, as traps can be activated only when needed and easily relocated.

The contracted service company will regularly check trap status through an app, allowing for efficient planning of maintenance and collection. This system is easier and more cost-effective than traditional rodenticide methods, which require toxic waste disposal. The captured rats will be disposed of according to regulations.

In the medium term, municipalities can gain financial advantages from the BIOPEM digital management system, enhancing sustainability accountability and public image in an environmentally conscious society.

#### **4.5 Key Operational Differences of the New PM Model**

The adoption of the BIOPEM system represents a significant shift in how municipalities address pest issues. Moving from a model where pest control is fully delegated to specialized companies through contracts, municipalities now engage in a digital, territory-based management approach. This retains control over activities, enables informed decision-making, and allows for planning future interventions, ideally in partnership with scientific entities.

The main changes in the BIOPEM model include:

1. **Active Pest Management:** Municipalities take direct responsibility for pest control, organizing and training necessary technical staff and possibly collaborating with universities for scientific monitoring.
2. **Sustainability in Contracts:** New procurement processes must emphasize environmental and social sustainability. Contracts should connect interventions to ongoing efficiency monitoring while minimizing biocide use and last at least three years for economic viability.
3. **Digitalization:** Both municipalities and service providers utilize digital tools to optimize pest management, enhancing local knowledge and improving citizen services while protecting biodiversity.
4. **Monitoring and Evaluation:** The system allows for continuous assessment and planning of interventions based on real-time data.
5. **Enhanced Prevention Efforts:** Integrated pest management focuses on prevention, engaging residents in identifying and eliminating breeding sites, supported by scientific outreach and health education.

6. Reduction or Elimination of Biocides: Many hazardous biocides will need to be phased out in the medium term to address safety concerns.

7. Professionalization of Service Operators: Pest control operators will evolve into professionals skilled in managing digital systems, utilizing technology for remote monitoring and targeted interventions. This shift reduces exposure to toxins and fosters economic and environmental benefits recognized across the industry.

Overall, this revolutionary model fosters more effective and sustainable pest management while enhancing municipal accountability and public health.

#### **4.6 New Approaches, New Skills**

The BIOPEM model provides an innovative way for Public Administrations to enhance territorial management. Initial implementation may face challenges, particularly in training personnel. The LIFE BIOPEM project successfully worked with the ASL of Latina to introduce eco-friendly rodent control in four hospitals. An agreement included:

- Training for designated personnel.
- Site assessments for critical areas.
- Training for service staff.

This collaboration empowered personnel to independently manage traps and monitor pests, with ongoing support available.

The approach can be expanded with further training for municipal staff interested in the BIOPEM model. Effective pest management requires skills in technical, scientific, and communication areas. Collaborative teamwork is essential for promoting community health and addressing emerging threats like arboviruses and climate change.

#### **5. Economic and Environmental Costs**

The economic and environmental benefits of the BIOPEM model are substantial. A Life Cycle Assessment (LCA) conducted within the project evaluated the environmental impacts of the BIOPEM methods compared to traditional pest control strategies. The LCA revealed significant advantages for the BIOPEM model, with reduced emissions, decreased toxicity, and improved ecosystem health.

While the initial investment for implementing the BIOPEM system is higher, the annual operational costs are typically lower compared to conventional methods relying on chemical pesticides. The project demonstrated that effective rodent control could occur with reduced expenditure on chemical products while avoiding the environmental costs associated with biocides.

The findings indicate that transitioning from traditional methods to innovative, ecologically based strategies can lead to long-term economic savings and minimal environmental impact.

## **6. Green Procurement and Contracting Procedures**

Green Public Procurement (GPP) plays a crucial role in the implementation of the BIOREPPEM model. The project identified key criteria that municipalities can integrate into public contracts for pest management services to promote environmentally sustainable practices. These criteria focus on reducing harmful substances while encouraging the adoption of eco-friendly pest control methods.

The project's findings suggest that, with the right framework, municipalities can prioritize sustainable practices, enhancing their public image and reinforcing their commitment to environmental stewardship.

### **Conclusion**

The Life BIOREPPEM project exemplifies a pioneering approach to sustainable urban pest management. By integrating advanced technology with ecological practices, the project significantly mitigates the environmental impact associated with traditional pest control methods. The adoption of the BIOREPPEM model not only aligns with EU directives but also fosters a more holistic approach to public health that prioritizes safety and ecological balance.

Through the successful implementation of high-tech traps and a digital management platform, municipalities can achieve effective pest control while minimizing chemical usage. The project has shown that it is possible to maintain public health without relying on the harmful biocides of the past, thus protecting ecosystems and promoting biodiversity.

As municipalities seek to implement the BIOREPPEM model and develop green procurement practices, they are not only enhancing their operational efficiency but are also demonstrating leadership in environmental responsibility. The positive results and insights gained from the project provide a solid foundation for future policy developments and practical applications that can further reduce reliance on harmful chemicals in pest management, ultimately contributing to a healthier environment for all citizens.

## 1. Introduzione

È ormai riconosciuto<sup>1</sup> che molte sostanze chimiche, tra le quali la maggior parte dei biocidi attualmente utilizzati nella lotta contro gli organismi molesti, possono danneggiare l'ambiente e la salute umana, comprese le generazioni future. Esse possono interferire con gli ecosistemi e indebolire la resistenza umana e la capacità di rispondere ai vaccini.

Gli studi di biomonitoraggio umano svolti nei centri di ricerca europei indicano un numero crescente di diverse sostanze chimiche pericolose nel sangue umano e nei tessuti del corpo tra cui alcuni pesticidi, prodotti farmaceutici, metalli pesanti, plastificanti e ritardanti di fiamma. L'esposizione combinata prenatale a diverse sostanze chimiche ha portato a una riduzione della crescita fetale e a tassi di natalità più bassi.

Nella categoria "pesticidi" sono raggruppate le sostanze utilizzate per sopprimere, eliminare e prevenire gli organismi considerati nocivi, tra cui le zanzare e i ratti. Il termine comprende sia i prodotti fitosanitari (PPP), utilizzati sulle piante in agricoltura, orticoltura, nei parchi e giardini, che i biocidi, utilizzati per altre applicazioni, ad esempio come disinfettanti o per la protezione di materiali.

La legislazione dell'UE in materia di sostanze chimiche e di pesticidi mira a proteggere la salute umana e l'ambiente oltre che a evitare possibili ostacoli agli scambi commerciali<sup>2</sup>. Essa, pertanto, comprende norme che disciplinano la commercializzazione e l'uso di determinate categorie di prodotti chimici, una serie di restrizioni armonizzate riguardanti l'immissione sul mercato e l'uso di sostanze pericolose, nonché protocolli per la gestione di incidenti rilevanti e l'esportazione delle sostanze pericolose. Due importanti traguardi a livello di Unione Europea sono il **regolamento CLP**<sup>3</sup> sulla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele, successivamente aggiornato con il Regolamento (UE) 2016/1179, e il **regolamento REACH**<sup>4</sup> (registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche). Nell'ambito del Green Deal<sup>5</sup> europeo, e in particolare della strategia in materia di sostanze chimiche per la

---

<sup>1</sup> Si veda ad es.: *Strategia in materia di sostanze chimiche sostenibili. Verso un ambiente privo di sostanze tossiche*, Commissione Europea, COM(2020) 667 final, 14 ottobre 2020, [https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy_en)

<sup>2</sup> Vedi <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/78/sostanze-chimiche-e-pesticidi>

<sup>3</sup> Il Regolamento (CE) n. 1272/2008 (detto CLP, Classification, Labelling and Packaging) implementa nel contesto europeo gli indirizzi di classificazione ed etichettatura che sono stabiliti nel sistema armonizzato dell'ONU denominato Globally Harmonized System (GHS), che mira ad armonizzare la classificazione e l'etichettatura delle sostanze e delle miscele a livello globale, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1272&qid=1716376482990>

<sup>4</sup> Regolamento (EC) n. 1907/2006 REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) sostituisce con testo normativo unico buona parte della precedente legislazione comunitaria in materia di sostanze chimiche, introducendo un sistema integrato basato su quattro elementi fondamentali: la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione, le restrizioni, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32006R1907&qid=1716377119819>

<sup>5</sup> Il Green Deal è pacchetto di iniziative strategiche per trasformare le politiche dell'UE in materia di clima, energia, trasporti e fiscalità, con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Vedi: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)

sostenibilità<sup>6</sup>, della strategia “Dal produttore al consumatore”<sup>7</sup> e di quella per la Biodiversità<sup>8</sup>, la legislazione dell'UE in tali ambiti è attualmente sottoposta a un processo di revisione per tenere conto degli ambiziosi obiettivi al 2050 i quali prevedono che:

- nel 2050 non siano più generate emissioni nette di gas a effetto serra nella UE;
- la crescita economica venga dissociata dall'uso delle risorse;
- nessuna persona e nessun luogo siano trascurati.

Il progetto Life BIOREPEM (BIOcide REduction in PEst Management, LIFE19 ENV/IT/000358)<sup>9</sup>, presentato in questo manuale, contribuisce pienamente agli obiettivi del Green Deal in quanto mira a sviluppare e a mettere a disposizione dei comuni europei **una soluzione alternativa** alle tradizionali attività di gestione e controllo degli infestanti **finalizzata a ridurre i biocidi utilizzati e quindi immessi in ambiente**. Life BIOREPEM propone un approccio **innovativo, digitale ed ecologico** al controllo - in particolare - di ratti, topi e zanzare. Tale approccio è stato sviluppato e testato grazie al contributo del programma europeo LIFE<sup>10</sup> che finanzia le azioni per l'ambiente e il clima. Al centro di questo approccio vi è l'uso di network di trappole ecologiche ad alta tecnologia per la cattura massiva di ratti e zanzare, un portale web sviluppato appositamente per scopi di gestione e monitoraggio e un'app mobile utilizzata dagli operatori sul campo per la raccolta di informazioni. I servizi di disinfestazione e derattizzazione comunale svolti in questo modo sono inquadrati in un'ottica di **Integrated Pest Management**<sup>11</sup> e sono quindi affiancati da attività di prevenzione, oltre che di monitoraggio. Grazie alle azioni realizzate, il progetto è stato in grado di superare i risultati previsti, ovvero ridurre, rispettivamente, del 50% e del 20% i rodenticidi e gli insetticidi usati dai Comuni partner nei siti pilota. Infatti, nei siti interessati dal progetto (asili, scuole, centri anziani, uffici comunali) **non si è fatto uso alcuno di biocidi e non si sono registrate infestazioni**.

Lo scopo di Life Biorepem è in linea con la direttiva 2009/128/EC<sup>12</sup> sull'Uso Sostenibile dei pesticidi che prevede (art.12) che *“l'uso di pesticidi sia ridotto al minimo o vietato in specifiche aree”*, in particolare *“le aree utilizzate dalla popolazione o da gruppi vulnerabili quali definiti all'articolo 3 del Regolamento (CE) n. 1107/2009<sup>13</sup>, quali parchi e giardini pubblici, campi sportivi e aree ricreative, cortili delle scuole e parchi gioco per bambini, nonché in prossimità di aree in cui sono*

---

<sup>6</sup>Comunicazione della Commissione n. COM(2020) 667 final *Chemicals Strategy for Sustainability. Towards a Toxic-Free Environment*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A667%3AFIN>

<sup>7</sup>Comunicazione n. COM/2020/381 final *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>

<sup>8</sup>Comunicazione n. COM/2020/380 final *EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>

<sup>9</sup><https://www.lifebiorepem.it/>

<sup>10</sup>[https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life\\_en](https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en)

<sup>11</sup>[https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/integrated-pest-management-ipm\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/integrated-pest-management-ipm_en)

<sup>12</sup>Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj>

<sup>13</sup>Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1107/oj>

*ubiccate strutture sanitarie” e inoltre le aree protette di cui alla Direttiva 2000/60/CE<sup>14</sup> e le aree Natura 2000<sup>15</sup>. La direttiva, inoltre, all'art. 14 (Difesa integrata) prevede che debbano essere privilegiati “ogniquale volta possibile i metodi non chimici, questo affinché gli utilizzatori professionali di pesticidi adottino le pratiche o i prodotti che presentano il minor rischio per la salute umana e l'ambiente tra tutti quelli disponibili per lo stesso scopo”.*

Le trappole elettromeccaniche testate nell'ambito del progetto Life BIOPEM e molti altri sistemi che non fanno uso di pesticidi sono in vendita nell'Unione Europea già da molti anni ma il loro uso, soprattutto a livello pubblico, è ancora limitato perché le alternative non sono ritenute altrettanto valide ed efficaci. Inoltre, le soluzioni chimiche – se non si considerano i costi ambientali – sono economicamente più vantaggiose. L'utilizzo dei rodenticidi e degli insetticidi, d'altra parte, continua a essere ammesso dalla normativa europea e nazionale **in regime di deroga** per questioni di ordine sanitario. Roditori e zanzare sono infatti vettori di importanti malattie quali, ad esempio, toxoplasmosi, leptospirosi, salmonellosi, peste, diffuse dai ratti, e Zika, Chikunguya, Dengue, West Nile, Malaria, trasmesse dalle zanzare. Non è pensabile, pertanto, non esercitare un adeguato controllo sulle loro popolazioni.

Una misura della complessità del tema può essere rappresentata dal fatto che lo stesso programma LIFE che ha sostenuto BIOPEM ha finanziato in Italia progetti che hanno fatto ricorso ai rodenticidi a scopo di conservazione, a tutela delle popolazioni di Berte minori e maggiori nidificanti in alcune isole e predate dai ratti<sup>16</sup>. Naturalmente, si tratta di esperienze che hanno usato i biocidi in modo mirato, scientifico e pianificato per ridurre al minimo l'impatto ambientale, tuttavia rimane una contraddizione di fondo che speriamo possa essere risolta grazie a nuovi studi, prodotti, strumenti e iniziative in grado di diminuire drasticamente la nostra dipendenza dai veleni. Il modello proposto e sperimentato da Life Biorepem è pensato per i contesti urbani e non è applicabile ad aree naturali impervie, tuttavia **appare evidente che integrando i due approcci**, soprattutto laddove esistano centri abitati o comunque zone di facile accesso, con o senza connessione a internet, sia possibile diminuire le quantità di pesticidi usati per controllare ratti, topi e zanzare anche in aree di interesse naturalistico.

Il presente manuale si rivolge alle pubbliche amministrazioni che hanno competenze in tema di controllo degli infestanti (quali comuni, ASL, enti portuali, aree protette) con l'obiettivo di far conoscere il modello messo a punto dal progetto BIOPEM e **offrire una possibile alternativa, efficace e validata, all'uso dei biocidi**. Un'alternativa che, inoltre, permette alle amministrazioni il pieno controllo sulle attività svolte in appalto, grazie all'uso della piattaforma di gestione.

Nel capitolo 2 si descrivono i rischi e le problematiche connessi all'uso di sostanze tossiche nelle attività di disinfezione e derattizzazione. Si fornisce inoltre un rapido excursus delle direttive e dei regolamenti europei e nazionali per la riduzione dell'uso dei pesticidi.

---

<sup>14</sup>Nota come “Direttiva Acque”, istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>

<sup>15</sup>[https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/natura-2000\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/natura-2000_en)

<sup>16</sup>Vedi, ad esempio, Life Ponderat, Life Diomedee

Nel capitolo 3 si affrontano problematiche e opportunità della gestione degli infestanti da parte delle pubbliche amministrazioni e viene introdotto il concetto di “lotta integrata” (Integrated Pest Management o IPM).

Nel capitolo 4 si descrive nel dettaglio il modello ecologico e digitale sviluppato e proposto dal progetto LIFE BIOPEM, con tutte le fasi e le procedure che esso comporta, ma anche le nuove competenze richieste alle amministrazioni e agli operatori del settore del pest control.

Nel capitolo 5 parliamo dei costi economici legati al modello BIOPEM e presentiamo i risultati dell’analisi di ciclo di vita svolta nel corso del progetto.

Il capitolo 6 è dedicato al tema degli appalti. In esso descriviamo i nuovi criteri verdi per l’acquisto di prodotti e servizi nell’ambito della disinfestazione e derattizzazione sviluppati dal progetto a beneficio delle pubbliche amministrazioni.

## 2. Il problema ambientale

### 2.1 Biocidi e impatto sull’ambiente

I biocidi comprendono un’ampia gamma di prodotti usati per la conservazione di beni e materiali oltre che per scopi di sanità pubblica e privata. Sono prodotti intesi come antiparassitari non agricoli, la cui funzione è di eliminare o rendere innocuo qualsiasi organismo che sia nocivo per l’uomo, gli animali, i materiali e i beni di consumo con l’esclusione dei beni alimentari, per i quali si utilizzano prodotti specifici. Alcuni biocidi sono autorizzati in Italia da molti anni nella categoria dei presidi medico-chirurgici (disinfettanti, insetto-repellenti, insetticidi, topicidi e raticidi ad uso domestico e civile)<sup>17</sup>.

Il mercato dei biocidi usati per il controllo degli infestanti ha in Italia un volume complessivo di circa 372 milioni di euro (al settembre 2024) la maggior parte dei quali provenienti dalle vendite nel settore privato (Grande Distribuzione Organizzata, GDO) e poco meno di 1/3 (circa 112 milioni) in quello professionale (fig. 1). Nell’ambito del mercato professionale (Grande Distribuzione Specialistica, GDS) + professional market, i prodotti non chimici sono il 20% circa (fig. 2).

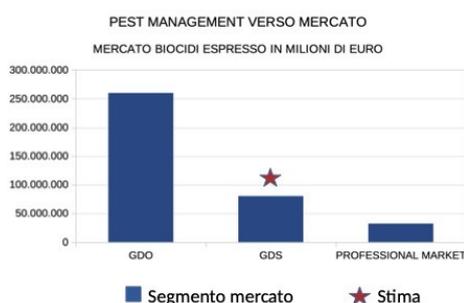


Fig. 1: il mercato dei biocidi per il pest control in Italia per ambito di vendita (Federchimica)

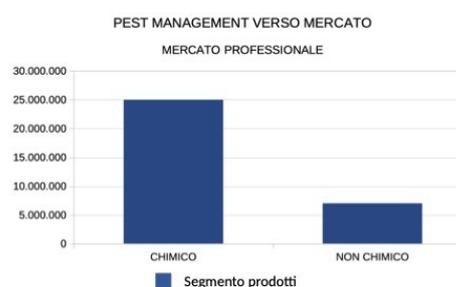


Fig. 2: volume dei segmenti chimico e non chimico nel mercato professionale del pest control

<sup>17</sup><https://www.iss.it/-/cosa-sono-i-biocidi-1>

Benché l'uso dei biocidi sia finalizzato a garantire il benessere dell'uomo e la conservazione di molti prodotti, le sostanze utilizzate hanno tutte pessimi profili ambientali ed ecotossicologici ed elevata permanenza in ambiente, mentre l'uso eccessivo o scorretto ha generato nel tempo contaminazione ambientale e fenomeni di resistenza.

Per questo motivo, molti tra i biocidi più utilizzati sono candidati alla sostituzione nella UE ai sensi del Regolamento 408/2015/UE<sup>18</sup>. L'elenco aggiornato si può ricavare dal database delle sostanze attive dell'Unione Europea presente nel sito [https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eupesticides-db\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eupesticides-db_en).

I principi attivi contenuti nei biocidi, ovvero le sostanze chimiche che esercitano la loro azione tossica nei confronti delle specie da combattere, possono provocare danni ad altri organismi che costituiscono elementi essenziali degli ecosistemi. Inoltre, la loro dispersione nell'ambiente conseguente a un uso massivo comporta fenomeni di accumulo nel biota e nei comparti ambientali esposti (acque superficiali, acque sotterranee, suolo, aria).

Per questo, l'autorizzazione all'immissione in commercio di ciascun prodotto biocida deve essere preceduta da una approfondita valutazione del rischio riguardante gli aspetti sanitari e ambientali.

La valutazione del rischio ambientale comporta l'esame delle modalità di distribuzione delle sostanze nei diversi comparti (acqua, suolo, aria e biomassa) e degli effetti nocivi che possono determinare sulle popolazioni animali e vegetali "non-bersaglio" (pesci, alghe, uccelli, organismi del suolo, insetti, ecc.). Tutto ciò costituisce un processo di natura scientifica teso a quantificare i livelli di rischio presentati da ciascun prodotto nelle condizioni di impiego previste per poi porli a confronto con i livelli di rischio considerati "accettabili", secondo quanto indicato nelle norme comunitarie e nazionali.

La valutazione del rischio ambientale si basa sugli studi che le industrie produttrici devono sottoporre all'esame delle autorità nazionali competenti e dell'ECHA<sup>19</sup>, ed è effettuata allo scopo di prevedere il "destino" nell'ambiente delle sostanze chimiche contenute nei prodotti, fornire una stima delle concentrazioni "residuali" nei diversi comparti ambientali, determinare la probabile esposizione di organismi "non-bersaglio" e, infine, calcolare il rischio per le specie esposte.

La valutazione del rischio ambientale tiene conto delle proprietà fisico-chimiche del prodotto, delle sue proprietà ecotossicologiche, delle quantità e modalità di impiego, della persistenza delle sostanze attive e della relativa capacità di diffusione nell'ambiente. Va considerato, infatti, che la

---

<sup>18</sup>Regolamento n. 408/2015/UE dell'11 marzo 2015 della Commissione recante attuazione dell'articolo 80, paragrafo 7, del regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che stabilisce un elenco di sostanze candidate alla sostituzione

<sup>19</sup>European Chemicals Agency. L'Agenzia, istituita nel 2007, opera per favorire l'uso sicuro delle sostanze chimiche attuando la normativa dell'UE in materia, a vantaggio della salute umana, dell'ambiente, dell'innovazione e della competitività in Europa.

pericolosità di un composto deriva da almeno 3 proprietà che sono: la **tossicità** (ovvero la capacità di provocare, a determinate dosi o concentrazioni, disturbi o danni a carico di organismi viventi), la **stabilità** (la tendenza a conservare la propria composizione) e la **cumulabilità** (la possibilità di dare luogo a danni cumulativi in caso di esposizione combinata a più agenti chimici). Considerare la sola tossicità non è sufficiente perché se un composto è tossico ma rimane nell'ambiente per pochi secondi il rischio è minimo. Se però quella stessa sostanza permane un'ora il rischio è maggiore, e se permane un anno il rischio è ancora più grande. Quindi, la stabilità è un elemento fondamentale così come gli effetti dovuti al cumulo quando più agenti chimici agiscono simultaneamente.

Lo Stato membro che effettua la valutazione di un biocida, tenendo conto dei parametri indicati dal Regolamento UE n. 528/2012 (BPR)<sup>20</sup>, concede l'autorizzazione solo se il rischio associato all'uso del prodotto è accettabile, sulla base dei criteri comuni per la valutazione dei fascicoli sui biocidi indicati nell'allegato VI del Regolamento stesso.

Il Regolamento sui biocidi inserisce criteri di valutazione, criteri di esclusione dei principi attivi maggiormente pericolosi e criteri di sostituzione, valutando l'eventuale disponibilità di prodotti meno nocivi per lo stesso utilizzo.

I criteri di esclusione, definiti dall'art. 5, riguardano:

- le sostanze cancerogene, mutagene e tossiche per la riproduzione (cat. 1A e 1B) così come definite dal già citato Regolamento CLP (classificazione, etichettatura e imballaggio);
- le sostanze classificate come interferenti endocrini in base al Regolamento REACH;
- le sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT), o molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB) come definite dal Regolamento REACH.

## 2.2 I biocidi nelle attività di disinfestazione e derattizzazione

Il Ministero della Salute italiano considera la derattizzazione e la disinfestazione come attività di prevenzione di malattie trasmesse da roditori e altri parassiti. Infatti, derattizzazione e disinfestazione sono obbligatorie in tutti quei contesti in cui la presenza di roditori o altri parassiti possa rappresentare un rischio per la salute pubblica o per la sicurezza alimentare. Questo include, ad esempio, gli edifici residenziali, le strutture ricettive, i ristoranti, i negozi di alimentari, e così via.

**La disinfestazione anti-zanzare** viene condotta attraverso due tipi di azioni autorizzate dal Ministero alla Salute e registrate come presidi medico-chirurgici (PMC):

- la riduzione del numero delle larve, effettuata tra aprile e ottobre con prodotti quali Pyriproxifen, Diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis var. israelensis*, sotto forma di liquidi o

---

<sup>20</sup>Il regolamento UE sui biocidi n. 528/2012, noto anche come BPR (Biocidal Products Regulation), concerne l'immissione sul mercato e l'uso di biocidi, utilizzati per la tutela dell'uomo, degli animali, dei materiali o degli articoli contro organismi nocivi, quali parassiti o batteri, mediante l'azione dei principi attivi contenuti nel biocida

comprese che vengono immessi nelle caditoie e nei tombini;

- gli interventi di contenimento degli adulti effettuata tra luglio e settembre attraverso l'irrorazione della vegetazione posta lungo le strade, dei parchi pubblici, dei cimiteri, dei giardini delle scuole, delle case e dei giardini privati, con insetticidi Piretroidi e Organofosforici. Gli insetticidi rappresentano una delle 22 classi dei prodotti normati dal BPR.

Tutti i prodotti utilizzati e presenti sul mercato italiano per la lotta alle zanzare (adulticidi, larvicidi e repellenti) devono essere obbligatoriamente Biocidi o PMC (presidi medico chirurgici) per i quali sia stata effettuata una valutazione della sicurezza per la salute umana e per l'ambiente. Tuttavia, in genere questi prodotti, anche se regolarmente autorizzati, sono classificati come "miscele pericolose" e devono essere utilizzati seguendo attentamente le misure di contenimento del rischio indicate nelle Schede dei Dati di Sicurezza, nelle schede tecniche o nelle etichette. Inoltre, sfortunatamente, si tratta spesso di prodotti ad ampio spettro che hanno effetti indesiderati o collaterali su organismi non bersaglio e sulla biodiversità, in particolare quando utilizzati in ambiti ecologicamente sensibili.

Va detto che la quantità di insetticidi usati in ambiente urbano rappresenta solo una piccola parte dei pesticidi usati ogni anno in Italia, compresa tra lo 0,2 e il 2,7% del totale<sup>21</sup>. Tuttavia, l'uso su terreni e superfici impermeabili, come le strade e i palazzi delle città, desta una serie di preoccupazioni soprattutto per via della velocità di ruscellamento delle acque superficiali<sup>22</sup>, almeno 10 volte maggiore rispetto a quella dei terreni agricoli. Inoltre, gli insetticidi impiegati non hanno il tempo di degradarsi, raggiungendo rapidamente gli habitat naturali e determinandone la contaminazione anche a notevole distanza dai luoghi di irrorazione.

Per quanto riguarda **la derattizzazione**, i prodotti più frequentemente utilizzati a questo scopo sono a base di anticoagulanti come le cumarine e gli indandioni. Il meccanismo di azione di tutte queste sostanze è simile, in quanto interferiscono con la sintesi dei fattori della coagulazione dipendenti dalla vitamina K, provocando emorragia e morte nei roditori che le ingeriscono. Anche in questo caso si tratta di sostanze non selettive, che pongono un potenziale rischio di avvelenamento primario o secondario nei confronti di animali non bersaglio. Residui di AR sono stati trovati in una vasta gamma di animali non bersaglio in studi di monitoraggio in tutto il mondo. Gli anticoagulanti rodenticidi (AR) sono inoltre identificati come sostanze PBT (persistenti, bioaccumulabili e tossiche) e CMR (cancerogene, mutagene e tossiche per la riproduzione) ovvero tossiche per la riproduzione e per organi bersaglio specifici.

Dal 1° marzo 2018 è entrato ufficialmente in vigore il Regolamento UE 2016/1179, ripreso dal

---

<sup>21</sup>Impatto sugli ecosistemi e sugli esseri viventi delle sostanze sintetiche utilizzate nella profilassi anti zanzara, a cura di Pietro Massimiliano Bianco, ISPRA, Quaderni – Ambiente e Società 10/2015, <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/impatto-sugli-ecosistemi-e-sugli-esseri-viventi-delle-sostanze-sintetiche-utilizzate-nella-profilassi-anti-zanzara>

<sup>22</sup>Il ruscellamento superficiale è il fenomeno che si verifica quando, soprattutto in seguito a forti precipitazioni, le acque piovane non potendo più penetrare nel terreno, scorrono sulla superficie del suolo e provocano eventualmente danni

comunicato del Ministero della Salute del 15 febbraio 2017<sup>23</sup>. Il Regolamento apporta modifiche alla tabella 3.1 dell'allegato VI, parte 3, del precedente Regolamento (CE) n. 1272/2008, determinando la riclassificazione dei rodenticidi anticoagulanti (Bromadiolone, Difenacoum, Brodifacoum) e le relative limitazioni d'uso in base alle categorie di utilizzatori. Questo Regolamento introduce l'obbligo di classificare i rodenticidi come prodotti pericolosi e porta la soglia critica di principio attivo in essi contenuti dallo 0,005% allo 0,003% determinando le due categorie seguenti:

- Prodotti con principio attivo superiore o uguale allo 0,003%: solo per uso professionale;
- Prodotti con principio attivo inferiore allo 0,003%: destinati all'utilizzo anche da parte del consumatore finale.

Per sintetizzare, sia per il controllo delle zanzare che per quello dei roditori sinantropi si impiegano sostanze pericolose che richiedono grandi precauzioni. La stessa industria chimica è impegnata nella diffusione di informazioni per un corretto utilizzo di questi prodotti come, ad esempio, le linee guida dell'EBPF (oggi Biocides for Europe) per l'uso sostenibile dei rodenticidi<sup>24</sup>. Va anche detto che solo una piccola parte di queste sostanze ad azione biocida raggiunge il bersaglio, il resto si disperde nell'ambiente producendo effetti dannosi di varia natura:

- avvelenamento e morte di animali domestici (cani, gatti) e selvatici (rapaci notturni e diurni, pipistrelli, volpi, lupi, faine, martore)
- contaminazione di fiumi, laghi e mari
- alterazione delle catene trofiche di terra, acqua e atmosfera
- comparsa di residui tossici nei prodotti alimentari e relative conseguenze sulla salute dei consumatori
- allergie, intossicazione diretta degli esseri umani
- aumento delle resistenze degli organismi bersaglio
- scomparsa dei predatori naturali degli organismi invasivi

La ricerca di alternative a questi veleni che hanno tanti effetti indesiderati, pur svolgendo un ruolo importante per garantire la salubrità dei nostri luoghi di vita e di lavoro e combattere il propagarsi di pericolose malattie, è quindi fondamentale e ineludibile. Secondo la Relazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio sull'uso sostenibile dei biocidi (COM(2016) 151 final) tali sostanze andrebbero ridotte in modo significativo o sostituite. Anche l'8° Programma europeo d'azione per l'ambiente riconosce che l'innovazione e lo sviluppo di sostituti sostenibili, comprese le soluzioni non chimiche, sono aspetti fondamentali di una strategia per un ambiente non tossico.

---

<sup>23</sup>[https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_notizie\\_2822\\_listaFile\\_itemName\\_0\\_file.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_notizie_2822_listaFile_itemName_0_file.pdf)

<sup>24</sup>Biocides for Europe, ex EBPF (European Biocidal Products Forum), è un gruppo settoriale del Cefic, il Consiglio europeo dell'industria chimica che rappresenta l'industria dei biocidi in Europa. Nel 2010 ha pubblicato le linee guida "Sustainable use of rodenticides as biocides in the EU"

### 2.3 Fenomeni di resistenza nei culicidi di interesse sanitario

Gli interventi ripetuti nel tempo (interventi adulticidi sulle zanzare a calendario) e l'uso prolungato di prodotti chimici non selettivi, ma dannosi per molti altri insetti, hanno potenziali effetti tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente (ISPRA, 2015)<sup>25</sup>. Un aspetto paradossale di questi approcci, di cui si poco parla al di fuori degli ambiti scientifici, è che favoriscono inoltre lo sviluppo di fenomeni di resistenza, soprattutto nelle popolazioni di zanzara (Pichler et al., 2018).

L'aumento della resistenza è un processo trasmesso in via ereditaria per selezione e causato dalla elevata frequenza dei trattamenti. L'azione tossica residuale, i trattamenti su ampie aree e un elevato tasso riproduttivo delle zanzare ne favoriscono l'insorgenza. I meccanismi di resistenza al prodotto chimico si possono manifestare con diverse modalità, quali:

- una minore penetrazione dell'insetticida attraverso la cuticola;
- una maggiore attività enzimatica di neutralizzazione del principio attivo (ad esempio l'aumento dell'attività monossigenasica del citocromo P450 o delle carbossilesterasi);
- mutazioni nel sito di azione del principio attivo con riduzione della sensibilità del sistema nervoso (i casi di resistenza al *knockdown*-kdr nei piretroidi e nel difeniletano - DDT).

L'esempio di resistenza più conosciuto è nella lotta al vettore *Anopheles gambiae* (genere *Anopheles*), il principale responsabile della trasmissione della Malaria. Nella zanzara tigre l'affermazione del carattere ereditabile per la resistenza è favorita dall'alto tasso riproduttivo e dalla concentrazione delle infestazioni nelle aree urbane. La malaria nelle aree tropicali, con gli insetticidi inefficaci nei confronti di alcune zanzare. In Italia una ridotta sensibilità ai principi attivi permetrina e cipermetrina si è manifestata sulla zanzara tigre durante l'epidemia di Chikungunya nel 2017, una circostanza che ha fatto emergere la necessità di un rafforzamento delle attività di monitoraggio della resistenza ai prodotti insetticidi (PNA 2020 - 2025, Ministero della Salute).

### 2.4 Fenomeni di resistenza nei muridi di interesse sanitario

Anche nei ratti e nei topi l'utilizzo degli stessi anticoagulanti per tempi prolungati innesca forme di resistenza che possono portare a inficiare gli effetti delle attività di disinfestazione e controllo delle popolazioni.

La resistenza ai rodenticidi anticoagulanti di prima generazione, come il Warfarin, è stata descritta per la prima volta nel 1958 e ha successivamente coinvolto i principali anticoagulanti di seconda generazione. Successivamente, singoli siti con resistenza a Difenacoum e/o

---

<sup>25</sup> Si veda ad es. Impatto sugli ecosistemi e sugli esseri viventi delle sostanze attive sintetiche utilizzate nella profilassi anti - zanzara. ISPRA, Quaderni Ambiente e Società 10/2015, <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/impatto-sugli-ecosistemi-e-sugli-esseri-viventi-delle-sostanze-sintetiche-utilizzati-nella-profilassi-anti-zanzara>

Bromadiolone sono stati identificati durante gli anni '80 e '90.

Gli anticoagulanti di prima generazione (Warfarin, Clorofacinone, Cumatetralile) così come il Bromadiolone e il Difenacoum non sono più un'opzione per il controllo dei ratti per l'insorgenza di significative popolazioni di ratti resistenti. A causa della maggiore tossicità e tendenza a persistere, i più potenti rodenticidi anticoagulanti moderni (tra cui Brodifacoum, rinvenuto in campioni epatici di pesci) non dovrebbero essere applicati mai in modo continuativo.

Gli effetti di resistenza e le loro combinazioni, la diffusione di muridi resistenti e le condizioni che supportano e riducono la resistenza dovrebbero essere attentamente studiati al fine di migliorare le strategie di gestione (Esther et al., 2014).

In tutti i casi dovrebbero essere preferite tecniche alternative per la gestione dei roditori al fine di mitigare i rischi ambientali.

La resistenza agli anticoagulanti si sviluppa solo dove si utilizzano. Pertanto, qualsiasi soppressione delle popolazioni di roditori che possa essere intrapresa con altri mezzi fornisce un modo per evitare lo sviluppo di resistenza. Ad esempio, la modifica degli habitat per garantire che essi non siano favorevoli alla creazione e crescita delle infestazioni di roditori, tramite la rimozione di cibo e ripari, ridurrà il numero di roditori presenti. Ciò, a sua volta, ridurrà la quantità di anticoagulanti necessari per la loro rimozione e, quindi, la probabilità di sviluppo della resistenza.

L'uso di trappole e tavole appiccicose non impone alcuna selezione verso lo sviluppo di roditori geneticamente resistenti ed è quindi un modo positivo per prevenire la loro evoluzione.

## **2.5 Le direttive e i regolamenti europei nazionali per la riduzione dell'uso dei pesticidi**

La "Strategia chimica" della UE<sup>26</sup> prevede la promozione dell'innovazione per prodotti chimici sicuri e sostenibili e l'aumento della protezione della salute umana e dell'ambiente contro le sostanze chimiche pericolose. Ciò include il divieto dell'uso delle sostanze chimiche più nocive nei prodotti di consumo come giocattoli, articoli per l'infanzia, cosmetici, detersivi, materiali a contatto con gli alimenti e tessili, a meno che non si dimostri essenziale per la società, e la garanzia che tutte le sostanze chimiche siano utilizzate in modo più sicuro e sostenibile.

La Strategia favorisce azioni concrete per rendere le sostanze chimiche sicure e sostenibili dal punto di vista della progettazione e per garantire che le stesse possano apportare benefici senza danneggiare il pianeta e le generazioni attuali e future. Ciò include la garanzia che **le sostanze chimiche più dannose per la salute umana e per l'ambiente siano evitate per un uso non essenziale per la società**, in particolare nei confronti dei gruppi più vulnerabili, ma anche che tutte le sostanze chimiche siano **utilizzate in modo sicuro e sostenibile**.

---

<sup>26</sup> Chemicals strategy. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy_en)

Il Regolamento 528/2012<sup>27</sup>, sopprime e sostituisce la Direttiva 98/8/CE e ha la finalità di *“migliorare la libera circolazione dei biocidi nell'Unione Europea, assicurando allo stesso tempo un livello elevato di tutela della salute umana, animale e dell'ambiente”*.

Le disposizioni adottate sono fondate sul principio di precauzione e pongono particolare attenzione alla tutela dei “gruppi vulnerabili” della popolazione (ad esempio bambini e donne in gravidanza, anziani e lavoratori esposti).

L'articolo 17 del Regolamento n.528/2012 stabilisce che *“gli Stati membri adottano le misure necessarie per fornire al pubblico delle informazioni appropriate sui benefici e sui rischi dei biocidi, nonché sulle possibilità di ridurre al minimo il loro impiego”*.

Uno degli obiettivi del Regolamento è l'approvazione dei principi attivi dei biocidi a livello comunitario e la semplificazione dei meccanismi di rilascio delle autorizzazioni nazionali.

L'approvazione dei principi attivi avviene a livello di Unione Europea, mentre l'autorizzazione all'immissione in commercio dei prodotti biocidi contenenti tali principi attivi può essere concessa a livello nazionale. L'autorizzazione di un biocida da parte di uno Stato membro può essere estesa ad altri Stati membri attraverso il reciproco riconoscimento.

Il Regolamento 528/2012 chiarisce e riduce le procedure di approvazione delle sostanze attive e di autorizzazione dei prodotti ed ha l'obiettivo di incoraggiare metodi di sperimentazione alternativi, riducendo gli esperimenti sugli animali anche attraverso la condivisione obbligatoria, tra le imprese, dei dati esistenti e/o provenienti da test e studi. Ciò permette, oltre che di ridurre i costi, di evitare inutili copie. Assegna inoltre all'Agenzia Europea per le sostanze chimiche (ECHA) un ruolo attivo nella valutazione dei dati presentati dalle imprese per l'approvazione dei principi attivi e l'autorizzazione dei prodotti biocidi.

Il campo di applicazione del Regolamento riguarda i tipi di biocidi elencati nell'Allegato V.

L'allegato 1 del Regolamento 528/2012 elenca i principi attivi che non destano preoccupazione, non presentano rischi per la salute e per l'ambiente e possono seguire una procedura di autorizzazione semplificata; l'allegato 5 i tipi di principi attivi e le relative descrizioni. I principi attivi inclusi nell'Allegato 1 sono inseriti in un elenco aggiornato dalla Commissione europea con i principi attivi successivamente approvati.

I principi attivi non inclusi per i quali è stata adottata una decisione di non inclusione negli Allegati 1 e 1A della Direttiva 98/8/CE sono ritirati dal mercato entro 12 mesi dall'entrata in vigore della Decisione della Commissione (art.4 del Reg.2032/2003).

Autorità competente italiana per i biocidi è il Ministero della Salute, responsabile dell'attuazione del Regolamento in ambito nazionale; comunica alle PMI e a chiunque fosse interessato, le informazioni sugli obblighi e sulle responsabilità previste dalle norme e

---

<sup>27</sup> Regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 maggio 2012, relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi. Testo rilevante ai fini del SEE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/ALL/?uri=CELEX:32012R0528>

fornisce consulenza attraverso i propri servizi di assistenza tecnica (help desk nazionale). Inoltre, fornisce chiarimenti sul Regolamento Biocidi e informazioni su come presentare la domanda per l'autorizzazione di un prodotto biocida, chiarimenti sugli aspetti regolatori e tecnici dei biocidi e la normativa inerente. Offre anche consulenza sulle responsabilità cui le industrie e le aziende possono essere soggette ai sensi di tali regolamenti.

Il Registro per i biocidi<sup>28</sup> è una piattaforma informatica centralizzata a livello europeo, attraverso la quale vengono presentate le domande per l'autorizzazione all'immissione in commercio di biocidi ed è utilizzabile anche per lo scambio di dati e informazioni fra il richiedente, l'ECHA, le autorità competenti dello Stato membro e la Commissione europea.

La piattaforma consente di mettere a disposizione le informazioni e i dati relativi alle domande di autorizzazione, alle valutazioni e alle caratteristiche dei prodotti biocidi. Del suo aggiornamento è responsabile l'ECHA. Fino a aprile 2023 l'elenco conteneva circa 3.150 prodotti biocidi autorizzati<sup>29</sup>.

I produttori e gli importatori devono provvedere affinché le etichette non siano ingannevoli riguardo ai rischi che il prodotto comporta per la salute umana e la salute animale o l'ambiente. Tra i diritti del consumatore sanciti dal Regolamento 528/2012, è previsto l'obbligo, da parte del produttore, in caso di richiesta, di fornire informazioni sul trattamento biocida utilizzato nel prodotto in vendita. Tali informazioni devono essere fornite gratuitamente entro 45 giorni dalla richiesta.

Per la categoria dei prodotti biocidi non esiste un atto comunitario complementare destinato alla gestione del prodotto commerciale nelle fasi successive alla messa a disposizione sul mercato e idoneo per sostenere obiettivi di riduzione dei potenziali rischi per la salute umana e l'ambiente, attraverso l'applicazione di requisiti per la vendita, il ricorso alle attrezzature di applicazione, la formazione degli operatori e la lotta integrata degli organismi nocivi.

La formazione sui pericoli e rischi associati ai biocidi, sulle strategie di contenimento alternative ai prodotti chimici, sulla manutenzione delle attrezzature e sulle misure di riduzione dei rischi per la popolazione, gli organismi bersaglio e l'ambiente è **promossa in forma volontaria soltanto dalle associazioni di categoria** per i propri operatori, in alcuni casi tramite standard di certificazione volontari, come lo standard europeo Comitato Europeo Normazione UNI EN16636 del marzo 201560, definito dalla Confederazione europea delle associazioni delle imprese disinfestanti (CEPA) per la qualità della disinfestazione.

Il principio di precauzione si estende alla riduzione dei rischi relativi ai livelli massimi di residui nelle produzioni alimentari destinate al consumo umano e, tramite la direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei pesticidi e il testo della proposta di regolamento COM (2022), 305<sup>30</sup> (in

---

<sup>28</sup> R4BP - Registro per i biocidi. <https://echa.europa.eu/it/support/dossier-submission-tools/r4bp>

<sup>29</sup> Article 95 List. [https://www.echa.europa.eu/documents/10162/5604808/art\\_95\\_list\\_en.pdf/c752c5ae-358c-e84b-652a-fb98106dfe8e?t=1680595229397](https://www.echa.europa.eu/documents/10162/5604808/art_95_list_en.pdf/c752c5ae-358c-e84b-652a-fb98106dfe8e?t=1680595229397)

<sup>30</sup> Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo all'uso sostenibile dei prodotti

fase di discussione) che ne prevede l'abrogazione, prende in considerazione la formazione certificata e l'aggiornamento periodico dei distributori, dei consulenti e degli utilizzatori professionali per garantire consapevolezza e competenze tecniche e ridurre al minimo i rischi sanitari e ambientali.

Oltre che nella normativa di settore, a livello europeo gli obiettivi di riduzione e precauzionali d'uso dei biocidi sono rappresentati nel Green Deal (COM 2019, 640 final<sup>31</sup>). Il Green Deal europeo è la nuova strategia di crescita per un'economia europea sostenibile; include, tra l'altro, il ripristino della biodiversità e la riduzione dell'inquinamento.

Tali obiettivi, inoltre, sono inseriti nel Piano di azione per la riduzione dell'inquinamento alla fonte (COM 2021, 400 final<sup>32</sup>) e nella dimensione ambientale delle Strategie tematiche relative alla biodiversità (la nuova Strategia sulla Biodiversità al 2030<sup>33</sup>, (COM 2020, 380 final) e alla sostenibilità alimentare (la Strategia Farm to Fork, COM (2020), 381<sup>34</sup> final) [81]. La COM 2021, 400 final punta a ridurre l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo a livelli che non sono più considerati nocivi per la salute e per gli ecosistemi naturali.

La nuova Strategia per la Biodiversità al 2030 si pone come obiettivo di stabilire aree protette per almeno il 30% del mare ed il 30% della terra in Europa, il ripristino degli ecosistemi degradati terrestri e marini in tutta Europa attraverso l'utilizzo di agricoltura sostenibile, l'arresto del declino degli impollinatori, il ripristino di almeno 25 000 km di fiumi Europei ad uno stato di corrente libera, la riduzione dell'uso e del rischio di pesticidi del 50% e la piantagione di 3 miliardi di alberi entro il 2030.

Nella nuova strategia alimentare europea cosiddetta "Farm to fork" gli obiettivi sono invece: la riduzione del 50 % dell'uso di pesticidi e dei rischi correlati, di almeno il 20 % dell'uso di fertilizzanti, del 50 % delle vendite di antimicrobici utilizzati per gli animali d'allevamento e l'acquacoltura e infine l'obiettivo di destinare il 25 % dei terreni agricoli all'agricoltura biologica.

Inoltre, la recente Comunicazione della Commissione Europea (2023/C 148/01) del 27 aprile

---

fitosanitari e recante modifica del regolamento (UE) 2021/2115.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52022PC0305>

<sup>31</sup> COM (2019), 640 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni Il Green Deal Europeo <https://Eur-Lex.Europa.Eu/Legal-Content/It/Txt/?Uri=Celex:52019dc0640>

<sup>32</sup> COM (2021), 400 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni - Un percorso verso un pianeta più sano per tutti Piano d'azione dell'UE: "Verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo." <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=COM%3A2021%3A400%3AFIN>

<sup>33</sup> COM (2020), 380 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 Ripartire la natura nelle nostre vite <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0380>

<sup>34</sup> COM (2020), 381 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente COM/2020/381 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>

2023 «Salviamo api e agricoltori! Verso un'agricoltura favorevole alle api per un ambiente sano» - a seguito dell'iniziativa dei cittadini europei sulla sensibilizzazione a ridurre o eliminare l'uso dei pesticidi - propone l'eliminazione progressiva dei pesticidi sintetici entro il 2035, il ripristino della biodiversità e il sostegno agli agricoltori durante la fase di transizione, eliminando progressivamente i pesticidi sintetici dall'agricoltura europea dell'80 % entro il 2030, a cominciare dai più pericolosi, fino alla completa eliminazione entro il 2035.

L'attuale normativa europea e nazionale prevede di fatto la sostituzione della maggior parte delle sostanze attive utilizzate nel controllo dei culicidi e dei muridi (tab.1) sia per il loro uso come biocidi che come pesticidi in agricoltura (si veda anche il Decreto Interministeriale del 22 gennaio 2014<sup>35</sup>).

**Tabella 1. Sostanze in via di sostituzione o problematiche utilizzate nel controllo di muridi e culicidi**

Sostanza attiva	Normativa
Alletrina, Bioalletrina, Esbiotrina	Per la presenza delle frasi di rischio H302 (R22) e H332 (R20) ai sensi dell'azione 5.6.2 del Decreto interministeriale 22 gennaio 2014 Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla popolazione.
Brodifacoum	Il brodifacoum è un candidato alla sostituzione in conformità dell'articolo 10, paragrafo 1, lettere a) ed e), del regolamento (UE) n. 528/2012. Ai sensi del Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/408Da iscrivere nell'elenco di sostanze candidate alla sostituzione. Il livello ammissibile di esposizione dell'operatore (LAEO) è notevolmente inferiore a quello della maggior parte delle sostanze attive approvate nell'ambito dei rispettivi gruppi di sostanze/categorie d'impiego. Soddisfa i criteri per essere considerata sostanza bioaccumulabile e tossica.
Bromadiolone	Soddisfa i criteri di esclusione di cui all'articolo 5, paragrafo 1, lettere c) ed e) e le condizioni di cui all'articolo 10, paragrafo 1, lettere a) ed e), del regolamento (UE) n. 528/2012, è pertanto considerato candidato alla sostituzione. Da iscrivere ai sensi del Regolamento di Esecuzione (UE) 408/2015 nell'elenco di sostanze candidate alla sostituzione. Il livello ammissibile di esposizione dell'operatore (LAEO) è notevolmente inferiore a quello della maggior parte delle sostanze attive approvate nell'ambito dei rispettivi gruppi di sostanze/categorie d'impiego.
Cipermetrina	Per la presenza delle frasi di rischio H301 (R25), H335 (R27), H373 (R48) ai sensi dell'azione 5.6.2 del decreto interministeriale 22 gennaio 2014 Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla popolazione.
Deltametrina	Per la presenza delle frasi di rischio H301, H33, H373 ai sensi del Decreto del 15 febbraio 2017 non può essere utilizzato lungo le infrastrutture stradali e ferroviarie. Sostanza che si prevede possa soddisfare i criteri di cancerogenicità, mutagenicità o tossicità riproduttiva di categoria 1A o 1B (REACH3). Ai sensi dell'azione 5.6.2 (Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida) del Decreto interministeriale del 22 gennaio 2014 (Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari) per la presenza delle frasi di rischio H301 (R25), H331 (R23) ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla

<sup>35</sup> DECRETO 22 gennaio 2014 Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 14 agosto 2012, n. 150 recante: «Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi». (14A00732) (GU Serie Generale n.35 del 12-02-2014). <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2014/02/12/14A00732/sg>

popolazione.

Ai sensi del Decreto del 15 febbraio 2017 (Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire obbligatoriamente nei capitolati tecnici delle gare d'appalto per l'esecuzione dei trattamenti fitosanitari sulle o lungo le linee ferroviarie e sulle o lungo le strade) per la presenza delle frasi di pericolo H301 e H331 non può essere utilizzato lungo le infrastrutture stradali e ferroviarie.

Candidato per la sostituzione, soddisfa almeno uno dei criteri di esclusione elencati nell'articolo 5, paragrafo 1, lettera c).

Difenacoum

Da iscrivere nell'elenco di sostanze candidate alla sostituzione ai sensi del Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/408. Il livello ammissibile di esposizione dell'operatore (LAEO) è notevolmente inferiore a quello della maggior parte delle sostanze attive approvate nell'ambito dei rispettivi gruppi di sostanze/categorie d'impiego. Soddisfa i criteri per essere considerata sostanza bioaccumulabile e tossica.

Permetrina

Ai sensi dell'azione 5.6.2 (Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida) del Decreto interministeriale del 22 gennaio 2014 (Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari) per la presenza delle frasi di rischio H302 (R22), H332 (R20), H335 (R37) ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla popolazione.

Piperonyl butoxide

Ai sensi dell'azione 5.6.2 (Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida) del Decreto interministeriale del 22 gennaio 2014 (Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari) per la presenza delle frasi di rischio H330 (R26) e H361 (R62) ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla popolazione.

Tetrametrina

Ai sensi dell'azione 5.6.2 (Utilizzo dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida, insetticida o acaricida) del Decreto interministeriale del 22 gennaio 2014 (Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari) per la presenza delle frasi di rischio H302 (R22), H371 (R62) ne è escluso l'utilizzo in aree frequentate dalla popolazione.

### 3. La gestione comunale degli infestanti

#### 3.1 Problematiche e opportunità

I Comuni italiani affidano la gestione dei servizi di disinfestazione e derattizzazione sulle aree pubbliche (come parchi, scuole, strade e aree verdi) a ditte specializzate attraverso specifici appalti che durano generalmente da 1 a 3 anni. Gli interventi devono essere effettuati secondo le normative vigenti, garantendo la sicurezza dei cittadini e il rispetto dell'ambiente.

Originariamente, il sistema più impiegato nelle attività comunali era la "**lotta a calendario**". Questo sistema di controllo degli infestanti, diffusosi a partire dagli anni '60, si basa sull'esecuzione di trattamenti preventivi ripetuti a intervalli di tempo determinati, esclusivamente in funzione delle fasi del ciclo di vita degli organismi nocivi (culicidi) o del rischio potenziale (muridi) senza tenere conto della loro effettiva presenza o del rischio reale per la cittadinanza. Questa metodologia presenta numerosi svantaggi e non è compatibile con la salvaguardia dell'ambiente, oltre a rappresentare un rischio sanitario anche più grave degli organismi molesti stessi. Infatti, implica l'utilizzo di quantità di biocidi maggiori di quelle effettivamente necessarie.

Al fine di razionalizzare l'uso delle sostanze chimiche è stato quindi introdotto il concetto di "soglia di intervento" o "soglia economica", secondo il quale il trattamento va eseguito solo quando le avversità raggiungono una pericolosità tale che le eventuali perdite da esse determinate

equivalgono o superano il costo da sostenere per un eventuale trattamento. Tale procedura costituisce il fulcro della cosiddetta “**lotta guidata**” che consente di ottenere i seguenti vantaggi: risparmio economico; maggiore salvaguardia dell'ambiente; minore esposizione dell'operatore e della cittadinanza alle sostanze tossiche; minori rischi per la fauna domestica e selvatica.

Attualmente negli appalti comunali in Italia si possono trovare l'uno, l'altro, o un mix dei due approcci, con la previsione di un certo numero di interventi “fissi”, a calendario, e altri “a chiamata”. Per ridurre l'impatto ambientale del controllo degli organismi di interesse sanitario<sup>36</sup> in ambito comunale sarebbe necessario abbandonare totalmente le pratiche di intervento a calendario. Inoltre, è opportuno avviare attività di sorveglianza attiva che permettano di identificare i siti a maggior rischio ed agire limitatamente ad essi, avviando nel contempo un'attività di monitoraggio dei risultati. Questo tipo di approccio fa parte del cosiddetto “**Integrated Pest Management (IPM)**” il quale non si basa su un singolo metodo di controllo degli infestanti ma su una combinazione di strategie che mirano a ridurre l'uso dei pesticidi e a minimizzare l'impatto ambientale. L'IPM, che verrà descritto in dettaglio nel paragrafo successivo, si fonda su quattro principi fondamentali: ispezione, identificazione, prevenzione e controllo. L'esecuzione preventiva di indagini di campo per identificare, con adeguata localizzazione, preferibilmente su supporto informatico, i siti di possibile o riconosciuta riproduzione e di significativa infestazione, è un passo fondamentale per adottare le più opportune pratiche di gestione ambientale. È quindi utile che i Comuni si dotino di Sistemi Informativi adeguati, oltre che per la geolocalizzazione dei siti, anche per la misurazione degli effetti delle buone pratiche sia preventive che di contrasto.

Nelle aree pubbliche le attività preventive e gli interventi di corretta ed ecocompatibile gestione del territorio hanno il vantaggio importante, rispetto alle operazioni dirette al controllo degli infestanti, di essere di lunga durata o addirittura permanenti nei loro effetti, permettendo così un saldo positivo nel rapporto costi-benefici. La riduzione dei siti di riproduzione delle zanzare, ad esempio, può includere pratiche agronomiche finalizzate alla corretta gestione delle acque stagnanti, ampi progetti di gestione e riqualificazione dei sistemi idrologici a livello regionale, o anche il coinvolgimento della popolazione locale in semplici attività, come il corretto smaltimento dei rifiuti nei cortili e la pulizia delle grondaie. Tutte queste attività sono in grado di ridurre sostanzialmente gli habitat per le larve di zanzara eliminando la necessità di ricorrere all'applicazione di insetticidi e hanno ricadute positive anche su altri ambiti di interesse.

Anche per quanto riguarda i roditori la cura dell'ambiente urbano risulta cruciale per un'azione preventiva efficace. Ad esempio, è importante evitare l'accumulo di rifiuti, in particolare quelli alimentari che possono attirare i topi, ma anche gli accumuli di erbacce, materiali da smaltire, cartacce e legnami che offrono ambienti ideali per la costruzione delle tane. L'adozione di un approccio integrato al Pest Management da parte dei comuni può portare a una riduzione sensibile delle sostanze biocide utilizzate, ma **ancora meglio sarebbe riuscire a eliminare del**

---

<sup>36</sup> Si veda ad es. il Piano Nazionale di prevenzione, sorveglianza e risposta alle Arbovirosi (PNA) 2020-2025 [https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_2947\\_allegato.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2947_allegato.pdf)

**tutto, o quasi, il ricorso ai veleni.** Oltre agli impatti diretti sulla salute e sull'ambiente e al fenomeno delle resistenze di cui si è già parlato ci sono, infatti, altre problematiche legate ai tradizionali approcci chimici.

Un primo problema riguarda la dispersione delle carcasse dei topi avvelenati. I "classici" erogatori di esche rodenticida, che sono i sistemi più diffusi per il controllo professionale dei ratti nelle aree urbane, non permettono la cattura dell'animale. Infatti, dopo aver ingerito l'esca avvelenata il topo si allontana. L'azione anticoagulante varia a seconda della taglia, della concentrazione della sostanza attiva, della quantità di esca ingerita, ma in ogni caso sono necessarie da 24 a 48 ore affinché l'animale muoia per dissanguamento. In quest'arco di tempo il topo vaga, sempre più stordito, e può essere facilmente predato. Quando questo accade, il veleno si trasferisce nel corpo del predatore, accumulandosi nel fegato. Uno studio pubblicato su *Science of The Total Environment* ha analizzato le carcasse di 186 lupi rinvenuti nel periodo 2018-2022 dalle autorità delle regioni Lombardia, Emilia-Romagna e Toscana. Il 61,8% dei campioni analizzati è risultato positivo alla presenza di almeno un principio attivo rodenticida e 19 di questi lupi sono morti a causa di coagulopatie<sup>37</sup>. Se il topo non viene predato, la sua carcassa rimane comunque in ambiente dove può essere consumata da animali necrofagi (es. rapaci, insetti necrofori). In questo modo, le sostanze tossiche "viaggiano" lungo la catena alimentare e/o si trasferiscono nell'acqua e nel suolo. Questo tipo di approccio, inoltre, rende impossibile tenere una "contabilità" dei topi eliminati con questi sistemi e delle sostanze tossiche disperse nell'ambiente.

Per quanto riguarda le zanzare, il problema principale è rappresentato dalle caratteristiche del loro ciclo riproduttivo. Le femmine di zanzara, che sono poi quelle che pungono, depongono le uova nell'acqua ferma. Queste si trasformano in larve e poi in pupe da cui esce una zanzara adulta a soli due giorni dalla nascita. In condizioni climatiche favorevoli le uova impiegano solo 4 o 5 giorni per passare dallo stato di larva a quello di insetto adulto. In altre parole, in estate, 10 giorni circa sono sufficienti per avere una nuova generazione di zanzare "fertili" pronte a riprodursi e a mettersi alla ricerca del sangue necessario per portare a maturazione le uova. Quindi, l'arco di un mese basta a una zanzara per generarne molte altre. Questo fa capire quanto possano essere inutili - oltre che dannosi - i trattamenti adulticidi eseguiti tramite irrorazione di insetticidi che, nei periodi di maggior proliferazione, dovrebbero essere ripetuti ogni 15 giorni per poter evitare il re-insorgere delle infestazioni. Molto più utili sono le azioni volte alla distruzione delle larve e ad evitare la presenza di ambienti adatti alla deposizione e allo sviluppo delle uova. Infatti, alle zanzare bastano piccolissime raccolte d'acqua (per esempio quella che rimane nei sottovasi dopo aver innaffiato le piante) per raggiungere lo scopo di riprodursi.

Questi esempi dimostrano che eliminare o ridurre al minimo l'uso di biocidi nella gestione delle specie infestanti richiede alle pubbliche amministrazioni un **cambiamento profondo nel modo di operare**, che va dal modo in cui vengono effettuati gli appalti, alla dotazione di strumenti e servizi; dalle modalità di programmazione degli interventi sul territorio, alle competenze necessarie per

---

<sup>37</sup><https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724001244>

gestirli. Un passaggio sicuramente non scontato ma possibile e, soprattutto, necessario alla luce degli impegni di sostenibilità sottoscritti da tutti i Paesi Membri della UE. In tal senso, il progetto Life BIOPEM offre ai Comuni un modello da imitare e a cui potersi ispirare (vedi cap. 4).

### 3.2 La strategia di azioni di prevenzione e lotta integrata

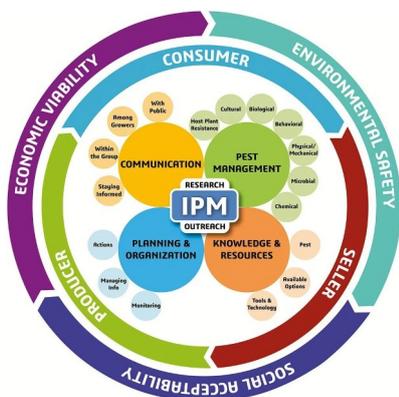


Fig. 3: Fasi e azioni secondo l'Integrated Pest Management Fonte: <https://www.preventionweb.net/news/why-modern-ipm-should-take-wider-view-key-influences>

Prima ancora di prendere in considerazione il passaggio a soluzioni alternative ai veleni, i Comuni dovrebbero fare propri i principi della cosiddetta “lotta integrata”. La lotta o difesa integrata, anche detta IPM (Integrated Pest Management), può essere considerata come un'evoluzione della lotta guidata poiché ne condivide le finalità prendendo in considerazione alcuni fattori aggiuntivi. Consiste, infatti, **nell'uso razionale di tutti i mezzi di difesa disponibili** (biologici, biotecnologici, agronomici e chimici), **per mantenere gli organismi potenzialmente nocivi al di sotto della soglia di intervento con il minor impatto sull'ambiente.**

Si ricorre ai prodotti chimici, preferibilmente selettivi, solo nel caso in cui non si sia riusciti a contenere l'infestante.

L'osservanza di opportune regole di gestione di ambienti potenzialmente favorevoli alla riproduzione degli organismi molesti e la responsabilizzazione dei cittadini rappresenta il primo mezzo di prevenzione insieme ad un adeguato monitoraggio delle aree a rischio.

Nel monitoraggio devono essere previsti specifici protocolli per la valutazione degli interventi di controllo e di quelli preventivi. Vediamoli nello specifico.

#### 3.2.1 Lotta integrata alle zanzare

Le zanzare, anche quella tigre di recente importazione, non rappresentano in Italia un pericolo mortale, mentre l'inquinamento generalizzato da insetticidi nebulizzati o sparsi nell'ambiente ha effetti dannosi sia sugli ambienti naturali che sugli esseri umani a breve, medio e lungo termine e dovrebbe essere evitato a favore di misure preventive e localizzate.

L'uso di insetticidi nebulizzati nell'ambiente dovrebbe essere un'opzione a cui ricorrere in via straordinaria e solo nel caso di una comprovata elevata densità di adulti in siti sensibili, o in presenza di rischio epidemico.

La maggior parte dei focolai di sviluppo larvale nell'ambiente urbano si concentra nelle proprietà private, mentre in area pubblica la più importante tipologia di focolaio è costituita dal sistema dei pozzetti stradali per lo sgrondo delle acque meteoriche (Tripi, 2012), dai ristagni d'acqua prolungati nel tempo e dal suo accumulo in contenitori dolosamente o colposamente lasciati in aree esposte.

La sorveglianza entomologica, insieme a quella epidemiologica, rappresenta il primo mezzo di

prevenzione. Nel monitoraggio iniziale devono essere previsti specifici protocolli per la valutazione degli interventi di controllo e per l'analisi dell'efficacia delle misure intraprese.

Il monitoraggio consente di acquisire dati utili anche su: presenza di nuove specie, grado di efficacia locale dei trattamenti insetticidi, diffusione di fenomeni di resistenza e può essere potenziato con lo sviluppo di applicazioni digitali idonee per ricevere segnalazioni da parte della cittadinanza (vedi, ad esempio, l'iniziativa Mosquito Alert<sup>38</sup>).

Un piano di controllo integrato alle zanzare si compone delle seguenti azioni:

- censimento e mappatura dei potenziali focolai larvali non eliminabili e dei "siti sensibili";
- lotta antilarvale (eliminazione dei focolai, prevenzione alla creazione di nuovi focolai, utilizzo di predatori, utilizzo di larvicidi biologici);
- lotta agli adulti (metodi di protezione meccanici e personali);
- monitoraggio quali-quantitativo dei livelli di infestazione (identificazione delle specie e popolazioni maggiormente cospicue);
- divulgazione, educazione, sensibilizzazione rivolta alla cittadinanza, istituzione di un Call Center;
- applicazione di strumenti normativi e sanzionatori (Ordinanze, Regolamento di Igiene Pubblica);
- utilizzo di tecniche innovative per prevenire la diffusione della specie invasiva;
- piantumazione e diffusione di specie vegetali ornamentali repellenti.

In alcuni Comuni possono essere presenti aree naturali (zone alluvionali, laghi e altri bacini idrici). Gli interventi in questi luoghi devono essere definiti in relazione alla tipologia ambientale e al tipo di zanzara infestante. Le aree umide presenti nei Comuni svolgono le funzioni di contenere, filtrare e pulire l'acqua oltre ad ospitare habitat ormai rari e ricchi di biodiversità. Per tali motivi, essendo spesso potenziali strutture strategiche nella costruzione delle reti ecologiche, devono per quanto possibile essere esclusi da qualsiasi intervento che possa peggiorarne la qualità ecologica con particolare riferimento a sostanze chimiche artificiali e organismi estranei.

I canali ed i fossati e anche le scoline<sup>39</sup> di proprietà comunale devono essere puliti e tenuti sgombri, mantenendo nel contempo una vegetazione spondale capace di ospitare una buona fauna di predatori di insetti. Con incentivi e ordinanze si dovrebbero coinvolgere i privati a fare lo stesso.

Nelle aree naturali e nei parchi a seguito di intense piogge si possono sviluppare focolai temporanei dispersi nelle aree boschive e depresse, di difficile individuazione a causa delle loro limitate dimensioni e del rigoglio vegetativo. Queste aree vanno trattate da specialisti per la delicatezza ecologica dei residui naturali in area urbana.

---

<sup>38</sup><https://www.mosquitoalertitalia.it/>

<sup>39</sup>Piccolo fosso per la raccolta dell'acqua irrigua in eccesso

### **3.2.2 Azioni di prevenzione e buone pratiche per il controllo delle zanzare**

La rimozione dei focolai deve prevedere:

- bonifica delle microdiscariche in aree sub-urbane e periferiche;
- eliminazione, svuotamento dall'acqua e stoccaggio al coperto di contenitori e manufatti a rischio potenziale;
- stoccaggio al coperto di pneumatici inutilizzati (ad es. presso i gommisti) in alternativa la copertura con teli senza creare avvallamenti;
- cura ecocompatibile delle cavità nei tronchi;
- evitare dove possibile l'utilizzo di sottovasi;
- copertura ermetica (con rete zanzariera, con tappi o coperchi) dei fusti, dei bidoni, delle vasche impiegati negli orti e nei giardini;
- svuotamento settimanale e pulitura a fondo degli abbeveratoi per gli uccelli e gli animali domestici;
- lavaggio e rinnovo completo dell'acqua nelle caditoie delle aree cortilive
- il miglioramento della qualità delle acque e l'immissione di predatori nelle acque libere naturali (il tipo di predatore dipende dalla tipologia dell'invaso).

Per migliorare in modo naturale l'efficienza delle attività di controllo dei culicidi le Amministrazioni Comunali si dovrebbero impegnare a non usare nei loro territori prodotti che sono tossici per i predatori delle zanzare (uccelli, anfibi, pipistrelli, libellule, crostacei predatori).

Inoltre, dovrebbero favorire, anche attraverso la creazione di habitat artificiali (ad es. Bat-Box), la protezione delle popolazioni esistenti e, dove possibile, favorirne la riproduzione. Per proteggere le popolazioni di uccelli predatori di zanzare (ad es. Balestruccio) possono essere emanate apposite ordinanze volte a evitare qualsiasi danneggiamento dei loro nidi e colonie.

I Comuni si dovrebbero anche impegnare, per la tutela della biodiversità e della produttività agraria, a non usare sui loro territori prodotti nocivi per le api e gli altri impollinatori, anche se biologici, in particolare nelle aree verdi o di interesse ecologico o con cospicue popolazioni. Ancora, poiché i Piretroidi sono pericolosi per i gatti, sarebbe opportuno che, nella necessità di effettuare interventi con queste sostanze, i loro proprietari o i gestori delle colonie fossero dovutamente informati e che, in quest'ultimo caso, si evitasse, per quanto possibile, l'irrorazione all'interno o nelle immediate vicinanze della colonia.

Gli impianti di verde urbano possono contribuire, per mezzo della piantumazione delle essenze che emettono aromi repellenti per le zanzare, a migliorare la vivibilità delle zone particolarmente infestate e delle aree verdi. Per avere la massima copertura ed efficacia nei confronti delle varie specie di zanzare è opportuno porle a dimora in consociazione. Naturalmente, bisogna aver cura di controllare se le specie vegetali sono climaticamente adeguate all'ambiente di impianto per esposizione e rispetto a quantità e qualità del suolo. Le consociazioni permettono, inoltre, se saggiamente avviate e gestite, di avere lungo tutto il periodo di possibile infestazione un'adeguata protezione in relazione alle diverse fenologie e addirittura di creare neoeosistemi autopertuanti con costi minimi per l'Amministrazione Comunale.

### **3.2.3 Lotta integrata a ratti e topi**

La presenza in un'area urbana di densità elevate di ratti o topi è spesso associabile alla presenza di cibo e acqua in aree degradate. La mancata applicazione delle basilari norme di prevenzione può portare alla creazione di colonie di decine di individui con ricadute importanti dal punto di vista sanitario nell'areale compromesso.

A contribuire alla proliferazione sono discariche, strutture edilizie abbandonate, depositi di materiali edibili (ad es. stoffa, carta). In un approccio di lotta integrata, i Comuni, al fine di garantire una efficace lotta ai ratti e topi garantendo un controllo duraturo della popolazione presente nel proprio territorio, dovrebbero svolgere alcune attività che possono essere così riassunte:

- Organizzare un tavolo tecnico di coordinamento degli Enti ed Amministrazioni che rivestono un ruolo nelle attività di derattizzazione locale;
- Censire e mappare tutte le aree comunali oggetto di infestazione da ratti e topi domestici, quelle ad elevata criticità e oggetto di possibili infestazioni e tutte le aree sensibili per la presenza di popolazione a rischio;
- Stilare un capitolato di appalto per i servizi di derattizzazione in cui vengano chiaramente evidenziate le strategie di lotta che il comune intende operare sul territorio: ecologica o con biocidi;
- Individuare le aree da sottoporre agli interventi di derattizzazione in riferimento alle esigenze del Comune. Laddove la tipologia di lotta utilizzi entrambe le strategie, devono essere elencate le strutture/aree dove i due sistemi vengono utilizzati e le modalità scelte;
- Finanziare gli interventi di derattizzazione nelle aree individuate di pertinenza del Comune;
- Verificare che le attività siano condotte in conformità alle condizioni di appalto.

L'individuazione della presenza di ratti o topi domestici in un'area/stabile non è sempre facile in quanto sono animali schivi che escono dalle tane al calar del sole. Un sopralluogo effettuato da personale esperto nell'area/stabile deve ipotizzare la presenza di ratti o topi deve comprendere:

- un monitoraggio degli ambienti esterni probabile fonte di infestazione;
- l'accertamento dell'infestazione attraverso l'identificazione delle tracce che lasciano durante la loro attività (feci, rosicchiamenti, impronte, camminamenti). L'asportazione di questi escrementi è consigliabile in modo da verificare i risultati dell'intervento attraverso i nuovi ritrovamenti. In prossimità dei luoghi più frequentemente utilizzati per gli spostamenti si può notare l'insudiciamento delle pareti dovuto all'untuosità del pellame dei roditori;
- la ricerca dei punti di annidamento per prevedere gli spostamenti e la distribuzione dell'infestazione.

Un moderno progetto di derattizzazione in un sito dovrebbe pertanto considerare alcuni punti essenziali:

- sopralluogo;

- indagine ambientale;
- pest proofing<sup>40</sup>;
- monitoraggio;
- studio dell'infestante;
- scelta delle strategie (metodi, strumenti, prodotti, tempi e luoghi);
- verifica dei risultati.

Vi sono alcuni concetti che devono essere rispettati nell'esecuzione della campagna di derattizzazione:

- se l'area è infestata i ratti devono potervi trovare dispositivi ecologici o esche appetibili sino a che si continua ad osservare il consumo delle stesse;
- le esche con biocida non devono essere deposte tal quali ma protette ed occultate alla popolazione umana o altri organismi non target.

### **3.2.4 Azioni di prevenzione e buone pratiche per il controllo dei ratti e topi**

Per evitare la proliferazione dei ratti e topi domestici tutti i cittadini devono essere tenuti ad osservare le seguenti regole:

- Mantenere pulite e sgombre da materiale accumulato le fasce perimetrali degli edifici. Nelle restanti aree deve essere mantenuta sotto controllo la vegetazione spontanea, preferibilmente piantumando essenze che non sviluppano in altezza;
- Utilizzare vernici e coperture delle pareti degli edifici possibilmente lisce;
- Mantenere la chioma di alberi e piante lontana dagli edifici;
- Apporre protezioni a finestre, condotte d'aria e altri ingressi di varia natura;
- Mantenere integri e a tenuta gli stipiti delle porte di accesso agli edifici;
- Mantenere perfettamente sigillati i pozzetti di ispezione di impianti sotterranei, cavidotti sotterranei e tamponare con malte cementizie e piastre metalliche i fori di passaggio degli impianti;
- Evitare il più possibile la permanenza di rifiuti negli appositi contenitori, in particolare della frazione umida;
- Disporre gli impianti ed eventuali altre strutture presenti sollevate da terra e distanziate tra loro di almeno 50 cm dalle pareti;
- Non abbandonare alimenti o altro materiale organico di qualsiasi natura negli spazi aperti.

Un efficace programma di controllo murino dovrebbe prevedere quattro tappe fondamentali:

- Accurata ispezione per identificare le specie coinvolte, i rifugi e i fattori che incoraggiano lo stabilirsi delle infezioni;
- Efficace sanificazione per sottrarre ai roditori il cibo e i nascondigli;

---

<sup>40</sup>Pest proofing significa letteralmente "protezione dai parassiti" e si riferisce a quell'insieme di tecniche, buone pratiche e interventi rivolti alla prevenzione del rischio di infestazione.

- Eliminazione fisica di tutte le potenziali entrate attraverso le quali i roditori possono accedere al fabbricato;
- Riduzione della popolazione attraverso l'impiego di trappole ed altre misure di controllo.

Un efficace controllo dei roditori comincia con un'ispezione per determinare l'entità del problema, le specie infestanti e le condizioni che contribuiscono all'infestazione. Presuppone conoscenza da parte dell'operatore dei segni chiave dell'attività dei roditori: animali vivi o morti, rumori caratteristici, escrementi, tracce e camminamenti, nidi e tane, danni da rosicchiamento, macchie ed odore di urina, segnalazioni da parte di lavoratori o abitanti la struttura infestata. Tutte queste fasi possono essere agevolmente facilitate dall'installazione di Trappole per il Monitoraggio con trasmissione a distanza delle informazioni degli ingressi. In un apposito server o PC, quali quelle previste dal progetto Life Biorepem.

## 4. Il modello BIOPEM

### 4.1 Il progetto Life BIOPEM

Life BIOPEM (Life19 ENV/IT/000358) è un progetto della durata di 54 mesi cofinanziato dalla Commissione Europea attraverso il programma LIFE, sottoprogramma Ambiente. Life BIOPEM è coordinato dal Comune di Fiumicino<sup>41</sup> e ha un budget complessivo di 1.525.713 euro. Altri partner del progetto sono il Comune di Francavilla al Mare<sup>42</sup>, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)<sup>43</sup>, la cooperativa di ricerca AGEI<sup>44</sup>, l'associazione Natur-Lab<sup>45</sup>, la Fondazione Ecosistemi<sup>46</sup>.

Il progetto ha sviluppato e testato una modalità di lotta a topi e zanzare alternativa rispetto ai tradizionali sistemi adottati dalle amministrazioni comunali con l'obiettivo di arrivare a ridurre almeno del 50% i biocidi utilizzati in due comuni pilota, in un arco di tempo di circa 2 anni. Il cuore di questo sistema è rappresentato da una rete di trappole elettromeccaniche per la cattura massiva di topi, ratti e zanzare gestita attraverso una piattaforma digitale, a sua volta supportata da un'applicazione mobile. Il progetto ha inoltre adottato un approccio integrato alla gestione degli infestanti (IPM), combinando misure preventive e di controllo (cattura) con attività di monitoraggio e pianificazione.

Gli obiettivi principali perseguiti dal progetto sono:

1. Sviluppare un sistema digitale per la gestione comunale degli infestanti e creare un sistema informativo a supporto delle decisioni;

---

<sup>41</sup> Comune di Fiumicino. <https://www.comune.fiumicino.rm.it/>

<sup>42</sup> Città di Francavilla al Mare. <https://www.comune.francavilla.ch.it/>

<sup>43</sup> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. <https://www.isprambiente.gov.it/it>

<sup>44</sup> Soc. Coop. Agricoltura Gestione Ittica (A.GE.I.). <https://www.agei.it/>

<sup>45</sup> NaTurLab, associazione di promozione culturale e sociale. <https://www.natur-lab.org/chi-siamo/>

<sup>46</sup> Fondazione Ecosistemi. <https://www.fondazioneecosistemi.org/>

2. Dimostrare l'efficacia e la fattibilità dell'uso di trappole tecnologiche gestite attraverso una piattaforma digitale per combattere gli infestanti in alcune aree pilota dei 2 comuni partner, in alternativa ai sistemi tradizionali a base di biocidi;
3. Far adottare ai comuni partner nuovi piani di gestione degli infestanti in una prospettiva integrata per ridurre ulteriormente la necessità dei biocidi;
4. Promuovere il mantenimento dell'innovazione introdotta dal progetto nei comuni partner;
5. Promuovere il trasferimento e l'adozione dell'innovazione in altre Pubbliche Amministrazioni;
6. Sostenere il riconoscimento e l'inclusione di pratiche prive di sostanze chimiche nel settore pubblico e privato;
7. Rafforzare l'immagine e la credibilità delle amministrazioni comunali. Sostenere il loro impegno verso la sostenibilità.

Nell'approccio BIOPEM è centrale il ruolo della piattaforma di gestione. Questa, infatti, è in grado di archiviare e gestire numerose informazioni e dati georeferenziati, visualizzandoli sulle mappe del territorio comunale. I dati vengono raccolti con varie modalità:

- direttamente dalle trappole e dai dispositivi di monitoraggio nel caso dei topi;
- dal web (es. dati meteo);
- tramite l'applicazione mobile usata dagli operatori sul campo;
- per inserimenti diretti sul portale effettuati dal personale comunale attraverso le interfacce di gestione.

I luoghi dove posizionare le trappole sono stati individuati a partire da una lista di siti considerati "sensibili" (per le loro caratteristiche costruttive, di ubicazione, di uso e frequentazione) in seguito a una serie di sopralluoghi sul campo finalizzate alla verifica delle condizioni.

Una volta stabiliti i luoghi, le trappole sono state installate inserendole all'interno di speciali coperture ancorate al terreno. Quindi sono state dotate di un numero di serie e georeferenziate. La loro posizione e i dati collegati sono stati successivamente caricati sulla piattaforma di gestione. Quando entra nel sito, il funzionario comunale incaricato può aprire la mappa del comune dove una serie di puntatori segnalano la posizione delle trappole. Cliccando sul puntatore può accedere a tutte le informazioni relative alla trappola stessa: coordinate gps, n. di serie, stato della batteria, catture segnalate (solo nel caso dei topi), manutenzioni effettuate. L'intensità delle catture e/o delle presenze è segnalata sotto forma di heatmap, potendo evidenziare, a seconda dell'arco temporale selezionato, i luoghi in cui la presenza dei topi è concentrata. Grazie al portale è pertanto possibile effettuare **un'analisi territoriale delle informazioni**, monitorare la presenza delle specie infestanti e il sussistere di eventuali infestazioni, effettuare valutazioni ex-post degli interventi effettuati. Queste informazioni sono inoltre cruciali per la programmazione degli interventi futuri, tenendo conto anche del fatto che le trappole possono essere spostate in caso di necessità.

Questo sistema è stato sperimentato per oltre 2 anni in due comuni pilota, Fiumicino (RM) e

Francavilla al Mare (CH), all'interno di scuole, mercati, uffici comunali e centri anziani. È stato inoltre eseguito un test anche su alcune aziende agricole biologiche e stabilimenti balneari. Le trappole utilizzate dal progetto sono commercializzate dalla Ekommerce Srl (CH), in particolare:

- per i topi, il dispositivo Ekomille completa di Ekontrol per il collegamento digitale<sup>47</sup>;
- per le zanzare, le trappole Mosquito Magnet Executive<sup>48</sup> e le ovitrappole Aqualab.<sup>49</sup>

In totale, sono state utilizzate 106 trappole elettromeccaniche, 32 dispositivi di monitoraggio e 76 ovitrappole, di cui:

- A Fiumicino: 52 Ekomille, 14 Mosquito Magnet Executive, 20 Ekologic, 44 Aqualab;
- A Francavilla al Mare: 30 Ekomille, 10 Mosquito Magnet Executive, 12 Ekologic, 32 Aqualab.

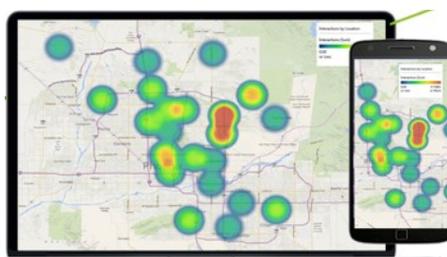
Come detto, il progetto ha anche svolto attività di prevenzione e controllo, quali l'uso di pastiche larvicide a base di *Bacillus thuringiensis israelensis* nei tombini e scolatoi, attività di sensibilizzazione della cittadinanza e distribuzione di pastiche di *Bacillus thuringiensis israelensis* per l'uso nei giardini privati.

Il sistema alternativo proposto **ha raggiunto tutti gli obiettivi prefissati**. Infatti, per tutta la durata del progetto nei luoghi pilota **non è stato utilizzato alcun biocida e non sono state rilevate infestazioni né di zanzare né di ratti/topi**.

Fig. 4 Il Pest Management secondo il modello BIOREPEM

#### RATTI, TOPI

- Prevenzione
- Informazione del personale scolastico
- Dispositivi di cattura e di monitoraggio
- Gestione digitale dei dispositivi



#### ZANZARE

- Prevenzione
- Informazione del personale scolastico
- Sensibilizzazione dei cittadini
- Dispositivi di cattura e di monitoraggio
- Lotta alle fasi larvali
- Gestione digitale dei dispositivi
- Monitoraggio delle specie di interesse sanitario



<sup>47</sup><https://www.ekomille.com/ekomille-info/>; <https://www.ekommerce.it/prodotti/ekologic>

<sup>48</sup><https://www.ekommerce.it/prodotti/mosquito-magnet-executive/>

<sup>49</sup><https://www.ekommerce.it/prodotti/aqualab/>

Un'altra importante attività progettuale che ha l'obiettivo di favorire dal punto di vista amministrativo, oltre che da quello tecnico-operativo, il passaggio a modalità più sostenibili di controllo degli infestanti da parte delle pubbliche amministrazioni è la **definizione di criteri verdi** di supporto delle nuove procedure di appalto pubblico dei servizi di pest management. Questi sono disponibili sul sito del progetto <https://www.lifebiorepem.info/> insieme a tutti gli altri output e materiali prodotti. Un approfondimento su questo tema si trova al capitolo 6 del presente manuale.

#### **4.2 Il pest management ecologico e digitale secondo Biorepem**

Dopo oltre 2 anni di test sul campo, possiamo affermare che il progetto **Life BIOPEM ha dimostrato la validità delle ipotesi iniziali** e l'efficacia degli strumenti adottati, in particolare delle trappole elettromeccaniche per la cattura di ratti e topi in sostituzione delle esche biocide.

L'uso di trappole ad alta tecnologia e la digitalizzazione della gestione dei servizi di derattizzazione e disinfestazione, in un'ottica di Integrated Pest Management, permette di **ridurre drasticamente il ricorso ai biocidi e consente un approccio efficace e informato all'azione comunale di contrasto degli infestanti**. Tuttavia, va detto subito che la lotta a ratti e topi effettuata attraverso i dispositivi testati dal progetto ha diverse modalità e anche un diverso grado di efficacia rispetto alle zanzare. Questo è legato alle caratteristiche delle specie e alla tipologia di trappole disponibili al momento della presentazione del progetto nel 2019. Nel frattempo, sono uscite nuove trappole per la cattura degli adulti di zanzara, che per costi, dimensioni, facilità di utilizzo sono migliori rispetto a quelle testate, anche se non si discostano molto in quanto a prestazioni. Il ciclo di vita rapidissimo, l'elevata mobilità e le ridotte dimensioni delle zanzare rendono la lotta concentrata solo sulla cattura degli adulti di scarsa efficacia. Si rende pertanto necessaria un'azione più articolata che includa anche la lotta alle fasi larvali, la prevenzione e il coinvolgimento della cittadinanza. Per questo motivo, le procedure operative di pest control ecologico messe a punto dal progetto per i due gruppi di infestanti differiscono, come si vedrà nei prossimi paragrafi. Vi sono però alcuni step comuni che i comuni devono avviare da subito se vogliono sviluppare un sistema di pest management ecologico. Alcuni di questi passi propedeutici precedono anche l'acquisto e l'installazione delle trappole o l'appalto dei servizi di disinfestazione e derattizzazione.

Il primo, fondamentale passo è la **creazione di un tavolo di lavoro** che riunisca tutti i soggetti, interni ed esterni alla pubblica amministrazione, che sarà necessario coinvolgere per sviluppare e avviare le nuove procedure. Tra questi figurano necessariamente un soggetto tecnico in grado di operare sul software e, in una fase successiva, i rappresentanti della ditta appaltatrice dei servizi di disinfestazione e derattizzazione. Può essere molto utile anche il coinvolgimento di un ente scientifico (università, ente di ricerca) – magari tramite specifica convenzione – in particolare per quanto riguarda il monitoraggio delle zanzare, visto che alcune specie destano preoccupazioni di ordine sanitario per la gravità delle malattie trasmissibili.

Tabella 2: Le fasi iniziali del modello BIOREPEM ecologico e digitale di gestione degli infestanti

STEP INIZIALI DEL MODELLO BIOREPEM		
ATTIVITÀ	DESCRIZIONE	ATTORI COINVOLTI
TAVOLO TECNICO	Creazione un gruppo di lavoro tecnico per coordinare il lavoro di tutti gli attori coinvolti e favorire una gestione ottimale del servizio	Staff Biorepem, personale del comune, supporto informatico. Utile il coinvolgimento di un soggetto scientifico (università, ente di ricerca)
ANALISI EX ANTE SOPRALLUOGHI ELENCO DEGLI STAKEHOLDER	<p>Individuazione delle “aree critiche” e/o “sensibili”. Ispezioni sul campo per evidenziare criticità, pianificare gli eventuali interventi di bonifica e determinare la tipologia e il numero dei dispositivi da installare.</p> <p>Individuazione dei soggetti da informare, tenere aggiornati e coinvolgere/sensibilizzare</p>	Staff Biorepem, personale del comune. Successivamente all'acquisto delle trappole: ditta incaricata del servizio di disinfestazione e derattizzazione
SETUP DELLA PIATTAFORMA	Allestimento e dimensionamento dell'infrastruttura BIOREPEM su CLOUD AMAZON. Installazione e configurazione dei software di supporto (MySQL, ColdFusion Server, Fundeo WebApplication Firewall, Software BIOREPEM). Configurazione della piattaforma (aree geografiche di attività, utenti e ruoli, devices, etc.). Collaudo. Consegna delle credenziali d'accesso	Supporto informatico
SELEZIONE DEI DISPOSITIVI E DEI PRODOTTI A ESSI COLLEGATI (ATTRATTIVI, BATTERIE, ECC.) SUL MERCATO E ACQUISTO	<p>Non sono molti i dispositivi elettromeccanici a cattura multipla per topi e zanzare attualmente disponibili sul mercato. Tuttavia le cose possono cambiare in fretta, per cui si consiglia di eseguire una ricerca di mercato per individuare le marche e i modelli più adeguati agli scopi dell'amministrazione.</p> <p>Per quanto riguarda le trappole per ratti, va considerato che la piattaforma BIOREPEM è settata per il funzionamento con la trappola Ekomille di Ekommerce srl.</p> <p>Per le zanzare, oltre alle trappole per la cattura massale degli adulti, si deve prevedere l'acquisto di ovitrappole e di pasticche larvicide a base di <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>.</p>	Personale tecnico e amministrativo degli uffici comunali competenti in materia
FORMAZIONE DEL PERSONALE	<p>Formazione delle figure interne all'amministrazione che dovranno supervisionare le attività di pest management: utilizzo della piattaforma e dell'app mobile a essa collegata.</p> <p>Formazione del personale tecnico sull'utilizzo dell'app mobile e sull'utilizzo e la manutenzione dei dispositivi di cattura</p>	Staff Biorepem, personale del comune, supporto informatico. Successivamente all'aggiudicazione dell'appalto: ditta incaricata del servizio di disinfestazione e derattizzazione

Il secondo passaggio è l'**individuazione delle aree critiche e sensibili sul territorio** su cui concentrare l'attenzione e in cui andare a installare le trappole. Nell'ambito del progetto BIOPEM per "critiche" intendiamo le aree che sono potenzialmente più soggette al manifestarsi di infestazioni di ratti e/o zanzare per le particolari caratteristiche fisiche, geografiche, di destinazione d'uso. Per "sensibili" intendiamo tutti quei luoghi che richiedono particolare attenzione nell'uso di sostanze tossiche per la presenza di anziani, bambini, malati, ecc. Dopo averle individuate su mappa, anche in base alle fonti "storiche" (es. precedenti accertate infestazioni) sarà necessario effettuare sopralluoghi in tutte le aree selezionate per poter accertare le condizioni attuali, programmare eventuali interventi preventivi, definire il numero di trappole da installare e individuare nel dettaglio le posizioni in cui metterle. È inoltre importante definire una **lista degli stakeholder** che devono essere informati, tenuti aggiornati e/o coinvolti/sensibilizzati (es. dirigenti scolastici o sanitari, personale scolastico, personale RSA, residenti intorno alle aree critiche e sensibili, ecc.)

La piattaforma di gestione creata dal progetto viene **ceduta gratuitamente** agli enti pubblici intenzionati ad adottarla e così l'app mobile che viene data in uso agli operatori del pest control. Bisogna, però, considerare che sono necessari alcuni **passaggi tecnici** (installazione del software, configurazione delle utenze, delle mappe, dei dispositivi di cattura, ecc.) per far sì che questi strumenti possano essere resi disponibili e utilizzabili al di fuori del progetto. Questo è il terzo step previsto dal modello BIOPEM.

Occorre poi **acquistare le trappole e tutte le attrezzature e i materiali necessari** per le catture e il monitoraggio. Un'alternativa, è chiedere alle ditte del settore di fornire un pacchetto "chiavi in mano". Al tema degli appalti è dedicato il capitolo 6, in cui descriviamo anche i nuovi criteri verdi per l'acquisto di prodotti e servizi nell'ambito della disinfestazione e derattizzazione sviluppati dal progetto BIOPEM a beneficio delle pubbliche amministrazioni.

Infine, è necessario procedere alla **formazione di tutte le persone che dovranno utilizzare la piattaforma di gestione, l'app mobile e le trappole**, in particolare il personale del comune e gli operatori delle imprese che forniscono il servizio di pest control all'amministrazione comunale.

Finita la fase propedeutica, con i 2 paragrafi seguenti entriamo nel vivo del modello BIOPEM, ovvero della lotta ecologica applicata alle zanzare e ai ratti.

#### **4.2 Il modello BIOPEM applicato alla lotta alle zanzare**

La prima fase nella lotta alle zanzare è l'installazione delle trappole nei siti individuati nella fase iniziale. Le trappole utilizzate dal progetto sono importate in Italia dalla Ecommerce Srl. La Mosquito Magnet Executive è una trappola per la cattura massiva delle zanzare adulte. Il dispositivo attira le zanzare emettendo un sottile flusso di CO<sub>2</sub> che imita il respiro umano e grazie a un mix di adescanti specifici, in modo da evitare la cattura accidentale di altre tipologie di insetti. La CO<sub>2</sub> viene prodotta a partire dal propano contenuto in una bombola, grazie a una tecnologia brevettata (CounterFlow™). Le zanzare vengono aspirate all'interno della trappola dove muoiono per disidratazione all'interno di un contenitore che può essere facilmente rimosso per lo

svuotamento e la raccolta degli insetti. Mosquito Magnet Executive funziona con una batteria ricaricabile e, grazie alla tecnologia cordless, può essere posizionata dove necessario. È dotata di uno schermo LCD che permette di sapere quando la batteria è scarica, quando il GPL è esaurito o l'ugello del gas è intasato. Infine, la presenza di diversi programmi memorizzati e facilmente selezionabili permette un risparmio di propano e una conseguente maggiore autonomia della trappola.

Tabella 3: Fasi del modello BIOPEM applicato alla lotta alle zanzare

ATTIVITÀ	DESCRIZIONE	ATTORI COINVOLTI
INSTALLAZIONE DELLE TRAPPOLE E DEGLI ALTRI DISPOSITIVI GEOREFERENZIAZIONE	Sistemazione dei dispositivi nei siti individuati e georeferenziazione. Collegamento alla piattaforma e collaudo generale.	Personale tecnico del Comune, supporto informatico, operatori della ditta incaricata del servizio di derattizzazione.
AVVIO DELLA GESTIONE DIGITALE	Il sistema è pronto per essere avviato. Per il funzionamento della piattaforma occorre sostenere il costo mensile per l'hosting che include anche la manutenzione e l'aggiornamento della piattaforma di gestione.	Tecnici comunali per la gestione della piattaforma. Ditta incaricata del servizio di disinfestazione per la gestione delle trappole e lo svolgimento delle attività di monitoraggio.
PREVENZIONE	Avvio dei trattamenti larvicidi. Avvio delle attività di informazione e sensibilizzazione dei cittadini e del "porta a porta".	Ditta incaricata del servizio di disinfestazione per i trattamenti larvicidi. Tecnici comunali e/o altri incaricati per le attività di informazione e per il porta a porta.

Va detto che queste trappole, sfortunatamente, sono difficilmente utilizzabili nei grandi network necessari a soddisfare le esigenze di un comune, per il limitato raggio di azione (max 4000 m2), per il costo non indifferente e per alcune difficoltà legate alla loro gestione. Tuttavia, se poste vicino alle possibili fonti di infestazione sono **strumenti indispensabili per il monitoraggio** e possono localmente essere di grande aiuto anche per alleviare i fastidi connessi alla presenza delle zanzare. Recentemente sul mercato sono uscite nuove trappole professionali a suzione per la cattura massiva delle zanzare che sono meno costose, e anche apparecchi che permettono il conteggio automatico delle catture<sup>50</sup>. Tramite una tecnologia a infrarossi, questi apparecchi sono in grado di caratterizzare gli insetti catturati in base alla dimensione potendo distinguere, ad esempio, tra zanzare e pappataci. I dati raccolti (che includono umidità relativa, temperatura e luce) vengono trasmessi in modalità wireless ad un server cloud, una funzionalità molto utile ai fini del monitoraggio. Si tratta, pertanto, di una evoluzione di sicuro interesse per un modello come quello di BIOPEM, le cui potenzialità varrebbe la pena di esplorare.

È comunque essenziale che nella lotta alle zanzare le Amministrazioni Comunali prevedano un

<sup>50</sup>[https://www.bleuline.it/UserFiles/files/schede/6-1-BG-COUNTER/ST\\_bg-counter\\_it\\_rev02\\_2020.pdf](https://www.bleuline.it/UserFiles/files/schede/6-1-BG-COUNTER/ST_bg-counter_it_rev02_2020.pdf) Ad es.:

**approccio integrato, che combini diverse attività e strumenti** finalizzati non solo alla cattura degli insetti adulti ma anche alla prevenzione, alla lotta larvicida e, come già detto, al monitoraggio.

Il sistema di lotta alle zanzare dovrebbe quindi prevedere:

- A) Trappole elettromeccaniche a batteria per la cattura massiva e il monitoraggio degli insetti volanti ematofagi appartenenti ai generi *Aedes*, *Culex* e *P. pappatasi*. I dispositivi devono essere:
- predisposti per l'utilizzo di sinergizzanti per migliorare la capacità attrattiva specifica
  - connessi a uno schermo per la lettura diagnostica facilitata
  - connessi a un sensore di temperatura per lo spegnimento automatico alle basse temperature
- B) Ovitrappe per la raccolta delle uova di zanzare, utilizzate sia a fini di controllo che di monitoraggio;
- C) Utilizzo di larvicidi ecologici.

Dopo il posizionamento, tutti i dispositivi (trappole e ovitrappe) devono essere **dotati di un numero di inventario** e la loro **posizione deve essere determinata tramite gps**. Potrebbe essere necessario proteggere le trappole con delle gabbie per evitare manomissioni e/o posizionarle in luoghi protetti (recinti, cortili, giardini con accesso regolamentato). È utile anche georeferenziare tombini e caditoie in prossimità dei luoghi presidiati dalle trappole da trattare con larvicidi ecologici. Questa fase è fondamentale perché i dati di posizione delle trappole sono elementi informativi chiave della piattaforma di gestione. Nella piattaforma, infatti, viene caricata una piantina del comune e la georeferenziazione permette **di visualizzare i dispositivi direttamente sulla mappa**, tramite puntatori.

Nella successiva fase di gestione digitale, tutti le informazioni raccolte sul campo dagli operatori della disinfestazione attraverso l'app mobile (es.: raccolta degli insetti, manutenzioni, cambio delle bombole, delle batterie e degli attrattivi) grazie ai dati di posizione vengono collegati alle singole trappole e possono poi essere visualizzati su una scala temporale (settimana, mese, anno).

Per quanto riguarda la fase di prevenzione, oltre all'indispensabile cura del territorio, è importante che il comune eserciti **un'attività di informazione e sensibilizzazione dei residenti**, affinché contribuiscano a tenere sotto controllo le aree di cui sono proprietari e/o gestori, evitando il verificarsi di situazioni che favoriscono la riproduzione delle zanzare. Un'azione molto efficace a questo proposito, già utilizzata da diversi comuni di aree particolarmente afflitte dalla presenza di zanzare, è il cosiddetto "porta a porta". L'attività consiste nel visitare le abitazioni dei cittadini che hanno giardini e terrazzi per distribuire materiale informativo e larvicidi ecologici da usare nelle caditoie, grate, tombini, sottovasi, ovunque si creino accumuli di acqua stagnante. La lotta larvicida, ovviamente, deve anche essere condotta dal Comune in tutti i luoghi pubblici a rischio di infestazione.

Insomma, il ricorso ai pesticidi deve essere veramente l'ultima spiaggia, da effettuarsi solo in caso di vera necessità (no trattamenti a calendario). A questo proposito, è bene ricordare che in alcuni Comuni possono essere presenti aree naturali (zone alluvionali, laghi e altri bacini idrici) in cui gli

interventi devono essere preferibilmente evitati, o, nel caso di estrema necessità per l'incolumità pubblica, essere definiti in relazione alla tipologia ambientale e al tipo di zanzara infestante.

In conclusione, vogliamo sintetizzare 6 buoni motivi per cui le amministrazioni comunali dovrebbero adottare il modello BIOPEM nella lotta alle zanzare:

1. Molte sostanze utilizzate nei trattamenti adalticidi saranno nel prossimo futuro eliminate dal commercio per la loro tossicità e persistenza ambientale;
2. I biocidi utilizzati nella lotta adalticida possono portare a una serie di gravi conseguenze non solo sulla fauna selvatica ma anche nell'uomo;
3. Le sostanze utilizzate nella lotta adalticida uccidono insetti utili come gli impollinatori (apoidei e lepidotteri);
4. Studi scientifici dimostrano che i trattamenti adalticidi sono poco utili alla soluzione, mentre una buona prevenzione e interventi di riqualificazione ambientale risultano risolutivi e spesso più economici;
5. La sensibilizzazione dei cittadini crea un ostacolo alla diffusione delle zanzare molto più efficace dei veleni utilizzati;
6. L'ingresso nel nostro Paese di nuove specie di zanzare vettori di temibili malattie, rende necessario un monitoraggio attivo della loro presenza sul territorio nazionale.

Data la complessità di questo tipo di lotta, soprattutto in quei territori dove le zanzare rappresentano un diffuso e concreto problema, è consigliabile attivare una collaborazione stabile con una Università o un Ente di scientifico che supporti l'Amministrazione nelle scelte tecniche (es. dove posizionare le trappole, quali interventi privilegiare) e si occupi del riconoscimento delle specie catturate, al fine di monitorare l'eventuale presenza di specie di interesse sanitario.

#### **4.3 Il modello BIOPEM applicato nella lotta ai ratti**

Come nel caso delle zanzare, la prima fase nella lotta a topi e ratti è l'installazione delle trappole nei siti individuati nella fase iniziale. Se vengono installati all'aperto, si consiglia di proteggere i dispositivi con le apposite coperture contro agenti atmosferici, manomissioni e/o atti vandalici.

I dispositivi ecologici utilizzati nel modello Biorepem sono trappole elettromeccaniche e digitali prodotte e commercializzate da Ecommerce Srl (modello Ekomille). Presenti in commercio già da molti anni, permettono la cattura fino a 80-100 roditori per volta senza l'utilizzo di sostanze velenose, utilizzando solo esche alimentari (principalmente granaglie). I dispositivi sono igienici, sicuri, non rilasciano cattivi odori e possono inviare dati sulle catture effettuate (quante, dove, in quali giorni e ore) direttamente alla piattaforma di gestione tramite SIM. Questa è una differenza importante rispetto alle trappole per le zanzare, che rende il sistema topi particolarmente interessante e facile da gestire. Altri dati possono essere caricati manualmente dai tecnici grazie all'applicazione mobile (specie catturate, interventi effettuati sulle trappole ecc.). Altri ancora vengono scaricati direttamente da internet (es. condizioni meteo).

Una volta georeferenziati, i dispositivi possono essere visualizzati nella piattaforma sulla mappa del comune, analogamente a quanto succede con il sistema zanzare. La posizione di ogni trappola è indicata da un puntatore cliccando sul quale è possibile accedere alle relative informazioni: n. di topi catturati dal dispositivo, stato delle batterie, manutenzioni effettuate, ecc. Nella fase di gestione, ciò permette di avere un quadro della situazione aggiornato in tempo reale. La piattaforma può anche restituire delle heatmap che evidenziano i luoghi in cui si concentrano le catture e le segnalazioni di presenza dei roditori. In questo modo, è possibile identificare e combattere precocemente eventuali infestazioni senza usare veleno. Infatti, le trappole possono essere installate nei luoghi più a rischio anche solo per segnalare la possibile presenza di ratti ed essere attivate in modalità cattura solo al momento dell'effettivo bisogno. Possono anche essere spostate da un posto a un altro in base alle necessità.

Tabella 4: Fasi del modello BIOPEM applicato alla lotta a ratti e topi

ATTIVITÀ	DESCRIZIONE	ATTORI COINVOLTI
INSTALLAZIONE DELLE TRAPPOLE E GEOREFERENZIAZIONE	Sistemazione dei dispositivi nei luoghi individuati e georeferenziazione. Collegamento alla piattaforma e collaudo generale.	Personale tecnico del Comune, supporto informatico, operatori della ditta incaricata del servizio di derattizzazione.
AVVIO DELLA GESTIONE DIGITALE AVVIO DELLA GESTIONE	Il sistema è pronto per essere avviato. Per il funzionamento della piattaforma occorre sostenere il costo mensile per l'hosting che include anche la manutenzione e l'aggiornamento della piattaforma di gestione.	Tecnici comunali per la gestione della piattaforma. Ditta incaricata del servizio di disinfestazione per la gestione delle trappole e lo svolgimento delle attività di monitoraggio.
PREVENZIONE	Prevenzione delle situazioni di rischio. Informazione e sensibilizzazione.	Incaricati dei servizi di nettezza urbana o altri incaricati per le operazioni di bonifica. Tecnici comunali per le attività di comunicazione.

Una volta avviato il sistema, la ditta incaricata del servizio controllerà periodicamente tramite l'app lo stato delle catture e il livello di carica delle batterie. Grazie a queste informazioni potrà pianificare gli svuotamenti e le manutenzioni in modo efficace. La gestione del sistema risulterà semplificata ed economica rispetto ai continui passaggi di cui necessitano i dispenser che contengono le esche rodenticida con i relativi smaltimenti delle medesime come rifiuti speciali (si tratta di sostanze tossiche e nocive). Il personale del comune potrà sempre controllare attraverso la piattaforma digitale tutte le attività svolte dalla ditta incaricata e i relativi risultati. I topi "raccolti" dalle trappole saranno poi smaltiti dalle ditte secondo la normativa che ne prevede

l'incenerimento.

In conclusione, i 6 buoni motivi per adottare il modello BIOPEM nella lotta ai ratti sono:

1. L'eliminazione delle esche rodenticide impiegate nei trattamenti "tradizionali" che contengono sostanze anticoagulanti vietate, per la loro pericolosità, da diversi regolamenti nazionali e comunitari (Reg. UE 528/12; Reg. CE 1907/06 Reach; Reg. UE 16/1179). Tali sostanze, attualmente ammesse in deroga alla normativa, saranno prima o poi vietate del tutto;
2. Un problema non secondario nell'uso degli anticoagulanti è rappresentato dalla mancata cattura del topo avvelenato. Dopo aver ingerito l'esca, infatti, l'animale vaga impiegando diverse ore o giorni prima di morire per emorragia interna o essere predato (facendo così entrare il veleno nella catena alimentare). Dalla carcassa abbandonata le sostanze tossiche si trasferiscono al suolo o all'acqua. I parassiti spesso ospitati dai ratti (pulci) lasciano l'ospite ormai morto e cercano un nuovo organismo su cui insediarsi.
3. L'utilizzo delle esche rodenticida impone l'adozione di accorte misure precauzionali per evitare il contatto con persone o animali non target;
4. Occorre cambiare periodicamente la tipologia di veleno perché è scientificamente dimostrato lo sviluppo di resistenze che rendono inutili le esche;
5. Per l'ente pubblico è molto difficile, se non impossibile, valutare l'efficacia degli interventi tradizionali e calibrare la quantità di sostanza rodenticida al fine di usare solo quella strettamente necessaria. Anche il controllo dell'operato delle ditte di derattizzazione appaltatrici non è facilmente eseguibile;
6. Attraverso la piattaforma digitale i responsabili della Pubblica Amministrazione possono avere, in tempo reale, il controllo di tutte le operazioni e gli eventi che si verificano sul territorio o gli edifici gestiti con il metodo BIOPEM.

Nel medio termine, le Pubbliche Amministrazioni possono avere anche concreti vantaggi economici dalla gestione digitale attraverso il sistema Biorepem, come evidenziato nel capitolo 5. Non è, infine, da trascurare la positiva ricaduta d'immagine in termini di accountability e impegno per la sostenibilità che l'adozione di un tale sistema può dare alle Amministrazioni Comunali in una società sempre più attenta ai temi ambientali e alla salute.

#### **4.4 Principali differenze operative del nuovo modello di PM**

È inutile negarlo, l'adozione del sistema BIOPEM richiede un cambiamento significativo nel modo di affrontare il problema degli infestanti da parte delle amministrazioni comunali. Si passa infatti da un modello in cui il comune trasferisce interamente, tramite uno specifico appalto, l'onere di controllare la presenza di topi, ratti e zanzare a ditte specializzate, a un **modello di gestione digitale su base territoriale** in cui l'amministrazione **mantiene il controllo** delle attività appaltate, **effettua delle scelte informate e programma** i futuri interventi, possibilmente con la collaborazione di un soggetto scientifico. Quasi una rivoluzione copernicana, soprattutto nel modo di pensare e di concepire il ruolo della pubblica amministrazione. In pratica si tratta di lasciare una

strada ormai obsoleta e piena di problemi evidenziati da una corposa bibliografia scientifica per spostarsi su approcci innovativi ed ecologici, sicuramente più impegnativi, ma che hanno risvolti estremamente positivi e risultati imparagonabili sul medio-lungo termine.

Una rivoluzione, dunque, quanto mai attuale e auspicabile. I principali cambiamenti del modello BIOPEM sono legati:

1. **al passaggio dal semplice “affidamento” del servizio a una vera e propria gestione** degli infestanti da parte della pubblica amministrazione. Ciò implica che i Comuni si organizzino di conseguenza, individuando e coinvolgendo il personale tecnico necessario, a cui deve essere affidato uno specifico incarico. È auspicabile e forse necessaria una formazione ad hoc, sugli aspetti tecnici-operativi del servizio. In un’ottica di gestione informata, è anche auspicabile la messa in essere di accordi di collaborazione con Università o centri di ricerca per le attività più prettamente scientifiche, quali in particolare il monitoraggio a fini socio-sanitari;
2. **agli appalti che prevedono criteri di sostenibilità ambientale e sociale.** La Pubblica Amministrazione dovrebbe, infatti, trainare il cambiamento richiesto alla società civile. Ad esempio, per quanto riguarda il controllo di ratti e topi, secondo i vecchi capitolati la ditta incaricata del servizio si impegnava semplicemente a distribuire sul territorio esche rodenticida e a effettuare trattamenti larvicidi e adulticidi, spesso a calendario, secondo le indicazioni del Comune. Nel nuovo modello gli interventi devono essere **correlati a un costante monitoraggio della loro efficienza riducendo al massimo l’utilizzo di biocidi**. Gli appalti dovrebbero avere una **durata di almeno 3 anni** per permettere un ammortamento degli investimenti da parte delle ditte che partecipano alla gara e rendere il servizio competitivo anche sul lato economico rispetto al modello tradizionale;
3. **alla digitalizzazione**, sia “lato” amministrazione comunale che gestisce (pest management) sia lato ditta che esegue il servizio (pest control). Ciò permette di ottimizzare le attività migliorando la conoscenza locale delle problematiche, tema indispensabile per migliorare anche i servizi al cittadino e tutelare la biodiversità in generale.
4. **alla possibilità di monitorare, valutare e programmare** interventi e attività;
5. **a una più marcata attività di prevenzione**, attuata anche con la collaborazione della cittadinanza. La lotta integrata e sostenibile deve basarsi sulla prevenzione avendo come fasi strategiche l’identificazione e la rimozione dei focolai larvali per le zanzare e i possibili ricoveri per i ratti e topi. I residenti devono essere coinvolti il più possibile, sensibilizzandoli e aiutandoli ad intervenire in modo corretto all’interno delle proprietà private, attraverso campagne di divulgazione scientifica e fornendo un’adeguata educazione sanitaria;
6. **alla significativa riduzione o totale eliminazione dei biocidi**. Come più volte ribadito nel testo, molti biocidi utilizzati nel controllo degli infestanti dovranno nel medio termine essere eliminati per la loro conclamata pericolosità;
7. **alle modalità di svolgimento del servizio da parte delle ditte appaltatrici**. Nel modello BIOPEM l’operatore dei servizi di disinfestazione e derattizzazione diventa una figura

professionale con un profilo più orientato alla gestione di sistemi digitali che di semplice “disinfestatore”. Con il supporto digitale e i nuovi dispositivi tecnologici di cattura presenti sul mercato, in continua evoluzione, l’operatore può gestire e controllare da remoto le situazioni locali, limitando gli interventi a un controllo mirato laddove necessario. Questo comporta anche una migliore qualità del livello lavorativo (meno contatto con veleni) con vantaggi economici e ambientali, oggi sempre più spesso riconosciuti anche nel settore.

#### **4.5 Nuovi approcci, nuove competenze**

Il modello BIOREPEM si pone nel panorama del PM come un percorso innovativo che le Pubbliche Amministrazioni possono scegliere per migliorare la gestione del proprio territorio.

Come tutti i cambiamenti, nelle fasi iniziali si devono affrontare delle difficoltà legate principalmente alla formazione delle figure che avranno un ruolo nella gestione del problema.

Questo tema è stato affrontato con successo nell’ambito del progetto LIFE BIOREPEM nel processo di trasferimento della strategia alla ASL di Latina, finalizzato a introdurre una gestione ecologica e digitale della derattizzazione in 4 ospedali di competenza della ASL stessa.

A seguito di un incontro per la presentazione del progetto, la ASL di Latina e il partenariato di LIFE BIOREPEM hanno firmato una convenzione che ha previsto:

- la formazione del personale dell’Ente che sarà incaricato di seguire le attività;
- un sopralluogo per l’identificazione dei siti critici da presidiare;
- la formazione del personale della ditta che svolgerà il servizio.

A seguito dell’accordo, si è potuto trasferire alle persone che svolgeranno le attività sul campo (operatori della ditta appaltatrice) e a quelle che controlleranno il servizio (personale tecnico ASL) una serie di informazioni che le renderanno autonome in futuro per la gestione delle trappole, il monitoraggio degli infestanti e dei siti identificati. Queste persone potranno diffondere il modello innovativo e ampliare i luoghi di intervento, sempre avvalendosi di un eventuale supporto dello staff del progetto per eventuali necessità.

È possibile prevedere uno sviluppo di questo approccio, con attività future di formazione destinate al personale delle amministrazioni comunali che vadano oltre quelle già previste dal progetto, per dare risposta all’interesse che il nuovo modello BIOREPEM sta suscitando.

Come detto, infatti, questo modello sottende un’attività di gestione degli infestanti da parte delle amministrazioni che va al di là del solo controllo della corretta esecuzione dell’appalto. Una gestione sicuramente semplificata dalla piattaforma digitale sviluppata dal progetto, ma che comunque prevede una partecipazione attiva dell’amministrazione stessa nel monitoraggio e nelle scelte, anche di collaborazione con enti scientifici per una più puntuale e significativa azione di prevenzione di eventuali epidemie legate agli infestanti, in particolare alle zanzare.

È pertanto necessario che il personale delle amministrazioni comunali incaricato del pest management possieda alcune competenze essenziali che negli organici comunali sono già presenti, quali:

- competenze tecniche e digitali;
- competenze scientifiche e ambientali;
- competenze nella divulgazione e comunicazione.

Come evidenziato nel cap. 4, tali competenze dovrebbero essere poste in capo a un gruppo di lavoro, più che a un singolo, dove ciascuno svolge il proprio ruolo per consentire all'amministrazione di esercitare efficacemente le proprie funzioni. Tali funzioni includono anche il garantire la salubrità del territorio e la sostenibilità delle attività che in esso sono svolte. Questa funzione è diventata oggi sempre più attuale e indispensabile per il benessere della comunità in vista dell'arrivo di nuove emergenze (es. Arbovirus, cambiamento climatico) che fino a qualche anno fa erano limitate ad areali lontani, mentre oggi colpiscono sempre più spesso anche il nostro Paese.

## 5. I costi ambientali ed economici del modello

### 5.1 Costi economici del modello BIOPEM

Il modello BIOPEM oggi rappresenta un'opportunità di grande importanza nel panorama delle attività di derattizzazione e disinfestazione, alla luce delle recenti direttive comunitarie che gradualmente limiteranno nel prossimo futuro l'utilizzo di molte molecole biocide. La strategia messa a punto durante le attività del progetto garantisce un miglioramento dei servizi a livello sia ambientale che sanitario. Tuttavia, non ci si può esimere dal fare una valutazione anche economica, vista la cronica mancanza di risorse spesso lamentata dalle pubbliche amministrazioni.

È infatti innegabile che uno dei maggiori vantaggi delle tradizionali attività di disinfestazione e derattizzazione - **se non si considerano i costi ambientali** - è la spesa apparentemente minore che occorre sostenere per aggiudicarsi questi servizi, se confrontata con gli investimenti necessari per mettere in piedi il modello BIOPEM. Ma è veramente così?

Per dare una risposta a questa domanda, abbiamo provato a fare un confronto tra la derattizzazione effettuata con i due diversi sistemi, considerando un arco temporale di 10 anni. Per semplicità, abbiamo ipotizzato che i costi, calcolati nel 2023, rimangano fissi in questo lasso di tempo.

Nella simulazione abbiamo considerato un complesso (condominio, plesso scolastico) composto da 4 edifici con perimetro complessivo di circa 3.000 m. La misura del perimetro è importante, perché le trappole devono essere posizionate per tutta la sua lunghezza: a intervalli prefissati nel modello tradizionale, in luoghi identificati come critici e/o sensibili nel modello BIOPEM (ingressi, locale mensa, depositi, ecc.). Per presidiare un simile complesso abbiamo valutato che siano necessari 24 dispositivi Ekomille completi di coperture, oppure 300 erogatori con esche.

Nell'analisi abbiamo considerato:

- **i costi dell'impianto** (costi per l'acquisto di trappole e coperture e quelli per l'acquisto degli erogatori/dispenser);
- **i costi dei prodotti e dei materiali connessi** (mangimi e altri attrattivi, liquido di

- mantenimento, batterie per il sistema BIOREPPEM; esche e altri materiali d'uso per il sistema tradizionale);
- **i costi d'installazione** (delle trappole e delle relative coperture, piuttosto che degli erogatori di esche rodenticide);
  - **i costi del servizio e della manodopera** (gestione delle trappole o degli erogatori, manutenzioni);
  - **i costi per lo smaltimento dei rifiuti** calcolati in base a quanto previsto dalla normativa vigente.

I costi di manodopera sono stati calcolati nel 2023 sulla base delle tempistiche necessarie per svolgere le diverse attività nelle due modalità (BIOREPPEM e tradizionale) e nel pieno rispetto di quanto previsto dalla legge per i servizi di derattizzazione. Per esempio, la normativa prevede che le esche nei dispenser debbano essere sostituite ogni 4-6 settimane (adempimento che non sempre viene rispettato).

Per il calcolo delle tempistiche necessarie a effettuare le varie attività e i costi del personale abbiamo utilizzato i dati forniti dalle ditte che hanno operato nell'ambito del progetto e quelli provenienti dall'esperienza maturata dai partner durante il suo svolgimento. Per il sistema BIOREPPEM le manutenzioni ordinarie sono state computate su base mensile, per il sistema chimico la cadenza considerata è di 6 settimane, ovvero 8,7 manutenzioni/anno.

I sistemi di gestione digitale che necessariamente vengono utilizzati in entrambe le strategie non sono stati invece considerati nel computo, viste le diverse tipologie e metodologie utilizzabili. Inoltre, non sono stati considerati possibili interessi e altri indici economici relativi all'ammortamento.

Venendo ai risultati, se si ferma la valutazione al primo anno il confronto è chiaramente a favore del sistema chimico. Nella simulazione, i costi iniziali di predisposizione e gestione dell'impianto tutto incluso (quindi anche le attrezzature e i materiali) per il sistema tradizionale sono circa i 2/3 di quelli del modello BIOREPPEM: 11.235 euro contro circa 17.950 euro.

Tuttavia, il costo annuale del servizio in sé è molto più basso nel caso del modello BIOREPPEM: appena 1850 euro contro i 6800 euro circa del sistema tradizionale. Quindi, se ragioniamo in un'ottica di **durata di vita delle trappole** le cose cambiano. In pratica, già a partire dal terzo anno i costi del sistema Eko sono inferiori a quelli del sistema chimico. Se poi ragioniamo in termini di ammortamento, i costi del sistema Eko sono inferiori o paragonabili già dal 2° anno. Infatti, una volta installato, il sistema BIOREPPEM rimane sul posto e non necessita di ulteriori attività, a parte le ordinarie manutenzioni. Le trappole sono garantite per almeno 10 anni, ma con la sostituzione di alcune parti (un costo per ricambi pari a 100 euro è stato considerato nella simulazione a partire dal quarto anno) possono durare anche di più.

Per quanto riguarda i dispenser di esche, invece, abbiamo considerato che su un totale di 150, il 10/15% debba essere sostituito ogni anno a causa di rotture, usura, ecc., con una spesa di circa 150 euro/anno.

La tabella 5 mostra i risultati della simulazione. Per l'impianto BIOPEM si mostrano i costi annuali senza ammortizzazione (Eko1) e con ammortizzazione su 3 o 5 anni v (Eko3 ed Eko5).

Tabella 5: comparazione dei costi tra sistema di derattizzazione tradizionale e BIOPEM

Anni	Chimica	Eko1	Eko3	Eko 5
1	11.235,41 €	17.952,00 €	7.488,00 €	5.395,20 €
2	6.795,95 €	1.657,20 €	6.889,20 €	4.796,40 €
<b>SubTot 2</b>	<b>18.031,36 €</b>	<b>19.609,20 €</b>	<b>14.377,20 €</b>	<b>10.191,60 €</b>
3	6.795,95 €	1.657,20 €	6.889,20 €	4.796,40 €
<b>SubTot 3</b>	<b>24.827,32 €</b>	<b>21.266,40 €</b>	<b>21.266,40 €</b>	<b>14.988,00 €</b>
4	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	4.988,56 €
5	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	4.988,56 €
<b>SubTot 5</b>	<b>38.419,22 €</b>	<b>24.965,12 €</b>	<b>24.965,12 €</b>	<b>24.965,12 €</b>
6	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	1.849,36 €
7	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	1.849,36 €
8	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	1.849,36 €
9	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	1.849,36 €
10	6.795,95 €	1.849,36 €	1.849,36 €	1.849,36 €
<b>SubTot 10</b>	<b>72.398,98 €</b>	<b>34.211,92 €</b>	<b>34.211,92 €</b>	<b>34.211,92 €</b>

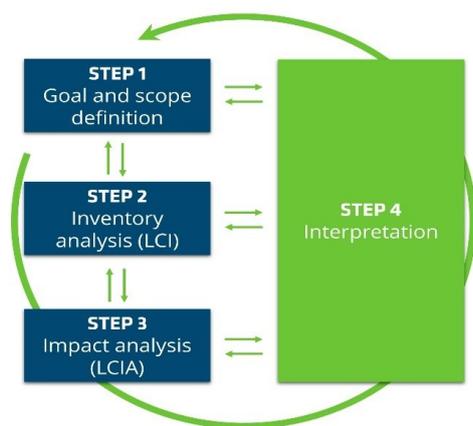
Dalla tabella si evince facilmente quanto detto, ovvero che già a partire dal terzo anno (sub tot. 3) i costi annuali della gestione ecologica sono inferiori rispetto a quelli della gestione chimica in tutte le ipotesi considerate (senza ammortamento o con ammortamento a 3 e 5 anni). Nella fattispecie, nell'ipotesi qui descritta, il risparmio economico in 10 anni è di oltre 38.000 euro. Ciò non stupisce se si considera che nella gestione BIOPEM la maggior voce di costo è imputabile all'acquisto iniziale delle macchine, mentre nella gestione chimica molte risorse vengono impiegate ogni anno nello smaltimento dei rifiuti (esche) e nelle tempistiche di intervento che sono più lunghe. La gestione chimica comporta anche una moltitudine di complicazioni, rischi e difficoltà nell'utilizzo delle molecole biocide che non sono presenti nella gestione BIOPEM.

D'altra parte, **ragionare in termini di ciclo di vita** permette anche di valutare **gli impatti**

ambientali che nel modello tradizionale sono sempre più alti, come dimostrano i risultati dell'analisi del ciclo di vita (LCA) effettuata nell'ambito del progetto e presentati nel paragrafo seguente.

## 5.2 Costi ambientali del modello BIOREPEM: i risultati dell'analisi del ciclo di vita

L'approccio LIFE BIOREPEM introduce metodi innovativi che, attraverso il controllo meccanico e biologico, non tossico, di ratti e zanzare riducono al minimo i danni ecologici. Questi metodi includono il sistema EKOMILLE per il controllo dei roditori e un sistema integrato di gestione delle zanzare che combina larvicida CULINEX, ovitrappole AQUALAB e trappole MOSQUITO MAGNET EXECUTIVE. Per valutare gli impatti ambientali di questi metodi rispetto alle tradizionali applicazioni di rodenticidi e insetticidi è stata condotta un'analisi completa del ciclo di vita (LCA)<sup>51</sup>.



L'analisi LCA è una metodologia rigorosa e standardizzata utilizzata per valutare l'impatto ambientale complessivo di un prodotto, processo o servizio in tutte le fasi del suo ciclo di vita. Le norme UNI EN ISO 14040 e UNI EN ISO 14044 definiscono i requisiti e le linee guida per lo svolgimento degli studi LCA, stabilendo un quadro metodologico condiviso e riconosciuto a livello globale. La LCA si articola in quattro fasi principali, come mostrato in fig. 5.

Fig. 5 : Fasi principali di uno studio di Life Cycle Assessment (LCA)

Nell'ambito del progetto, lo studio ha utilizzato la metodologia Product Environmental Footprint (PEF) 3.1 per fornire una valutazione standardizzata e approfondita dell'impatto ambientale di ciascun metodo in varie categorie di impatto. Valutando ogni fase del ciclo di vita, tra cui l'estrazione delle materie prime, la fase di utilizzo e le emissioni dirette nelle matrici ambientali, la LCA mira a quantificare e **confrontare gli impatti ambientali di ciascun approccio**, guidando le parti interessate verso decisioni di gestione degli infestanti ecologicamente responsabili.

La metodologia PEF 3.1 valuta gli impatti in 16 categorie, ma lo studio si è concentrato su quelle più rilevanti per il controllo degli infestanti, tra cui:

- Cambiamento climatico: valuta le emissioni di gas serra;
- Uso delle risorse (fossili e minerali): valuta l'esaurimento delle risorse naturali;
- Ecotossicità: misura i potenziali danni agli ecosistemi causati dalle sostanze chimiche;
- Impatti sulla salute umana: considera gli impatti della tossicità sulla salute umana;
- Particolato: valuta l'inquinamento correlato al particolato atmosferico.

<sup>51</sup>Eseguita da Ecolstudio spa tra luglio e ottobre 2024

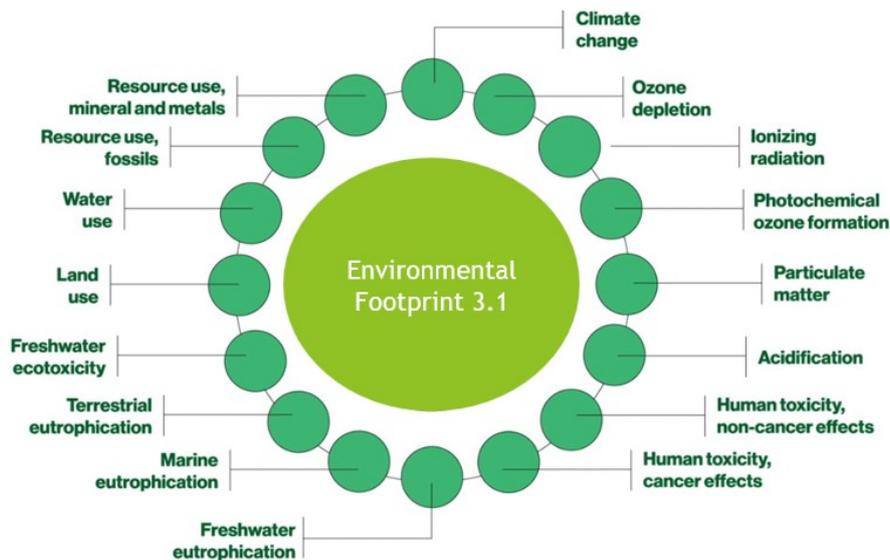


Fig. 6: Categorie d'impatto comprese all'interno del metodo Product Environmental Footprint 3.1

Queste categorie forniscono una visione completa dell'impronta ambientale ed ecologica di ciascun metodo, aiutando a identificare le aree in cui i miglioramenti possono ridurre l'impatto.

I risultati dell'LCA rivelano notevoli benefici ambientali a favore del modello BIOREPPEM. I risultati principali includono:

- **emissioni e tossicità ridotte:** l'approccio BIOREPPEM determina emissioni tossiche significativamente inferiori sia nel controllo dei roditori che delle zanzare rispetto ai metodi chimici tradizionali. Le trappole EKOMILLE per roditori e le trappole MOSQUITO MAGNET per le zanzare, in combinazione con l'uso di ovitrappole e larvicidi naturali, evitano il ricorso a rodenticidi e insetticidi nocivi, riducendo efficacemente l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo;
- **migliore salute dell'ecosistema e protezione della biodiversità:** i metodi tradizionali comportano un rischio sostanziale di avvelenamento secondario per specie non bersaglio, come i predatori di roditori e organismi acquatici colpiti dai larvicidi. Al contrario, le alternative non tossiche proposte da Life BIOREPPEM proteggono la biodiversità e riducono al minimo i danni ecologici involontari;
- **efficienza energetica e delle risorse:** i dispositivi utilizzati dal progetto BIOREPPEM dimostrano durevolezza e minore ricambio dei materiali. Con durate operative più lunghe, questi metodi mostrano un consumo di risorse inferiore, in linea con gli obiettivi di gestione sostenibile delle risorse.

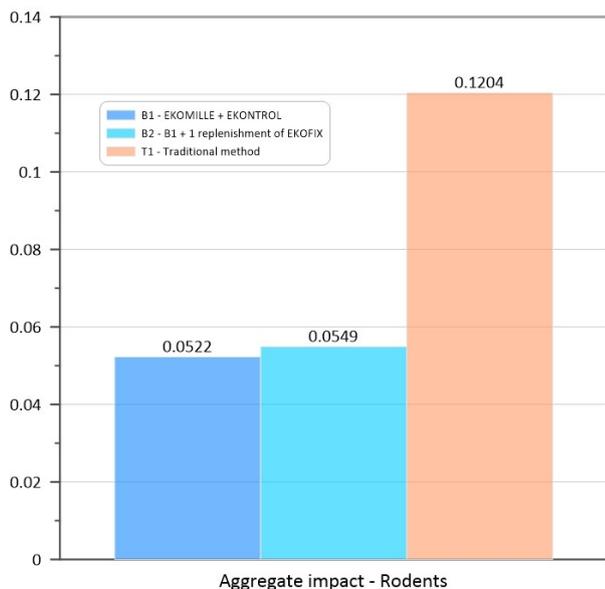


Fig. 7: Impatto aggregato per gli scenari di cattura dei muridi

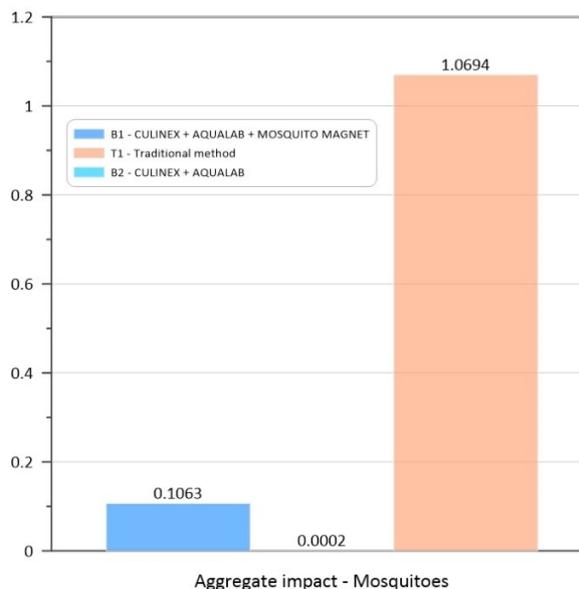


Fig. 8: Impatto aggregato per gli scenari di cattura dei culicidi

Più nello specifico, lo studio ha permesso di verificare che globalmente l'impatto delle metodologie BIOREPPEM per la cattura di muridi e di culicidi è sempre inferiore rispetto a quanto previsto per i metodi di cattura standard in 3 diversi scenari d'uso, come evidenziato nelle Fig.7 e 8.

Nel complesso, quindi, **i risultati supportano l'adozione delle metodologie alternative BIOREPPEM di controllo di ratti e zanzare in ambienti urbani sensibili.** Attraverso una significativa riduzione dell'impatto ambientale e del disturbo ecologico, questi metodi innovativi si allineano con gli obiettivi della gestione sostenibile degli infestanti e potrebbero fungere da modello per le iniziative di controllo degli infestanti urbani.

Per completezza di informazione occorre rilevare che, sebbene l'approccio BIOREPPEM offra numerosi vantaggi ambientali, le esigenze operative e materiali uniche dei dispositivi utilizzati comportano alcuni compromessi specifici in termini di produzione e utilizzo di energia. Infatti, a differenza dei metodi chimici tradizionali, che sono relativamente semplici da produrre, i dispositivi BIOREPPEM richiedono una varietà di materiali durevoli (metalli, plastica e componenti elettronici) per garantire un funzionamento a lungo termine. Nello specifico, alcuni indicatori rivelano impatti peggiorativi legati all'uso di minerali e metalli dovuti alla produzione di componenti in ottone ed elettroniche per le trappole per roditori EKOMILLE. Per quanto riguarda la trappola per zanzare MOSQUITO MAGNET EXECUTIVE, si evidenziano impatti correlati al cambiamento climatico, all'uso di risorse fossili, alla formazione di particolato e ozono fotochimico dovuti alla produzione di GPL.

Per quanto riguarda i costi legati ai componenti elettronici, ci limitiamo a osservare che **i vantaggi legati alla digitalizzazione** del pest management sono infinitamente superiori e che si tratta, comunque, di **impatti limitati in termini assoluti.** In altre parole, l'impatto legato all'uso di

minerali e metalli assume rilevanza nel confronto tra le due metodologie (BIOPEM e tradizionale) ma è, in sé, minimo considerata l'esigua quantità di tali risorse riscontrabile nella composizione dei dispositivi (ottone 6%; acciaio 5%; componenti elettroniche "passive" 3% sul tot. del peso).

Per quanto riguarda le Mosquito Magnet Executive, nelle quali il propano liquido viene convertito in un sottile flusso di CO<sub>2</sub> che imita il respiro umano per attirare le zanzare, nel corso del progetto si è già valutata la possibilità di **utilizzare nuovi modelli di trappole**, più piccole, semplici e meno costose, uscite in commercio posteriormente all'avvio di BIOPEM. Tali trappole sono in grado di funzionare senza GPL sfruttando altri metodi attrattivi (quali l'R-octenolo, una sostanza naturale gradita alle zanzare) che sembrano ugualmente efficaci. Ciò, tra l'altro, semplificherebbe anche il servizio ed è, quindi, un aspetto sicuramente da considerare ai fini di uno sviluppo futuro del modello BIOPEM.

### 5.3 Gli sviluppi per il futuro

Il progetto Life BIOPEM ha aperto un nuovo corso nel controllo comunale degli infestanti, dimostrando l'efficacia delle metodologie proposte, i vantaggi e anche i limiti. Questi ultimi riguardano principalmente due aspetti: i costi e la necessità di modificare il modo di concepire e svolgere il servizio, che è fortemente radicato sia presso le aziende che presso le stesse amministrazioni.

Il primo aspetto, quello legato ai costi, è ben noto a tutti coloro che operano nel comparto: il veleno costa poco ed è facile da usare, quindi una pubblica amministrazione che debba fare una gara con scarse risorse e per un tempo limitato, non ha la possibilità di sostituire l'approccio tradizionale, sebbene sia ormai obsoleto e non ecologico.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, è chiaro che il nuovo approccio richiede un cambiamento abbastanza radicale nel modo di lavorare, sia alle imprese che alle amministrazioni comunali. I cambiamenti, si sa, sono sempre difficili, ma la difficoltà maggiore spesso sta nell'**abbandonare la convinzione che cambiare non sia possibile**. D'altra parte, va considerato che la normativa va nella direzione auspicata dal progetto, a garanzia della salute umana e della tutela dell'ambiente, che sono, poi, ambiti strettamente collegati. Si tratta, pertanto, di un cambiamento inevitabile che può essere anticipato e guidato, oppure subito.

Il modello BIOPEM è rivolto a quelle amministrazioni virtuose che vogliono essere protagoniste e guidare il cambiamento, sforzandosi di programmare la propria azione su tempi superiori ai 24 mesi. Come già detto, l'amministrazione può evitare gli investimenti necessari all'acquisto delle trappole e le problematiche legate alla loro gestione richiedendo alle ditte un servizio "chiavi in mano", che includa la fornitura di tutte le attrezzature richieste dal modello BIOPEM. Perché il nuovo approccio abbia successo e si inneschi un cambiamento nel mercato è però necessario aumentare la durata di questi appalti per invogliare le imprese e dare loro modo di ammortizzare gli investimenti iniziali. Un'amministrazione che voglia fare questo, che desideri far crescere il proprio personale e intenda lanciare alla cittadinanza un messaggio di impegno per la riduzione dei veleni, anche quelli provenienti dalla lotta alle specie infestanti, mostrerà una forte esternalità

positiva in materia ambientale, oggi sempre più necessaria.

Il caso della ASL di Latina riportato al par. 4.5 è un chiaro esempio che tutto ciò è possibile: l'incontro tra un Ente virtuoso, una società di derattizzazione aperta all'innovazione e un gruppo di scienziati esperti ha permesso di avviare una collaborazione che, in ambiti molto sensibili e difficili quali quelli ospedalieri, riesce a garantire il benessere della comunità senza pregiudicare la sostenibilità anche economica del servizio, dando al contempo un segnale di innovazione e di attenzione per la tutela ambientale. Il progetto Life BIOREPEM crede fortemente nel **ruolo centrale delle pubbliche amministrazioni per la diffusione di nuovi modelli di vita**, di comportamento e di sviluppo che mettano al centro il rispetto per le persone e per l'ambiente.

Naturalmente, oltre alla possibilità di positive collaborazioni pubblico-privato per lo sviluppo di approcci più ecologici alla gestione degli infestanti, un'amministrazione può anche avvalersi dei vantaggi offerti da alcuni finanziamenti regionali e nazionali che possono essere sfruttati per adottare le innovative strategie ecologiche e acquistare in proprio i dispositivi.

In conclusione, il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse è la miscela che porta al successo di un'azione. Lo staff del progetto Life BIOREPEM è disponibile a supportare ogni iniziativa valida alla diffusione del nuovo modello e sta predisponendo un nuovo progetto Life per l'implementazione e lo sviluppo di quanto fatto nell'esperienza ormai in via di conclusione. Inoltre, partecipa a convegni e iniziative di carattere scientifico e sociale per diffondere la nuova strategia. Ora diventa indispensabile incontrare nuove amministrazioni virtuose e sensibili ai temi ambientali per proseguire il percorso verso la riduzione/eliminazione dei Biocidi nell'ambiente.

## **6. I CAM e la procedura di assegnazione degli appalti**

Il GPP (Green Public Procurement) è uno strumento definito dalla Commissione europea come *"[...] l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita"*.

Questo strumento permette di integrare i criteri ambientali – ma anche quelli sociali – negli appalti pubblici per ridurre gli impatti ambientali lungo il ciclo di vita dei beni, servizi ed opere, oggetto delle procedure di appalto.

In Italia la diffusione del GPP è stata attuata attraverso l'approvazione, da parte del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (MASE), di specifici Criteri Ambientali Minimi, resi obbligatori dal Codice dei Contratti Pubblici (prima dall'articolo 34 del D.lgs 50/2016 e poi dall'articolo 57 del D.lgs 36/2023). Attualmente sono in vigore 21 CAM, che riguardano diverse attività merceologiche (edilizia, strade, illuminazione pubblica, servizi energetici, gestione del verde pubblico, servizi di stampa, attrezzature elettroniche, mezzi di trasporto, arredi urbani, arredi per interni, servizi di ristorazione, punti di ristoro e distribuzione delle bevande, prodotti

tessili, eventi culturali e servizi di pulizia): **tra le diverse attività regolamentate dai CAM non sono però presenti i servizi di derattizzazione e di disinfestazione.**

L'esclusione di tali categorie merceologiche può essere ricondotta a una generale sottovalutazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita di queste attività.

Gli aspetti ambientali collegati ai servizi di controllo degli infestanti possono essere sintetizzati nei quattro seguenti:

- Riduzione delle emissioni in acqua, aria e suolo collegati all'uso di biocidi;
- Mitigazione climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra (CO<sub>2</sub> in particolare);
- Rafforzamento dell'economia circolare attraverso il miglioramento della gestione dei rifiuti;
- Riduzione delle sofferenze degli animali causate dai servizi di controllo dei parassiti.

A questi obiettivi ambientali andrebbe aggiunto l'obiettivo sociale collegato alla tutela delle condizioni di lavoro e di sicurezza del personale impiegato nelle attività di derattizzazione e disinfestazione.

Il progetto BIOPEM ha identificato complessivamente 22 criteri così suddivisi:

- 13 "criteri di base", ripartiti in 3 specifiche tecniche e 10 clausole contrattuali (di cui 2 relative ad aspetti sociali);
- 1 criterio relativo alle modalità di selezione dei fornitori (che non va considerato obbligatorio, come disposto dall'art. 57 comma 2 del D.lgs 36/2023);
- 8 "criteri premianti" (di cui 1 relativo ad aspetti sociali).

Tali criteri sono collegati alle singole fasi di definizione dell'appalto in modo da facilitare il compito della stazione appaltante che può introdurli facilmente nelle proprie gare, essendo stati selezionati in rispetto a quanto stabilito nel Codice dei Contratti Pubblici (D.lgs 36/2023), in relazione anche alla tutela della normativa sulla concorrenza.

Il primo dei criteri indicati riguarda i **requisiti tecnico professionali** per la gestione e controllo delle infestazioni, ovvero la capacità di applicare misure di gestione ambientale idonee ad arrecare il minore impatto possibile sull'ambiente nell'effettuare i servizi di gestione e il controllo delle infestazioni (tramite una certificazione delle competenze rilasciata ai sensi della norma UNI EN ISO 16636:2015). Si tratta di un requisito non obbligatorio, perché riferito alle modalità di selezione dei fornitori, che potrebbe comunque essere trasformato, in casi specifici, in criterio premiante. (criterio 6.2.1 di BIOPEM).

I successivi tre criteri riguardano le **specifiche tecniche** (così come previste dall'articolo 79 Allegato II5 parte IIA del nuovo Codice dei Contratti Pubblici) che le stazioni appaltanti devono obbligatoriamente controllare in fase di aggiudicazione della gara; tali specifiche tecniche riguardano:

- A. Il divieto d'uso di sostanze pericolose per i servizi di derattizzazione, che vieta l'uso di

- determinati prodotti che presentino nella composizione co-formulanti classificati con le frasi di rischio H350, H351, H360 e H361 (criterio 6.3.1 di BIOPEM);
- B. Il divieto d'uso di sostanze pericolose per i servizi di disinfestazione zanzare, che non ammette prodotti PMC nella cui etichetta siano indicati uno o più dei seguenti 14 codici di pericolo o "frasi H": H310, H311, H312, H314, H315, H317, H318, H319, H330, H332, H335, H350, H410, H411 (criterio 6.3.2 di BIOPEM);
- C. Prodotti e attrezzature da impiegare, che favoriscono l'utilizzo di attrezzature rispettose del benessere animale e che quindi riducono al massimo i tempi di soppressione degli stessi (criterio 6.3.3 di BIOPEM).

Occorre solo considerare che criteri relativi ai divieti d'uso di particolari sostanze è ampiamente praticata in diversi CAM approvati, come quelli relativi ai servizi di pulizia e di sanificazione e all'uso di prodotti tessili.

I seguenti dieci articoli riguardano invece le **clausole contrattuali** (così come previste dall'articolo 113 del nuovo Codice dei Contratti Pubblici) che le stazioni appaltanti dovranno obbligatoriamente controllare in fase di esecuzione del contratto.

Questi possono essere a loro volta suddivisi in otto articoli che impattano sugli aspetti ambientali:

- Presentazione di un Piano degli interventi, entro 30 giorni dalla data di aggiudicazione, volto a minimizzare gli impatti ambientali (criterio 6.4.1 di BIOPEM);
- Il rispetto dei principi dell'Integrated Pest Management volto a promuovere soluzioni più ecologiche basata su prevenzione, uso di metodi fisici e meccanici (es. trappole, barriere), uso metodi biologici, come l'introduzione di animali antagonisti dei parassiti (criterio 6.4.2 di BIOPEM);
- Possesso di conoscenze tecniche e pratiche su materie specifiche come l'impatto ambientale e impatti sulla salute umana dei biocidi, la legislazione di settore, le modalità di somministrazione e utilizzo dei vari prodotti, la conoscenza delle specie infestanti, l'Integrated Pest Management, i metodi e approcci della disinfestazione ecologica (criterio 6.4.5 di BIOPEM);
- Un programma di formazione volto a migliorare le competenze dei dipendenti e la sostenibilità delle attività previste dal servizio relativa alla gestione delle sostanze chimiche pericolose, e dei rifiuti (criterio 6.4.7 di BIOPEM);
- L'elaborazione di un Rapporto periodico semestrale che dimostri il rispetto dei requisiti relativi alla formazione - comprensiva del programma e dei materiali della formazione - al registro degli interventi effettuati con la tipologia dei prodotti utilizzati, alla descrizione delle attività svolte per il controllo ecologico delle specie infestanti, alle attività di comunicazione effettuate (criterio 6.4.6 di BIOPEM);
- Alle attività di comunicazione finalizzate a informare i cittadini sul ridotto impatto ambientale delle attività svolte, inclusa l'indicazione dei prodotti e dei dispositivi utilizzati (criterio 6.4.8 di BIOPEM);
- All'uso di attrezzature per la disinfestazione a basso impatto ambientale, attraverso

l'opportuna manutenzione delle attrezzature utilizzate e l'uso da parte del personale tecnico dei DPI (criterio 6.4.9 di BIOREPEM);

- Gestione dei rifiuti, che prevede una pianificazione delle attività di gestione dei rifiuti e degli imballaggi prodotti dal processo di disinfestazione e derattizzazione (criterio 6.4.10 di BIOREPEM).

E due articoli che impattano sugli aspetti sociali:

- 1) Clausola sociale, relativa all'inquadramento del personale con contratti che rispettino il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionali e territoriali in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni (criterio 6.4.3 di BIOREPEM);
- 2) Rispetto delle norme in materia di salute e sicurezza dei lavoratori anche in caso di impiego di breve durata, comprese le protezioni individuali secondo quanto previsto dal documento di valutazione dei rischi (criterio 6.4.4 di BIOREPEM).

Le clausole contrattuali richiedono una modalità di verifica e controllo da parte della stazione appaltante che prevede visite in situ per verificare il rispetto di quanto affermato al momento della presentazione dell'offerta in fase di gara.

La proposta di CAM BIOREPEM, per orientare maggiormente gli operatori nella direzione della sostenibilità ambientale e sociale, prevede anche dei "criteri premianti", che possono dar luogo a un punteggio ai fini dell'aggiudicazione del contratto.

Sette di questi criteri premianti intervengono per la riduzione complessiva degli impatti ambientali emersi nel ciclo di vita del servizio, attraverso:

- Interventi migliorativi e innovativi, da dettagliare in modo analitico, di riduzione della sofferenza animale (criterio 6.5.1 di BIOREPEM);
- Interventi migliorativi per l'identificazione di focolai e di problematiche locali (criterio 6.5.2 di BIOREPEM);
- Ulteriore esclusione dell'uso di determinati prodotti che presentano ulteriori frasi di rischio come H351, H361, H400 (criterio 6.5.3 di BIOREPEM);
- Possesso di sistemi di gestione ambientale da parte dei fornitori di prodotti, secondo la norma tecnica internazionale UNI EN ISO 14001 o registrazione EMAS (criterio 6.5.4 di BIOREPEM);
- Educazione ambientale, ovvero attività educative rivolte ai cittadini per favorire la prevenzione della diffusione di ratti e zanzare e destinate ad aumentare la consapevolezza della comunità EMAS (criterio 6.5.5 di BIOREPEM);
- Possesso di un sistema di gestione ambientale da parte dell'offerente che abbia implementato un SGA secondo la norma tecnica internazionale UNI EN ISO 14001 o registrazione EMAS (criterio 6.5.7 di BIOREPEM);
- Uso di mezzi di trasporto a basso impatto ambientale che riducono i consumi energetici e

le emissioni (mezzi per il personale, il trasporto di mezzi, attrezzature e materiali, un parco mezzi che rispetti il CAM veicoli approvato con DM 17 giugno 2021) (criterio 6.5.8 di BIOPEM);

Un criterio premiante riguarda invece molti aspetti sociali che sembrano richiamare quanto attualmente previsto dall'articolo 57 comma 1 del nuovo Codice dei Contratti Pubblici, ovvero:

- Ulteriori criteri sociali che favoriscano l'impiego di personale dipendente che soddisfa una delle seguenti condizioni: non avere un impiego regolarmente retribuito da almeno sei mesi; avere un'età compresa tra i 15 e i 24 anni; non possedere un diploma di scuola media superiore o professionale o aver completato la formazione a tempo pieno da non più di due anni e non avere ancora ottenuto il primo impiego regolarmente retribuito; aver superato i 50 anni di età; essere un adulto che vive solo con una o più persone a carico; essere occupato in professioni o settori caratterizzati da un tasso di disparità uomo-donna che supera almeno del 25%; appartenere a una minoranza etnica di uno Stato membro, alla popolazione carceraria o proveniente da centri di accoglienza per richiedenti asilo (criterio 6.5.6 di BIOPEM).

I Criteri Ambientali Minimi stabiliti dal progetto BIOPEM stabiliscono una nuova cornice entro la quale dovranno inserirsi gli operatori economici del settore.

Tradizionalmente tale settore concepisce la propria attività come fornitrice e somministratrice di prodotti, senza lesinare sulla loro quantità, a prescindere quindi dell'impatto ambientale e sociale ad essi associato.

**Il cambiamento è radicale:** i criteri obbligatori, e soprattutto i criteri premianti, vogliono orientare gli operatori verso un vero e proprio cambio di paradigma. Non si tratta di fornire dei prodotti ma di **fornire dei servizi, supportati eventualmente da attrezzature e impianti innovativi**, che permettono di ridurre i costi associati a tale cambiamento.

Peraltro tale innovazione sarebbe anche più comprensibile se le stazioni appaltanti riuscissero ad applicare gli articoli 87 e 108 del Codice dei Contratti Pubblici, che permettono di utilizzare, come metodo di valutazione delle modalità di aggiudicazione secondo l'offerta economicamente più vantaggiosa, il criterio costo/efficacia, ovvero la valutazione dei costi lungo il ciclo di vita (Life Cycle Costing): questo criterio permetterebbe di tener conto, in fase di valutazione, non solo del costo d'acquisto, ma anche del costo d'uso e del costo delle esternalità ambientali, che qui dovrebbe tener conto anche di aspetti "non monetizzabili" (come la morte di animali d'affezione in seguito all'ingestione di derattizzanti) in seguito facendo emergere il "costo totale" di un prodotto.

A quel punto potrebbe emergere che il "prodotto convenzionale" solo apparentemente costa meno del prodotto "green" e che questo, valutando accuratamente tutti i costi associati all'acquisto di un bene, di un servizio o di un'opera si mostrerebbe come maggiormente conveniente.

Infine, si può affermare che l'approvazione di specifici CAM per i prodotti connessi ad attività di derattizzazione e disinfestazione è totalmente coerente con il rispetto del principio di “non arrecare danno all'ambiente” (DNSH-Do No Significant Harm), introdotto obbligatoriamente per tutti i progetti finanziati con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Tale principio, nato nell'ambito del Regolamento sulla Finanza Sostenibile e la Tassonomia Ambientale, vuole assicurarsi che una determinata attività economica, se finanziata con risorse pubbliche, almeno non arrechi un danno significativo a 6 obiettivi ambientali: mitigazione climatica; adattamento climatico; riduzione degli inquinamenti in acqua, aria e suolo; gestione delle risorse idriche; rafforzamento dell'economia circolare e tutela della biodiversità e degli ecosistemi.

I servizi di derattizzazione e disinfestazione, **se non regolati con strumenti che ne riducono gli impatti ambientali**, non sarebbero mai nelle condizioni di dimostrare il rispetto del principio DNSH, e quindi risulterebbero sempre “non finanziabili” da operatori finanziari pubblici o privati.

L'approvazione di specifici CAM aiuta quindi gli operatori a operare una necessaria rivoluzione di settore, non procrastinabile, vista la direzione obbligata intrapresa dal Green Deal.

## 7. Conclusioni

I risultati ottenuti dal progetto Life BIOPEM dimostrano l'efficacia delle soluzioni adottate nel ridurre sensibilmente l'impatto ecologico e nell'attenuare il rischio di esposizione a sostanze tossiche sia per l'ambiente che per la salute umana.

Nel caso della gestione dei muridi, l'adozione del sistema elettromeccanico EKOMILLE ha eliminato la necessità di utilizzare esche rodenticida anticoagulanti, le quali rappresentano una minaccia per i predatori naturali e per l'intero ecosistema a causa del fenomeno dell'avvelenamento secondario. Il metodo BIOPEM, al contrario, sfrutta trappole ecologiche senza biocidi, progettate per garantire una cattura efficace dei roditori senza rilascio di sostanze chimiche nell'ambiente, riducendo l'impatto su suolo, aria e acque circostanti.

Analogamente, il protocollo BIOPEM per i culicidi adotta una strategia sostenibile e integrata incentrata sull'uso di attrattivi microbiologici, ovitrappole e trappole di cattura massiva per adulti. Questi dispositivi riducono l'inquinamento atmosferico e del suolo, evitando il ricorso a trattamenti adulticidi e larvicidi tradizionali, spesso associati a dispersioni di biocidi che possono accumularsi nei corpi idrici, sul suolo e in aria, causando effetti dannosi sugli organismi e sugli ecosistemi locali. La riduzione dell'uso di biocidi nel metodo BIOPEM consente anche di prevenire la possibile insorgenza di resistenze tra le popolazioni di zanzare, migliorando la sostenibilità a lungo termine delle attività di disinfestazione.

Oltre alla mitigazione degli impatti ambientali, il progetto BIOPEM svolge anche un ruolo importante nella sensibilizzazione della comunità locale e delle scuole coinvolte, promuovendo la diffusione di pratiche sostenibili. Grazie all'utilizzo di una piattaforma di gestione digitale, che

permette la geolocalizzazione dei dispositivi e il monitoraggio delle catture, il progetto favorisce una raccolta dati più accurata e dettagliata. Questa soluzione facilita non solo la valutazione dell'efficacia delle attività, ma anche la possibilità di replicare il modello in altre aree e contesti urbani.

Dal punto di vista della maggior parte degli indicatori d'impatto considerati nello studio LCA, le metodologie BIOREPEM risultano vantaggiose grazie alla riduzione degli impatti. La maggiore durata dei dispositivi, l'assenza di emissioni dirette nelle matrici ambientali e una minore frequenza di sostituzione e interventi di manutenzione contribuiscono a una gestione e un utilizzo più efficiente e sostenibile.

Da un punto di vista economico, le soluzioni adottate risultano vantaggiose già nel breve termine (2-3 anni) dal momento che gli inferiori costi annuali di gestione del modello BIOREPEM bilanciano l'investimento iniziale necessario per l'acquisto dei sistemi di cattura. Tuttavia, le amministrazioni possono anche optare per la richiesta di un servizio "chiavi in mano" alle imprese che, però, dovrebbe essere sostenibile anche per queste ultime. Ciò implica, almeno in questa fase storica, ovvero finché l'uso dei sistemi di cattura elettromeccanici non sarà sufficientemente diffuso, ragionare su appalti della durata di almeno 2 anni. Per questi motivi e per le caratteristiche stesse del modello BIOREPEM, che mette nelle mani delle amministrazioni la possibilità concreta di monitorare il lavoro svolto dalle ditte di disinfestazione, si rende necessario un **approccio nuovo all'appalto di questi servizi** che includa una programmazione più approfondita degli interventi da effettuare e la verifica dei risultati ottenuti. L'immagine dell'amministrazione pubblica non potrà che uscirne rafforzata e nobilitata.

In sintesi, il progetto Life BIOREPEM si pone come un esempio di innovazione sostenibile nel campo della disinfestazione urbana. Grazie alla sinergia tra tecnologia avanzata e rispetto per l'ambiente, il modello BIOREPEM propone un approccio che, oltre a tutelare la biodiversità e a ridurre l'inquinamento, rappresenta anche un esempio di buona pratica ambientale per le amministrazioni locali. Il comune di Fiumicino, capofila dell'iniziativa, e il comune di Francavilla al Mare, comune pilota della dimostrazione BIOREPEM insieme a Fiumicino, potranno adottare le indicazioni emerse in questi anni per migliorare ulteriormente le proprie strategie di contrasto agli infestanti. Insieme a loro, tutti i partner di progetto auspicano una progressiva diffusione di queste soluzioni a basso impatto in altri contesti territoriali, come sta già positivamente avvenendo nei 4 ospedali gestiti dalla ASL di Latina.

I risultati di Life BIOREPEM sono destinati a tutte le parti interessate nel progetto, inclusa la cittadinanza, e rappresentano una base solida su cui orientare futuri interventi, perfezionando progressivamente le tecniche per la disinfestazione urbana e contribuendo a una gestione sempre più sostenibile del territorio.

## 8. APPENDICI

### 8.1 Elenco delle norme sui biocidi

Regolamento Delegato (UE) 2017/2100 della Commissione del 4 settembre 2017 che stabilisce criteri scientifici per la determinazione delle proprietà di interferenza con il sistema endocrino in applicazione del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32017R2100>

Regolamento di esecuzione (UE) 2015/408 della Commissione, dell'11 marzo 2015, recante attuazione dell'articolo 80, paragrafo 7, del regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che stabilisce un elenco di sostanze candidate alla sostituzione. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0408>

Regolamento di esecuzione 88/2014 che specifica una procedura per la modifica dell'allegato I del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0088>

Regolamento 334/2014/UE) che modifica il Regolamento (UE) 528/2012 relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi per quanto riguarda determinate condizioni per l'accesso al mercato. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0334>

Regolamento Delegato (UE) N. 492/2014 della Commissione del 7 marzo 2014 che integra il regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme per il rinnovo delle autorizzazioni di biocidi oggetto di riconoscimento reciproco. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0492>

Regolamento di esecuzione (UE) N. 564/2013 della Commissione del 18 giugno 2013 sulle tariffe e sugli oneri spettanti all'Agenzia europea per le sostanze chimiche a norma del regolamento (UE) n.528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:167:0017:0025:IT:PDF>

Regolamento di esecuzione (UE) N. 354/2013 della Commissione del 18 aprile 2013 sulle modifiche dei biocidi autorizzati a norma del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0354>

Regolamento di esecuzione (UE) N. 414/2013 della Commissione del 6 maggio 2013 che precisa la procedura di autorizzazione di uno stesso biocida, conformemente alle disposizioni del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02013R0414-20161101&from=EN>

Regolamento di esecuzione (UE) 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 maggio

2012, relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/ALL/?uri=CELEX:32012R0528>

Regolamento Delegato (UE) N. 837/2013 della Commissione del 25 giugno 2013 che modifica l'allegato III del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio in relazione alle prescrizioni in materia di informazione per l'autorizzazione dei biocidi. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0837>

Regolamento Delegato (UE) N. 736/2013 della Commissione del 17 maggio 2013 recante modifica del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la durata del programma di lavoro per l'esame dei principi attivi biocidi esistenti. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0736>

## **8.2 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLA RIPRODUZIONE DELLE ZANZARE A LIVELLO CONDOMINIALE/PRIVATO**

È necessario che i cittadini si impegnino ad eliminare anche minime raccolte d'acqua ferma, mettendo in atto, nelle aree di loro competenza misure di prevenzione segnalando eventuali inadempienze. Per questo motivo, se si vogliono evitare le punture delle zanzare, nel periodo compreso dalla primavera all'autunno, tutti i cittadini devono essere tenuti a osservare le seguenti regole:

- Non abbandonare oggetti di qualsiasi natura negli spazi aperti e ove possa verificarsi anche occasionalmente raccolta di acqua piovana o di irrigazione così da evitare il formarsi di focolai di infestazione.
- Eliminare i sottovasi e, ove non sia possibile, eliminare i ristagni d'acqua al loro interno.
- Verificare che le grondaie siano pulite e non ostruite.
- Coprire le cisterne e tutti i contenitori dove si raccoglie l'acqua piovana con coperchi ermetici, teli o zanzariere ben tese.
- Convogliare in appositi apparati di scarico la condensa prodotta dagli impianti di climatizzazione
- Tenere pulite fontane e vasche ornamentali, eventualmente introducendo pesci e anfibi che sono predatori delle larve di zanzara tigre.
- Svuotare, lavare e/o capovolgere (se non utilizzati) contenitori di uso comune quali sottovasi, gli abbeveratoi per gli animali domestici, annaffiatori e simili.
- Evitare la formazione di raccolte d'acqua anche in luoghi poco accessibili quali sotterranei, cantine, intercapedini, vespai. Mantenere in perfetta efficienza tombini e caditoie presenti nei giardini, nei cortili e negli spazi condominiali.
- Dove non fosse possibile garantire l'assenza di acqua per meno di cinque giorni procedere a localizzazione GPS, osservazione dell'eventuale presenza o possibilità di immissione di predatori e altre attività di monitoraggio;
- Coprire i tombini, le griglie di scarico e i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche con apposite reti e zanzariere che impediscono l'ingresso e l'uscita alle zanzare. Tale

intervento, per quanto riguarda abitazioni, condomini e città, sarà unico e definitivo.

### **8.3 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE INFESTAZIONI DA MURIDI A LIVELLO CONDOMINIALE/PRIVATO**

Per evitare la proliferazione dei ratti e topi domestici tutti i cittadini devono essere tenuti ad osservare le seguenti regole:

- Mantenere pulite e sgombre da materiale accumulato le fasce perimetrali degli edifici. Nelle restanti aree deve essere mantenuta sotto controllo la vegetazione spontanea, preferibilmente piantumando essenze che non sviluppino in altezza.
- Utilizzare vernici e coperture delle pareti degli edifici possibilmente lisce
- Mantenere la chioma degli alberi e piante prossime agli edifici lontana da essi
- Apporre protezioni a finestre, condotte d'aria e altri ingressi di varia natura
- Mantenere integri e a tenuta gli stipiti delle porte di accesso agli edifici
- Mantenere perfettamente sigillati i pozzetti di ispezione di impianti sotterranei, cavidotti sotterranei Tamponare con malte cementizie e piastre metalliche i fori di passaggio degli impianti
- Evitare il più possibile la permanenza di rifiuti negli appositi contenitori, in particolare della frazione umida.
- Disporre gli impianti e le eventuali strutture presenti sollevate da terra e distanziate tra loro di almeno 50cm dalle pareti
- Non abbandonare alimenti o altro materiale organico di qualsiasi natura negli spazi aperti.

### **7.4 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE ZANZARE NEGLI ISTITUTI SCOLASTICI**

Queste linee guida sono indirizzate ai Dirigenti scolastici, al corpo insegnante e al personale ATA delle scuole con l'obiettivo di fornire un supporto informativo utile alla prevenzione e al controllo delle infestazioni da zanzare. Occorre infatti sapere che **i migliori risultati nella lotta a questi insetti molesti si ottengono contrastando le fasi larvali, legate alla presenza di acqua. Una volta raggiunta la fase adulta, la lotta alle zanzare diviene difficile, costosa e spesso inefficace.**

Con queste premesse, la sensibilizzazione di Dirigenti, Insegnanti e Personale scolastico al rispetto delle linee guida diventa fondamentale per evitare la riproduzione delle zanzare all'interno dei plessi scolastici. La presenza in un edificio scolastico di densità elevate di adulti di zanzare, infatti, sta spesso ad indicare la non sufficiente applicazione di semplici indicazioni di prevenzione nelle aree interne o contigue. La collaborazione del personale scolastico, pertanto, è cruciale sia per eseguire semplici operazioni all'interno della scuola, sia per l'identificazione di eventuali siti di riproduzione nelle aree immediatamente limitrofe agli istituti scolastici. In questo caso, tramite il dirigente scolastico di riferimento occorrerà poi tempestivamente provvedere a indicare agli uffici comunali preposti quelle situazioni o attività, anche fuori dal sedime scolastico, che possono favorire la riproduzione e quindi la diffusione delle zanzare. Infatti, la presenza di modeste

quantità di acqua stagnante per pochi giorni è sufficiente a favorirne lo sviluppo in adulti.

Qualsiasi sito nel quale è presente acqua stagnante per un tempo sufficiente - ad esempio tombini, barattoli, lattine, sottovasi, bacinelle, contenitori per l'irrigazione, pneumatici, fogli di nylon, buste di plastica, grondaie ostruite, ecc. - è un luogo adatto per la deposizione delle uova e il successivo sviluppo delle larve.

Tra aprile e ottobre, le uova, se sommerse dall'acqua per qualche giorno, si sviluppano in larve. Per questo le attività di prevenzione devono essere avviate nel periodo invernale e all'inizio della primavera.

**Il monitoraggio dei siti di potenziale riproduzione, la prevenzione e la lotta larvicida, sono le uniche azioni efficaci di contrasto per contenere il fenomeno dell'infestazione, tutelare la salute dei cittadini e salvaguardare l'ambiente.**

Le norme di prevenzione fondamentali sono le seguenti:

- controllare regolarmente i tombini e qualsiasi tipo di caditoia per assicurarsi che non vi siano ristagni d'acqua. Se i tombini sono interni alla scuola, deve essere identificato il motivo del permanere dell'acqua in essi. Se non è possibile risolvere il problema devono essere utilizzate pasticche di *Bacillus thuringiensis*. In alternativa è possibile, in presenza di adeguati e periodici interventi di pulizia, coprire tombini e caditoie con zanzariere. Nel caso i tombini siano esterni alla scuola, deve essere informato il Comune per gli interventi del caso;
- evitare la formazione di raccolte d'acqua, anche in luoghi poco accessibili o nascosti quali sotterranei, cantine, intercapedini, vespai, ecc.;
- tenere sgombri i parchi giochi da qualsiasi tipo di rifiuto o contenitore che possa favorire accumuli di acqua stagnante seppur di modesta entità, compresi gli pneumatici non adeguatamente interrati;
- rovesciare o chiudere adeguatamente qualsiasi contenitore possa determinare accumuli di acqua nel periodo di chiusura delle scuole;
- controllare lo stato di eventuali canali irrigui o di bonifica al confine delle pertinenze scolastiche per segnalare alle Autorità Competenti l'eventuale presenza di ristagni o condizioni di cattivo drenaggio, in particolare nel periodo primaverile-estivo;
- non utilizzare pneumatici come zavorre per teli plastici o per altra funzione che richieda la loro esposizione all'aperto al fine di non favorire la proliferazione delle zanzare;
- curare il perfetto stato di efficienza di tutti gli impianti idrici allo scopo di evitare perdite e raccolte, anche temporanee, di acqua stagnante;
- verificare che le grondaie siano pulite e non ostruite;
- evitare l'accumulo d'acqua nei sottovasi;
- coprire eventuali cisterne e contenitori dove si può raccogliere acqua piovana con coperchi ermetici, teli o zanzariere ben tese;
- verificare che i raccordi dei tubi di grondaia con la caditoia stradale siano ermeticamente sigillati;

- non lasciare che l'acqua ristagni sui teli utilizzati per coprire cumuli di materiale e legna provvedendo a tenderli adeguatamente tesi e senza avvallamenti;
- coprire eventuali bidoni di raccolta dell'acqua piovana per eventuale uso orticolo con zanzariere;
- evitare per quanto possibile l'accumulo di qualsiasi materiale di risulta;
- non lasciare gli annaffiatoi e i secchi con l'apertura verso l'alto, soprattutto se non li si utilizza per più giorni;
- convogliare in appositi apparati di scarico la condensa prodotta dagli impianti di climatizzazione;
- svuotare periodicamente sottovasi o altri contenitori che contengono acqua e larve sulla nuda terra, preferibilmente al sole;
- durante i periodi freddi, pulire bene i sottovasi prima di portare all'interno eventuali vasi con piante sensibili;
- tenere pulite fontane o vasche ornamentali eventualmente introducendo pesci rossi, gambusie e altri predatori delle larve di zanzara.

### Piante ornamentali repellenti

È importante ricordare che gli istituti scolastici possono ridurre ulteriormente il fastidio prodotto da questi organismi piantando, sia in vaso che in terra, specie vegetali con azione repellente. Molte di esse, per altro, oltre che di basso costo, sono anche ornamentali.

Per avere la massima copertura ed efficacia nei confronti delle varie specie di zanzare è opportuno piantarle in consociazione. Naturalmente bisogna aver cura di controllare se la specie è adeguata all'ambiente di impianto da un punto di vista del clima, dell'esposizione e rispetto alla quantità e qualità del suolo. Le consociazioni permettono inoltre, se saggiamente avviate, di avere lungo tutto il periodo d'infestazione un'adeguata protezione in relazione alle diverse fenologie.

Le piante suggerite sono le seguenti:

**Alberi e arbusti:** Eucalipti (*Eucalyptus spp.*), Catambra (*Catalpa bignonioides*), Lantana (*Lantana camara*).

**Piante erbacee:** *Ageratum houstonianum* (Agerato celestino), *Aloysia triphylla* (Verbena odorosa), *Calendula Officinalis* (Calendula), *Cymbopogon nardus* (Citronella), *Lavandula angustifolia* (Lavanda), *Melissa officinalis* (Melissa), *Mentha piperita* (Menta) *Monarda punctata* (Monarda), *Nepeta Cataria* (Erba Gatta), *Ocimum basilicum* (Basilico), *Pelargonium 'Citrosa'*, *Pelargonium graveolens* (Gerani profumati), *Rosmarinus officinalis* (Rosmarino), *Ruta chalepensis* (Ruta d'Aleppo), *Thymus vulgaris* (Timo).

## **8.5 LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ ECOSOSTENIBILI DI PREVENZIONE E CONTROLLO DELLE INFESTAZIONI DA MURIDI (TOPI E RATTI) NEGLI ISTITUTI SCOLASTICI**

Queste linee guida devono essere indirizzate, a vario titolo, ai Dirigenti scolastici, al corpo Insegnante e al personale delle scuole con l'obiettivo di fornire un supporto informativo utile alla prevenzione e al controllo delle infestazioni da topi e ratti.

La collaborazione dei Dirigenti e di tutto il personale scolastico è cruciale, in primo luogo, per eliminare o ridurre le possibili cause che favoriscono la presenza dei topi. Spesso, infatti, gli interventi di derattizzazione sono iniziative adottate in emergenza, che sopraggiungono a risolvere situazioni gravi perché non gestite preventivamente. Un attento monitoraggio e l'applicazione di semplici misure o accorgimenti possono ridurre sensibilmente l'evenienza di una infestazione.

Per evitare la proliferazione dei ratti e topi domestici si suggerisce agli Istituti Scolastici di osservare le seguenti regole:

- Mantenere pulite e sgombre da materiale accumulato le fasce perimetrali degli edifici. Nelle restanti aree deve essere mantenuta sotto controllo la vegetazione spontanea, preferibilmente piantumando essenze che non sviluppano in altezza;
- Utilizzare vernici e coperture delle pareti degli edifici possibilmente lisce;
- Mantenere la chioma degli alberi e delle piante prossime agli edifici lontana dai muri;
- Apporre protezioni a finestre, condotte d'aria e altri ingressi di varia natura;
- Mantenere integri e a tenuta gli stipiti delle porte di accesso agli edifici;
- Mantenere perfettamente sigillati i pozzetti di ispezione di impianti sotterranei, cavidotti sotterranei. Tamponare con malte cementizie e piastre metalliche i fori di passaggio degli impianti;
- Evitare il più possibile la permanenza di rifiuti negli appositi contenitori, in particolare della frazione umida;
- Disporre gli impianti e le eventuali strutture presenti sollevate da terra e distanziate tra loro di almeno 50cm dalle pareti;
- Non abbandonare alimenti o altro materiale organico di qualsiasi natura negli spazi aperti e all'interno del plesso scolastico e in particolare in armadi, banchi ecc.;
- Nel caso di presenza nell'edificio di una mensa scolastica, evitare qualsiasi fonte di alimentazione nelle aree limitrofe. Anche la sola azione di spazzare una mensa buttando all'esterno il raccolto potrebbe attirare ratti o topi domestici;
- Evitare il compostaggio della frazione umida dei rifiuti della mensa scolastica nei pressi dell'edificio.

### **Derattizzazione a scuola**

Nel momento in cui la presenza dei topi venga accertata a scuola è, invece, importante saper valutare l'adozione di tecniche e approcci scientifici da parte della ditta specializzata che eseguirà l'intervento di derattizzazione. Un moderno progetto di derattizzazione in un Istituto Scolastico dovrebbe essere svolto in base a principi di Integrated Pest Management (IPM). La gestione integrata degli infestanti è un approccio efficace e sensibile all'ambiente basato su una

combinazione di pratiche di buon senso. Nell'IPM il ricorso a trattamenti che prevedono l'uso di prodotti chimici, come i rodenticidi, è previsto solo come ultima opzione. Prima vengono proposte soluzioni più ecologiche basate su:

- Prevenzione
- Metodi fisici e meccanici (es. trappole, barriere)
- Metodi biologici

I passaggi essenziali di un intervento di derattizzazione in base all'IPM sono:

1. Sopralluogo e indagine ambientale;
2. *pest proofing*<sup>52</sup>;
3. studio dell'infestante e monitoraggio;
4. scelta delle strategie (metodi, strumenti, prodotti, tempi e luoghi) cercando di evitare l'uso di biocidi;
5. verifica dei risultati.

L'individuazione della presenza di ratti o topi domestici in un'area/stabile non è sempre facile in quanto si tratta di animali schivi che escono dalle tane al calar del sole. Un sopralluogo effettuato da personale esperto nell'area/stabile dove è ipotizzata la presenza di ratti o topi deve comprendere:

1. un monitoraggio degli ambienti esterni probabile fonte di infestazione;
2. l'accertamento dell'infestazione attraverso l'identificazione delle tracce che lasciano durante la loro attività (feci, rosicchiamenti, impronte, camminamenti). In prossimità dei luoghi più frequentemente utilizzati per gli spostamenti è anche possibile notare l'insudiciamento delle pareti dovuto all'untuosità del pellame dei roditori. L'asportazione degli escrementi è consigliabile in modo da poter in seguito valutare i risultati dell'intervento attraverso gli eventuali, nuovi ritrovamenti;
3. la ricerca dei punti di annidamento per prevedere gli spostamenti e la distribuzione dell'infestazione.

Nell'esecuzione della campagna di derattizzazione vera e propria, vi sono alcuni concetti che devono essere rispettati:

- se l'area è infestata, i ratti devono potervi trovare trappole meccaniche o esche appetibili sino a che si continua ad osservare la cattura o il consumo delle esche;
- le esche biocide non devono essere lasciate senza alcuna protezione ma devono essere inserite all'interno di appositi dispenser per impedire qualunque contatto da parte di persone o altri organismi non target.

A differenza delle trappole, che catturano meccanicamente gli animali, le esche avvelenano i topi con sostanze anticoagulanti. Il topo avvelenato si disperde nell'ambiente dove, qualora non rimosso può creare ulteriori problematiche legate ad odori ed infestazioni di pulci e zecche.

---

<sup>52</sup> Insieme di misure, strumentali e non, che si possono adottare al fine di limitare la penetrazione e la proliferazione degli infestanti

L'eventuale presenza di carcasse deve quindi essere segnalata agli organismi competenti affinché si possa procedere allo smaltimento nei modi previsti dalla legge.

## **8.6 LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO E L'INTERVENTO NEI PRINCIPALI AMBIENTI DI NIDIFICAZIONE DI CULICIDI MOLESTI IN AREA URBANA**

Le abitudini e la distribuzione spaziale delle varie specie dovrebbero suggerire le aree prioritarie da ispezionare per la sanificazione e la risoluzione dei problemi.

### **Bacini idrici naturali**

Se laghi, stagni e paludi sono colonizzati da significative popolazioni predatori di larve e adulti il loro contributo alle infestazioni è minimo.

**Localizzazione:** prevalentemente aree rurali.

**Cause di riproduzione:** cattiva qualità delle acque con conseguente mancanza di predatori.

**Soluzione:** interventi di miglioramento della qualità delle acque e immissione di pesci, anfibi, insetti e crostacei predatori (la specie dipende dalla tipologia dell'invaso).

### **Canali e corsi d'acqua (incluse le immediate pertinenze)**

I canali maggiormente preoccupanti sono quelli agricoli delle zone ad agricoltura intensiva che, mediante l'uso di pesticidi possono determinare l'estinzione dei predatori delle larve, e quelli urbani o periurbani con pessime qualità delle acque tali da impedirne la presenza.

Tra i corsi d'acqua naturali quelli soggetti a prosciugamento estivo con formazione di pozze di ristagno prive di predatori.

**Localizzazione:** zone rurali

**Cause di riproduzione:** scarso deflusso delle acque; inquinamento organico e/o di pesticidi con conseguente mancanza di predatori.

**Soluzione:** aumento del deflusso delle acque; miglioramento delle condizioni ambientali e immissione di pesci, anfibi, insetti e crostacei predatori e di piante larvivore (le specie vanno definite in relazione alla tipologia dell'invaso); interventi localizzati con *Bacillus thuringiensis var. israelensis* nelle aree dove non sono possibili altri interventi.

### **Discariche**

Qualsiasi discarica incontrollata può favorire l'accumulo di contenitori adeguati alla riproduzione delle zanzare.

**Localizzazione:** aree urbane e suburbane

**Cause di riproduzione:** presenza di contenitori adeguati all'accumulo di acqua e riproduzione delle zanzare

**Soluzione:** monitoraggio periodico delle zone soggette a tali fenomeni.

### **Depositi navali e porti**

In molte località costiere nei depositi navali e nei porti sono stati frequentemente osservati accumuli di acque negli scafi con ingenti proliferazioni di larve di culicidi.

**Localizzazione:** aree urbane

**Cause di riproduzione:** accumuli di acque nelle barche

**Soluzione:** imporre ai depositi navali in area urbana, tramite adeguata normativa e controlli, di evitare l'accumulo di acqua negli scafi in deposito.

### **Depositi di pneumatici e altri materiali**

Qualsiasi accumulo di materiali che possono determinare l'accumulo di acqua per periodi superiori ai 5 giorni possono favorire la proliferazione di zanzare a ciclo breve (*Aedes*).

**Localizzazione:** pertinenze industriali o commerciali private

**Cause di riproduzione:** accumulo di materiali (ad es. pneumatici).

**Soluzione:** Imporre anche attraverso multe e ordinanze lo stoccaggio al coperto o comunque la completa copertura di qualsiasi materiale possa determinare l'accumulo di acqua per periodi prolungati e la riproduzione delle zanzare. Ove ciò non sia possibile favorire l'uso di larvicidi biologici (es. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*).

### **Fontane, bacini ornamentali**

Le strutture di tipo ornamentale, pubbliche e private, con accumulo prolungato di acqua, sono spesso ottimi focolai in particolare in presenza di acqua stagnante e assenza di predatori.

**Localizzazione:** parchi pubblici e privati.

**Cause di riproduzione:** acque stagnanti a scarso deflusso; mancanza di predatori.

**Soluzione:** immissione di pesci, anfibi, insetti e crostacei predatori (la specie dipende dalla tipologia dell'invaso).

### **Grondaie**

I sistemi di scolo se mal gestiti possono determinare accumuli di acqua favorevoli alla riproduzione delle zanzare in zone difficilmente accessibili alla pulizia ordinaria.

**Localizzazione:** tetti, pensiline

**Cause di riproduzione:** Il materiale della grondaia è deformato e ostacola il flusso d'acqua. **Scarsa pendenza.** Carenza di manutenzione causa accumulo di foglie e limo.

**Soluzione:** mantenere correttamente la grondaia e fornirgli la giusta pendenza.

### **Piante in vaso**

I sottovasi rappresentano una tipologia di focolaio di *Aedes albopictus* particolarmente conosciuta. Per consentire lo sviluppo della zanzara tigre è necessario che contenga acqua, senza mai asciugarsi, per almeno una settimana.

**Localizzazione:** Giardini privati e corti comuni.

**Cause di riproduzione:** acqua stagnante nel sottopiatto dei vasi di fiori: Terra nel vaso indurito o troppo argillosa.

**Soluzione:** Smettere del tutto di usare i sottovasi e comunque non lasciavi alcun accumulo d'acqua. Allentare regolarmente la terra indurita nel vaso.

#### **Pozzi, tombini, pozzetti e cisterne sotterranee**

In area urbana l'infestazione è favorita dal cattivo drenaggio di tombini e caditoie che può determinare accumuli di acqua per più giorni facilitando la riproduzione dei culicidi molesti.

**Localizzazione:** Zone di edilizia residenziale pubblica e privata, condomini, scuole, edifici commerciali e industriali.

**Cause di riproduzione:** A causa di cattiva manutenzione o progettazione l'acqua piovana si accumula nelle cavità sotterranee. Sono assenti dispositivi anti-zanzara.

**Soluzione:** favorire il drenaggio sotterraneo delle acque piovane. Mantenere regolarmente per tenere sgombre le cavità di scarico.

#### **Serbatoi d'acqua**

**Localizzazione:** giardini o tetti degli edifici

**Cause di riproduzione:** fori di entrata o di uscita non muniti di dispositivi anti-zanzara; schermi anti - zanzara danneggiati. Errato posizionamento della copertura dopo lavori di manutenzione.

**Soluzioni:** installare dispositivi anti-zanzara a tutte le prese di carico-scarico. Controllare periodicamente l'eventuale danneggiamento anti-zanzara. Fare attenzione a chiudere bene il coperchio d'ispezione dopo gli interventi di manutenzione.

### **8.7 ANALISI ECOLOGICA DEI CULICIDI DI INTERESSE SANITARIO**

La preoccupazione sanitaria nei confronti di alcune specie di culicidi è legata alla possibilità di trasmettere un significativo numero di patogenicità per l'uomo e numerosi animali domestici e selvatici.

Patologia	Vettore o mezzo di diffusione
Batai Virus (Calovo Virus)	<i>Anopheles maculipennis</i> , <i>Coquillettidia richiardii</i>
Chikungunya	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes koreicus</i>
Dengue virus	<i>Aedes albopictus</i>
Eastern equine encephalitis	<i>Aedes japonicus</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Culiseta morsitans</i>
Encefalite di St. Louis	<i>Aedes japonicus</i>
Encefalite giapponese	<i>Aedes koreicus</i> , <i>Aedes japonicus</i> , <i>Culex pipiens</i>

Patologia	Vettore o mezzo di diffusione
Filarie (Dirofilaria sp.pl., Onchocercidae, Acanthocheilonema reconditum)	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes caspius</i> , <i>Aedes koreicus</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Anopheles hyrcanus</i> , <i>Culex laticinctus</i> , <i>Culex modestus</i> , <i>Culex pipiens</i> , <i>Culex theileri</i> , <i>Culiseta longiareolata</i> , <i>Culiseta morsitans</i>
Jamestown Canyon Virus	<i>Ochlerotatus punctor</i> (Stati Uniti)
Japanese encephalitis virus	<i>Aedes albopictus</i>
La Crosse virus	<i>Aedes japonicus</i>
Lednice virus	<i>Culex modestus</i>
Malaria	<i>Anopheles</i> sp. Pl.
Mixomatosi	<i>Aedes vexans</i> ,
Plasmodi aviari	<i>Aedes vittatus</i> , <i>Aedes atropalpus</i> , <i>Aedes caspius</i> , <i>Culiseta longiareolata</i>
Rift Valley fever virus	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Ochlerotatus caspius</i>
Sindbis virus	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes cinereus</i> , <i>Aedes geminus</i> , <i>Anopheles hyrcanus</i> , <i>Coquillettidia richiardii</i> , <i>Culex pipiens</i> , <i>Culex theileri</i> , <i>Culex torrentium</i> , <i>Culiseta morsitans</i>
Tahyna virus	<i>Aedes caspius</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Coquillettidia richiardii</i> , <i>Culex modestus</i>
Tularemia	<i>Aedes caspius</i>
Usutu virus	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes caspius</i> , <i>Aedes detritus</i> , <i>Anopheles maculipennis</i> , <i>Culex pipiens</i> , <i>Culiseta annulata</i>
Virus della Febbre gialla	<i>Aedes albopictus</i>
Virus Ockelbo	<i>Culex torrentium</i>
Virus della sindrome suina riproduttiva e respiratoria (PRRSV)	<i>Aedes vexans</i>
West Nile virus	<i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes annulipes</i> , <i>Aedes caspius</i> , <i>Aedes japonicus</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Coquillettidia richiardii</i> , <i>Culex impudicus</i> , <i>Aedes cantans</i> , <i>Culex mimeticus</i> , <i>Culex modestus</i> , <i>Culex pipiens</i> , <i>Culex theileri</i> , <i>Culex torrentium</i> , <i>Culex univittatus</i>
Zika virus	<i>Aedes koreicus</i>

Di seguito si riportano le schede delle specie ritenute di maggior interesse sanitario in Italia ed Unione Europea<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> Sorveglianza e controllo delle zanzare autoctone e invasive: il manuale dell'Oms Europa. <https://www.epicentro.iss.it/zanzara/sorveglianza-controllo-zanzare-oms-2019>

## **Aedes albopictus Skuse, 1894**



### **Distribuzione geografica**

Originaria delle regioni tropicali e subtropicali del Sud-Est asiatico, si è adattata con successo in regioni più fredde ed è indicata come una delle 100 specie maggiormente invasive e, in particolare, la specie di zanzare più invasiva (Invasive Species Specialist Group, 2009). Si è diffusa negli ultimi 30-40 anni (Paupy et al. 2009) nel Nord, Centro e Sud America, parte dell'Africa, nord dell'Australia, e diversi paesi europei.

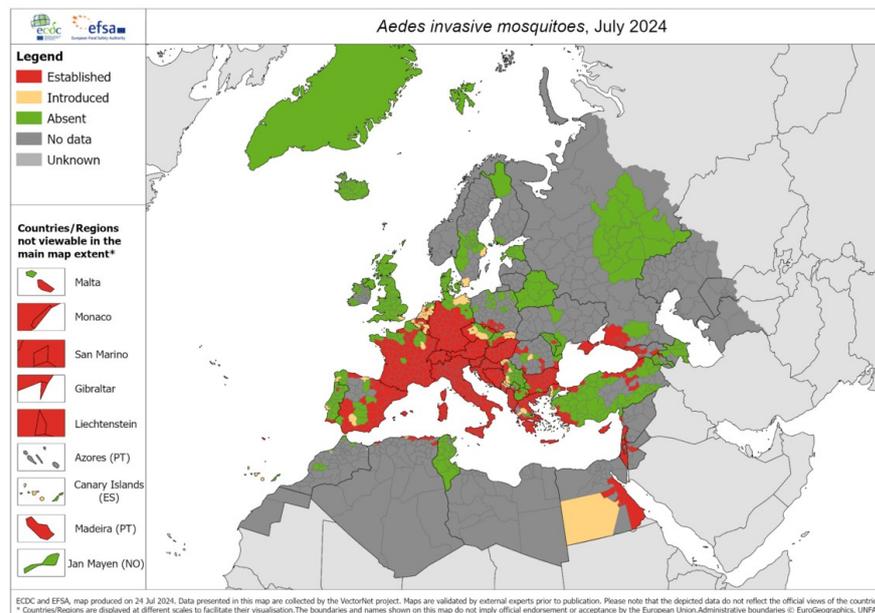
Già nel 1979 è stata riportata la notizia della sua presenza in Albania. Questa data così precoce è presumibilmente riconducibile all'intenso scambio di merci con la Cina, avvenuto in quegli anni. La comparsa della zanzara tigre nell'America del Nord risale al 1985, quando fu rilevata a Houston, nello stato statunitense del Texas. Negli ultimi 20 anni, si è diffusa in 26 stati, verso nord fino a Chicago.

Nel 1986 è stata segnalata in Brasile, dove si è diffusa in 7 stati. Hanno fatto seguito il Messico e la Repubblica Dominicana. La sua comparsa in Africa risale al 1991 (in Nigeria e in Sudafrica). Nel 1995 è stata avvistata a Cuba, in Bolivia e in Guatemala, a cui si sono aggiunti El Salvador, la Colombia, le isole Caimane e il Nicaragua. Sono stati colonizzati inoltre, il subcontinente indiano e le isole dell'Oceano Pacifico nonché dell'Oceano Indiano (Chastel, 2005).

In Italia la Zanzara Tigre (*Aedes albopictus*) è stata individuata per la prima volta nell'autunno del 1990, nel porto di Genova. nel 1990, in un deposito di pneumatici usati che commerciava anche con gli USA e il Giappone. Qui ha trovato condizioni ideali per lo sviluppo e la diffusione nel resto della penisola. In Veneto il primo insediamento stabile della specie, con reperimento di focolai larvali, è stato segnalato in provincia di Padova nell'agosto del 1991. L'arrivo della specie è da imputarsi all'importazione di pneumatici usati infestati di uova dal sud degli Stati Uniti da parte di alcune grosse aziende rigeneratrici del Veneto (Lustro, 2003).

In Spagna (Aranda et al. 2006), *Aedes albopictus* è stata rilevata nel 2004 nella regione di Barcellona, dove non è stato possibile tenerla sotto controllo. In Olanda, è stata rinvenuta nel 2005 nelle zone delle serre. L'importazione è avvenuta attraverso i container del “tronchetto della felicità” (*Dracena*), provenienti dalla Cina. Per far sì che le piante si mantengano fresche durante il trasporto vengono mantenute in acqua. Se le Dracene sono contaminate con uova di zanzara tigre, queste, essendo in acqua, possono schiudersi e produrre così indisturbatamente larve e adulti che una volta aperti i container, possono quindi fuoriuscire e, se trovano le condizioni adatte, colonizzare il nuovo ambiente. Purtroppo, finora le autorità olandesi non hanno imposto, ma solo consigliato una disinfestazione alle ditte importatrici.

Gli spostamenti dell'insetto sono stati imputati principalmente al commercio dei copertoni usati e al trasferimento passivo degli adulti della zanzara con i comuni mezzi di trasporto umani. Se non si ammettessero queste possibilità, difficilmente si potrebbero spiegare le enormi distanze percorse e la rapida diffusione del vettore. Gli adulti, infatti, non sono in grado di spostarsi attivamente per più di 2-2.5 km/anno con vento favorevole.



Distribuzione nota di *Aedes albopictus* in Europa (ECDC. 2024. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-invasive-mosquitoes-current-known-distribution-july-2024>

### **Caratteristiche ecologiche**

Nelle regioni tropicali sono attive tutto l'anno; nelle regioni temperate di solito vanno in letargo durante l'inverno, ma nei più caldi paese europei le zanzare tigre adulte possono sopravvivere tutto l'inverno in microhabitat idonei (Romi et al., 2006). Le uova dei ceppi delle zone temperate sono più tolleranti al freddo di quelli da regioni più calde e possono tollerare la neve e temperature sotto lo zero (Hawley et al, 1989; Hanson & Craig, 1995).

In Europa per le sue caratteristiche riproduttive è una zanzara fondamentalmente urbana.

La forte espansione nelle regioni temperate e la prevalente presenza nei contesti antropizzati è conseguenza del diffuso adattamento reso possibile da alcune peculiarità biologiche e comportamentali, quali la resistenza delle uova alle alte e basse temperature durante i periodi asciutti, la capacità di schiusa e di sviluppo larvale in piccole raccolte d'acqua, la creazione di focolai negli stadi larvali, l'attitudine degli adulti a spostarsi mediamente per un centinaio di metri e le caratteristiche della femmina adulta.

### **Focolai larvali**

Il ciclo larvale può avvenire in accumuli di acqua di piccole dimensioni, secchi, bidoni, cavità di albero, ascelle fogliari, caditoie stradali, sottovasi, tombini stradali, copertoni in sostituzione delle canne di bambù, il suo ambiente naturale. Il raggio di azione degli adulti è di alcune decine di metri.

### **Rischio sanitario**

In Europa, *Aedes albopictus*, è considerata una minaccia per la salute pubblica in Europa. È in grado di trasmettere Chikungunya, dengue virus e *Dirofilaria*. In laboratorio è stata riconosciuta come vettore competente per almeno altri 23 albovirus tra i quali rilevanti in Europa sono il virus della Febbre gialla, il Rift Valley fever virus, il Japanese encephalitis virus, il West Nile virus and il Sindbis virus.

Recentemente è stata dimostrata la capacità di *Aedes albopictus* di trasmettere filarie (*Dirofilaria immitis* e *Dirofilaria repens*), vermi parassiti dei cani e di carnivori selvatici, che possono essere accidentalmente trasmessi all'uomo, nel quale però non sono in grado di riprodursi (Cancrini et al., 2003a, 2003b, 2007).

### **Monitoraggio**

La mappatura dei focolai di competenza pubblica dovrebbe essere relativa alle caditoie stradali di cui sarà utile conoscerne numero e tipologia. Per l'identificazione dei focolai in comuni di limitate estensioni è possibile percorrere il territorio individuando strada per strada la tipologia di caditoia presente (a bocca di lupo, a griglia, etc.) e il numero di caditoie per metro lineare (su due lati della sede stradale, da un solo lato, al centro).

In comuni di maggiore estensione si potranno individuare aree omogenee per tipologia edificativa e procedere scegliendo strade campione per ogni area. Per il monitoraggio dei siti sensibili sono efficaci le ovitrappole e le trappole ad anidride carbonica.

### **Attività di prevenzione e controllo**

Evitare i ristagni d'acqua in aree urbane in assenza di efficaci predatori. Favorire la presenza di pipistrelli e uccelli insettivori. Utilizzare specie vegetali repellenti in ambito domestico o di decoro urbano.

### **Fenomeni di resistenza**

*Aedes albopictus* risulta aver sviluppato ceppi resistenti a: alfa-Cipermetrina in Italia (Pichler et al., 2017); Deltametrina in Africa (Kamgang et al., 2011), Asia (Ishak et al., 2015; Su et al.,

2019) e America settentrionale (Marcombe et al., 2014; Liu et al., 2004); alla Permetrina in Asia (Sivan et al., 2015; Ishak et al., 2015; Chuaycharoensuk et al., 2011; Ponlawat et al., 2005) e Italia (Pichler et al., 2018).

### **Aedes atropalpus Coquillet, 1902**



#### ***Distribuzione geografica***

Zanzara nearctica originaria dell'America centrale e settentrionale. Nel corso degli anni '80 l'utilizzo di pneumatici di scarto come sito alternativo di sviluppo larvale ha portato alla sua diffusione in e in Europa. In Italia larve e adulti di questa specie sono stati rinvenuti per la prima volta in un deposito di copertoni sito nel comune di Villorba (TV), nel settembre 1996 (Romi et al. 1997e), in Francia nel 2003 e nei Paesi Bassi nel 2009 (ECDC, 2014b).

#### ***Caratteristiche ecologiche***

Zanzara stenotopica e multivoltina del piano montano, in grado di superare la stagione fredda allo stadio di uovo. La diapausa è indotta dall'esposizione dell'ultimo stadio larvale e della pupa a fotoperiodi brevi (<14 ore).

Autogenica, essendo in grado di deporre le uova (anche più di 100) al primo ciclo gonotrofico<sup>54</sup> senza bisogno del pasto di sangue. Le femmine sfarfallate depongono uova che non si schiudono fino al ristabilirsi di opportune condizioni di illuminazione e temperatura. Le uova deposte durante l'estate schiudono immediatamente e sono deposte per la gran parte direttamente sulla superficie dell'acqua (Severini et al. 2009).

La specie ha una capacità di spostamento ridotta, presenta un'attività trofica prevalentemente diurna ed è in grado di pungere l'uomo e altri mammiferi domestici e selvatici. Il ciclo di sviluppo è rapido: in condizioni ottimali fra 5 e 9 giorni e la maturità sessuale viene raggiunta 1 giorno dopo lo sfarfallamento (Severini et al. 2009). *Aedes atropalpus* ha una preferenza per i mammiferi e attacca spesso gli esseri umani. Le femmine mordono di notte e di giorno e sono noti per essere un infestante nelle vicinanze degli ambienti acquatici (ECDC, 2022).

---

<sup>54</sup> L'intervallo fra due deposizioni di uova (o fra due pasti di sangue), compreso usualmente fra 2 e 5 giorni

### **Focolai larvali**

In ambiente naturale le larve di *Aedes atropalpus* sono associate ad habitat di pozze rocciose di acqua dolce lungo i torrenti di montagna ma la specie è stata trovata molto frequentemente anche in habitat quali contenitori artificiali come pneumatici, collettori d'acqua e fosse settiche in cemento (ECDC, 2022).

### **Rischio sanitario**

Non è considerata un vettore efficiente di patogeni, ma è stata infettata in laboratorio con *Plasmodium gallinaceum* e con vari arbovirus quali La Crosse encephalitis (LAC) e St. Louis encephalitis (SLE). In Italia potrebbe inserirsi nel ciclo di trasmissione dei plasmodi aviari e delle filarie del cane, soprattutto in ambiente urbano (Severini et al. 2009).

### **Monitoraggio**

Aspiratori manuali, trappole per CO<sub>2</sub> con ottenolo e trappole sentinella BG, CDC Gravid traps sono stati utilizzati per raccogliere le zanzare adulte (ECDC, 2014b).

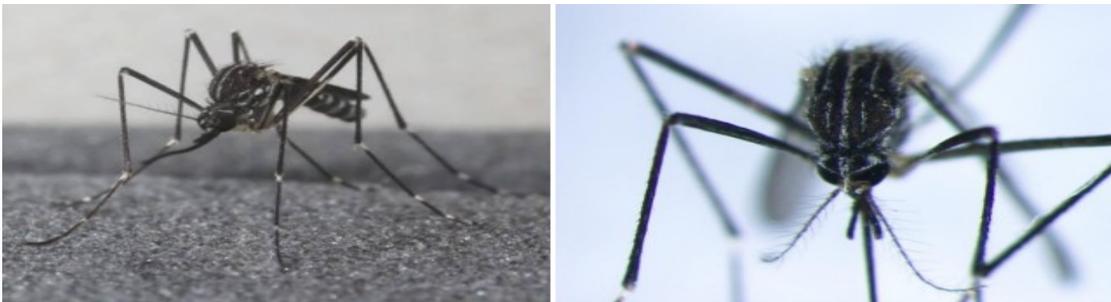
### **Attività di controllo e prevenzione**

Evitare la diffusione di contenitori con acqua stagnante nelle aree urbane.

### **Fenomeni di resistenza**

Non conosciuti.

### ***Aedes koreicus* Edwards, 1917**

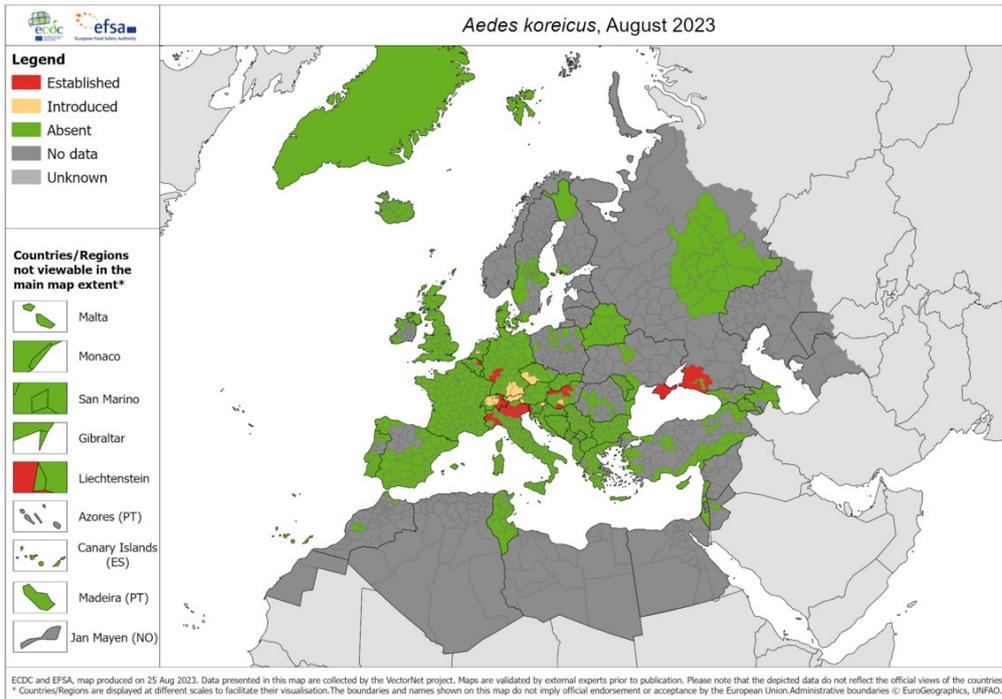


### **Distribuzione geografica**

*Aedes koreicus* è una specie asiatica originaria del Giappone, Cina, Corea e Russia orientale.

In Unione Europea è stata rilevata per la prima volta in Belgio nel 2008, al di fuori dal suo areale nativo, dove si è stabilita grazie alla tolleranza ai climi freddi. Le modalità con cui sia stata introdotta in Europa non sono chiare.

Nel Maggio 2011, grazie ad un programma sulla sorveglianza di *Aedes albopictus* che si svolgeva nella provincia di Belluno, sono state raccolte e identificate larve e pupe di *Aedes koreicus* (Capelli et al. 2011) e nonostante le indagini condotte non è stato possibile identificare le vie di introduzione della specie. Successivamente è stata identificata anche in Friuli Venezia Giulia (Epicentro, 2022)



Distribuzione nota di *Aedes koreicus* in Europa (ECDC. 2023. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-koreicus-current-known-distribution-august-2023>)

La specie è stata rilevata in seguito a Genova nel settembre 2015, quando un esemplare maschio è stato catturato nei pressi dell'aeroporto internazionale confermando l'identità della specie anche attraverso analisi genetiche e nei tre anni successivi, altri 86 esemplari adulti sono stati intrappolati in siti in tutta la città. (Ballardini et al., 2019). Altre segnalazioni dello stesso anno sono provenute dal Friuli Venezia Giulia (Zamburlini & Cargnus, 2015)

Nel 2016, nell'ambito di un programma nazionale di monitoraggio delle zanzare, un esemplare di zanzara raccolto a metà del 2015 nella Germania meridionale è stato identificato come *Aedes koreicus* (Werner et al., 2016), dopo questa prima segnalazione, ulteriori studi negli anni successivi hanno confermato la presenza di piccole popolazioni, indicando tuttavia un ampliamento trascurabile (Hohmeister et al., 2021).

Ulteriori segnalazioni provengono dal resto dell'Europa da regioni temperate come la Svizzera, la Slovenia e L'Ungheria (Kurucz et al., 2020).

### **Caratteristiche ecologiche**

*Aedes koreicus* è una specie ben adattata agli insediamenti urbani, i principali siti colonizzati sono garden center, aree urbane (strade, piazze, parcheggi) e giardini privati (orti, fioriere sul balcone) dove si riproduce in una varietà di contenitori artificiali. Sono state trovate larve anche in fontane situate nella foresta, lontane dagli insediamenti umani, indicando che la specie è in grado di completare il suo ciclo vitale effettuando pasti di sangue da animali diversi dall'uomo. La specie supera il periodo invernale con uova che resistono sia alle temperature

più fredde o anche all'essiccazione, entrando in una modalità dormiente, riprendendo a schiudersi nei periodi favorevoli, trovando le prime larve già all'inizio della Primavera (Montarsi et al., 2013).

### **Focolai larvali**

Le larve possono trovarsi in contenitori naturali come cavità di pietre e alberi che contengono acqua piovana e foglie in decomposizione mentre in ambienti urbani anche in stagni artificiali, vasi, fusti d'acqua e attrezzature da giardino in metallo non utilizzate.

### **Rischio sanitario**

La specie è considerata come un potenziale vettore di arbovirus, in alcune parti della Russia si sospetta che sia un vettore per il virus dell'encefalite giapponese, risultato da catture effettuate sul campo (Miles, 1964). Si è dimostrato sperimentalmente che *Aedes koreicus* può essere un efficiente trasmettitore di *Dirofilaria immitis* per i cani (Montarsi et al., 2015) e un recente rapporto del Centro coreano per il controllo delle malattie afferma che ha una capacità vettoriale intermedia di trasmissione di Brugia malei all'uomo (Ministry of Health and Welfare, 2007). *Aedes koreicus* secondo i dati del Piano Nazionale di Sorveglianza delle Arbovirosi, redatto dal Ministero della Salute, nel 2021 questa specie invasiva è stata segnalata in ben 13 regioni italiane. Nello specifico, la sua presenza è stata confermata in Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige, Lombardia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Campania e Basilicata. Rispetto al 2020 l'areale di diffusione risulta ampliato in questi ultimi anni.

In Germania *Aedes koreicus* è stata studiata per la loro competenza nella trasmissione di virus quali chikungunya (CHIKV), il virus Zika (ZIKV) e il virus del Nilo occidentale (WNV). Gli esperimenti sono stati condotti in diverse condizioni climatiche, ha effettivamente il potenziale per trasmettere CHIKV e ZIKV ma non WNV. A causa della sua attuale distribuzione, il rischio di trasmissione di arbovirus da parte di *Aedes koreicus* in Europa è piuttosto basso ma potrebbe acquisire sempre più importanza. (Jansen et al. 2021).

### **Monitoraggio**

La specie viene catturata utilizzando trappole luminose CDC, tramite l'utilizzo di trappole CO<sub>2</sub>, BG Sentinels e Gravid-traps, tuttavia la specie non viene mai catturata in gran numero (Versteirt et al. 2012). Può essere monitorata anche attraverso l'utilizzo di ovitrappole che risultano particolarmente efficaci (Hans-Peter Fuehrer et al. 2018).

### **Attività di prevenzione e controllo**

Al momento non esiste una specifica azione di sorveglianza per la specie. In Belgio, *Aedes koreicus* è monitorato attraverso un progetto temporaneo di sorveglianza nazionale delle zanzare (MODIRISK). In Italia campioni trovati sono stati identificati tramite la sorveglianza di routine per *Aedes albopictus* da parte del servizio sanitario pubblico.

### **Fenomeni di resistenza**

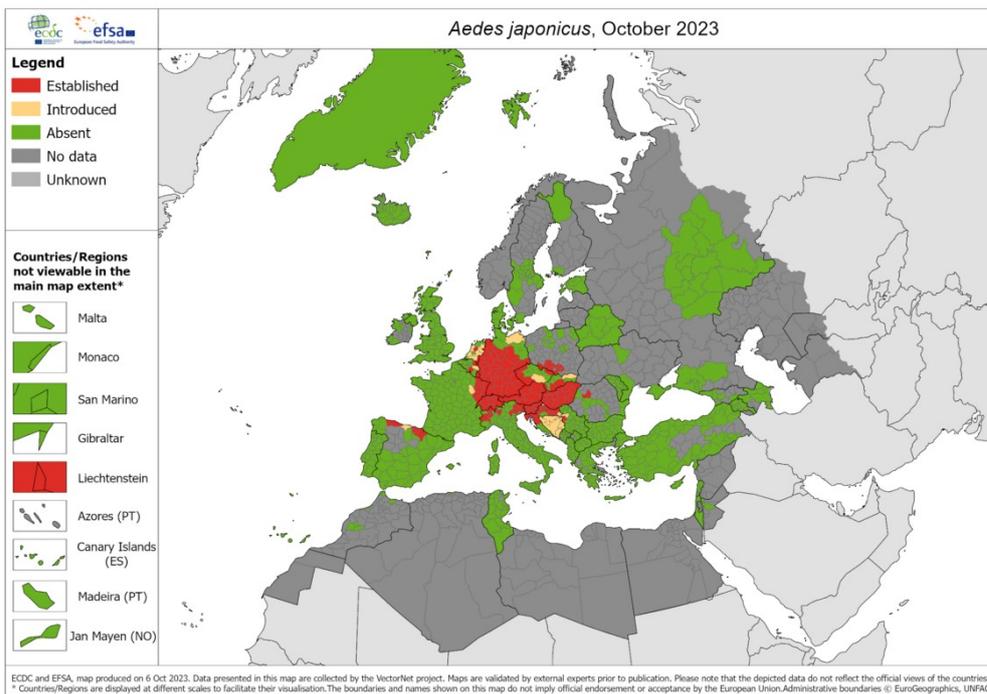
Non conosciuti.

## **Aedes japonicus Theobald 1901**



### ***Distribuzione geografica***

*Aedes japonicus* è una specie di origine asiatica, trovata in Giappone, Corea, sud della Cina, Taiwan e la parte orientale della Federazione russa. È stata rilevata fuori dal proprio areale nativo per la prima volta nel 1990 in Nuova Zelanda, dove però non è riuscita a stabilirsi. Nel 1998 sono state segnalate delle popolazioni stabili, probabilmente introdotte diversi anni prima, negli Stati Uniti orientali. Dopo una massiccia diffusione, la zanzara è ora ampiamente distribuita nell'America settentrionale orientale, incluso il Canada e due stati degli Stati Uniti sulla costa occidentale (Helge Kampen & Doreen Werner, 2014).



*Distribuzione europea nota di Aedes vexans* (ECDC. 2023. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-vexans-sl-current-known-distribution-october-2023>)

In Europa, larve di *Aedes Japonicus* sono state rinvenute per la prima volta in Francia nel 2000 in un deposito di copertoni usati importati, dove sono però state eradicare grazie a rapidi

interventi di controllo (Schaffner and Chouin 2003). Nel 2002 è stata rilevata una popolazione in Belgio e nel 2008 sono state ritrovate larve in una vasta area della Svizzera settentrionale ai confini della Germania (Kampen & Werner, 2015). Dal 2009 sono stati realizzati degli intensi programmi di controllo nel sud della Germania, dove sono stati trovati focolai larvali in vari municipi. Nel 2011 è stata catturata nell'Austria sudorientale e nella vicina Slovenia, con ritrovamenti nel 2013 di popolazioni che hanno colonizzato l'intera parte nord-orientale della Slovenia fino ad arrivare all'adiacente Croazia (Kampen & Werner, 2015). La specie è stata rinvenuta per la prima volta nel 2015 nel nord-est italiano al confine con l'Austria, con popolazioni attualmente presenti (Montarsi et al., 2019).

### **Caratteristiche ecologiche**

La specie è spesso ritrovata in aree forestali ed è attiva durante il giorno e al tramonto. La zona di transizione tra foresta e insediamento umano è l'habitat preferito per la deposizione delle uova. Mostra un lungo periodo di attività, dovuto alla tolleranza a temperature più fredde delle acque, inferiori ai 30°, rispetto ad altre specie le quali hanno il loro optimum attorno a 35°, imponendo un limite nella loro distribuzione (Linus Früh et al. , 2020). È una specie multivoltina in grado di produrre uova diapausanti per resistere ai periodi avversi e schiudersi in quelli più favorevoli. È piuttosto aggressiva e morde facilmente gli esseri umani all'interno delle aree boschive, ma occasionalmente anche all'interno delle case (ECDC, 2022).

### **Focolai larvali**

Le larve di *Aedes japonicus* si trovano in genere in una grande varietà di raccolte di acqua naturale di piccolo volume come le cavità degli alberi, steli di bambù o pozze rocciose o in siti di riproduzione artificiale compresi vasi, lattine, pneumatici, fusti, secchi, grondaie, bacini di raccolta in cemento o vaschette per uccelli, preferendo siti poco inquinati e ricchi di sostanza organica (ECDC, 2022).

### **Rischio sanitario**

È in grado di trasmettere vari virus, tra cui il virus dell'encefalite giapponese, appartenente al genere dei Flavivirus (Faizah et al. 2020), West Nile virus (DeCarlo et al., 2020), encefalite di St. Louise, eastern equine encephalitis e La Crosse virus (Khan & Gudlavalleti, 2021), Dengue e Chikungunya.

### **Monitoraggio**

Essendo un potenziale vettore per più virus, risulta rilevante a livello sanitario e a causa della sua introduzione in zone fuori dal suo areale di distribuzione è particolarmente importante effettuare interventi di monitoraggio. Per il monitoraggio sono utilizzati vari metodi di cattura, tra cui trappole a CO<sub>2</sub> e Gravid Traps, le quali si sono rivelate le più efficaci. Sono state utilizzate anche Ovitrappole, che hanno però riscosso un minor successo. Per la cattura delle larve vengono utilizzati reti, setacci e piccoli mestoli.

### **Attività di prevenzione e controllo**

Non esiste una guida specifica sul controllo di questa specie di zanzara, gran parte delle linee guida per altre specie come *Aedes albopictus* sarebbe ugualmente applicabile. Le Mosquito

Magnet con attrattivi permettono catture massive se opportunamente posizionate.

### **Fenomeni di resistenza**

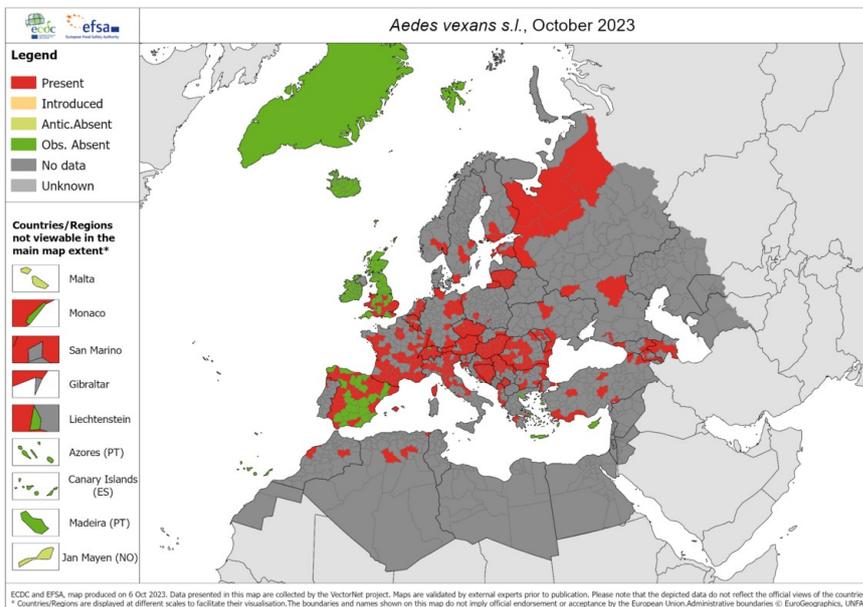
Non conosciuti.

### **Aedes vexans Meigen, 1830**



### **Distribuzione geografica**

*Aedes vexans* ha una vasta diffusione Palearctica occidentale estesa al Kazakistan, ma anche Afrotropicale, Neartico e Neotropicale (fig. 2). È una zanzara comune in Europa, spesso componendo più dell'80% della comunità di zanzare.



Distribuzione europea nota di *Aedes vexans* (ECDC. 2023. Available from:

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-vexans-sl-current-known-distribution-october-2023>)

In particolare, è una delle più importanti specie infestanti in aree zone golenali in Germania, nella valle del Reno dove è spesso associata con *Aedes sticticus* (Gjullin e Eddy, 1972; Becker e

Ludwig, 1983)

In Italia è comune nel continente e nelle isole maggiori e condivide spesso gli stessi habitat larvali di *Oc. caspius*, ad eccezione di quelli salmastri (Severini et al., 2009). È diffusa in Emilia-Romagna Lombardia Veneto Friuli Venezia Giulia (Mancini et al., 2017). Nel Lazio è segnalata al lago di Sabaudia (Toma et al., 2008), alla Selva del Circeo (De Liberato et al., 2015) e nella zona costiera del comune di Roma (Valenti, 1965).

### **Caratteristiche ecologiche**

Il tipico habitat sono le aree soggette ad allagamenti come marcite, prati irrigui e paludi temporanee, fossi inondati. Durante il giorno gli adulti si riparano nella vegetazione dalla quale le femmine fuoriescono al tramonto per cercare un pasto di sangue.

Le popolazioni di questa specie possono causare fastidi per gli esseri umani e gli animali dopo fenomeni alluvionali primaverili ed estivi perché in questi periodi dell'anno si riproducono in così gran numero che ci possono essere anche più di 100 milioni di larve per ettaro (Merdić, 2013).

Le femmine sono sempre attive, ma preferiscono ore e contesti relativamente freschi. Analogamente a *Ochlerotatus caspius*, sono longeve e possono compiere spostamenti superiori ai 40 chilometri dal luogo di sviluppo larvale (Schaffner et al., 2012; Romi et al., 1997). Il ciclo biologico è del tutto simile a quello di *Oc. caspius*, anche se la presenza degli adulti diminuisce più rapidamente con l'avanzare dell'estate rispetto a questa specie. In merito all'attività ectoparassitaria, le femmine risultano molto aggressive con attività sia diurna che notturna.

Specie plurivoltina che sopravvive all'inverno allo stadio di uovo. Le uova sono deposte su suoli asciutti o bagnati, ma in generale con una buona copertura vegetale, e possono attendere, quiescenti anche per diversi mesi.

### **Focolai larvali**

Una sommersione del suolo induce la schiusa delle larve. In condizioni ottimali la schiusa delle prime uova deposte nel terreno l'anno precedente avviene nella tarda primavera. In natura le larve si trovano tra giugno e luglio nei corpi d'acqua temporanei.

È possibile trovare le larve da metà primavera fino alla fine dell'estate con un picco tra maggio e luglio. Come *Aedes caspius*, lo sviluppo larvale può richiedere circa due settimane all'inizio della primavera, ma può esaurirsi in 4-5 giorni durante i mesi più caldi. Le tipologie di focolai larvali prevalenti sono gli stessi di *Aedes albopictus*: vasi e sottovasi, secchi e contenitori vari, caditoie stradali, piante ornamentali (bromeliacee, bambù, ecc.), pneumatici.

### **Rischio sanitario**

Si tratta di un vettore noto di *Dirofilaria immitis* (filariosi cardiopolmonare del cane), Mixomatosi (malattia da virus mortale per i conigli) e Tahyna -virus, un Bunyaviridae, che colpisce gli esseri umani in Europa, con la febbre che sparisce dopo due giorni, ma può talvolta causare encefaliti e meningiti. Trasmette anche il West Nile Virus e l'Eastern Equine

encephalitis Virus.

Recentemente vi sono state segnalazioni di positività a West Nile Virus per esemplari catturati nel Friuli Venezia-Giulia (Mancini et al., 2017).

Potrebbe trasmettere il virus della sindrome suina riproduttiva e respiratoria (PRRSV) (Otake et al., 2002).

### **Monitoraggio**

Molto efficaci per la cattura sono le trappole CDC ad anidride carbonica e luminose (Lühken et al., 2014) in prossimità di ambienti di sviluppo delle larve. Gli allevamenti di cani, cavalli e maiali devono essere attentamente monitorati.

Il periodo di campionamento delle larve è maggio-settembre (ECDC, 2014a).

### **Attività di prevenzione e controllo**

Mantenimento di elevati standard di qualità ambientale delle acque libere. Nelle aree urbane gli interventi sono analoghi a quelli per *Aedes albopictus*. Nei dintorni degli allevamenti devono essere analizzate le condizioni ambientali di pozze, acquitrini e altri accumuli d'acqua per programmare opportuni interventi di riqualificazione ambientale in presenza di significative infestazioni. Le Mosquito Magnet con attrattivi permettono catture massive se opportunamente posizionate.

### **Fenomeni di resistenza**

Studi negli USA hanno rilevato che la mortalità da piretroidi è significativamente più bassa dove la produzione agricola domina il paesaggio e sono effettuate ripetute attività adulticide dimostrando un significativo aumento della resistenza (Becker et al., 2018).

### **Anopheles hyrcanus Pallas, 1771**

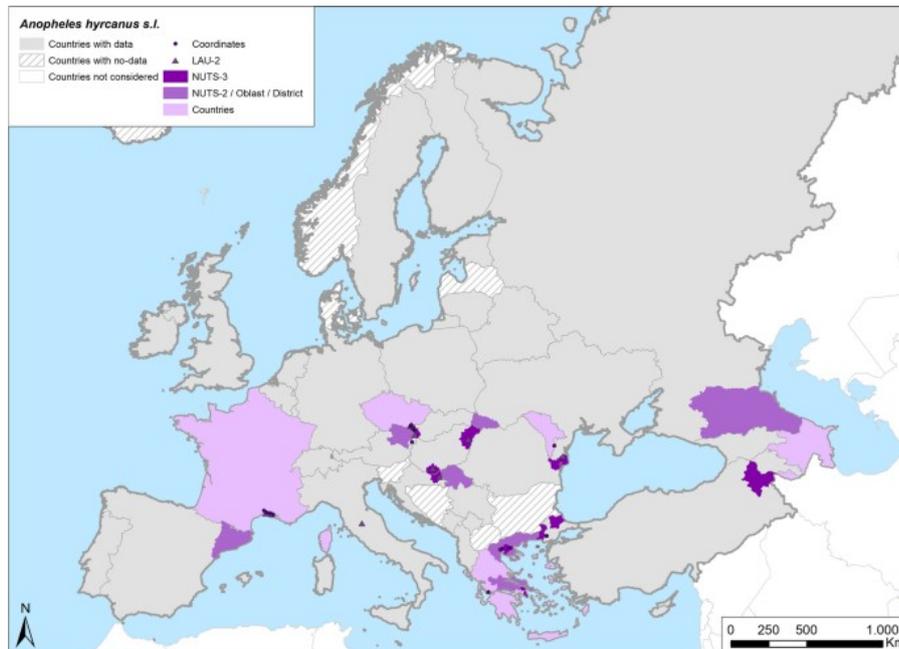


### **Distribuzione geografica**

Specie a distribuzione Palearctica, tranne il Nord Africa. L'areale si estende dalla Spagna alla

Repubblica popolare cinese e include l'Europa meridionale, il bacino del Mediterraneo e l'Asia centrale. Particolarmente abbondante sulle rive settentrionali del Mediterraneo.

Importanti popolazioni sono state registrate in zone irrigue risicole in Turchia, Grecia e Francia (Ponçon et al., 2007a, b). In Spagna, nel 2001, è stato effettuato un sondaggio nella regione ex-risicola dove era stata rilevata e ne è stata riscontrata la scomparsa insieme con le risaie (ECDC).



Mappa della presenza di *Anopheles hyrcanus* in Europa a diversi livelli geografici (Tratto da: Bertola et al., 2022).

In Italia, la presenza di questa specie, un tempo comune su tutto il territorio, si è ridotta con l'uso di pesticidi e per la scomparsa di habitat naturali.

### **Caratteristiche ecologiche**

Originaria di ambienti palustri ha colonizzato anche le risaie. Gli adulti si trovano da fine inverno fino al tardo autunno. La specie, distintamente antropofila, molesta gli esseri umani e gli animali domestici all'aperto dal tramonto a notte inoltrata.

### **Focolai larvali**

Sverna allo stadio larvale. Per lo sviluppo larvale preferisce corpi d'acqua stagnante esposte al sole, come foreste alluvionali o corpi idrici ricche di vegetazione acquatica e delle strutture verticali come le canne, ma anche campi di riso (Becker et al., 2010).

### **Rischio sanitario**

Vettore di Sindbis, Tahyna virus, *Dirofilaria* e, più raramente, *Plasmodium*. È coinvolta nella trasmissione della malaria nel nord dell'Afghanistan.

### **Monitoraggio**

Consigliato il controllo periodico delle popolazioni presenti nelle zone a rischio malaria. Buona efficacia nella cattura hanno le trappole ad anidride carbonica. Il monitoraggio delle larve va condotto da giugno ad agosto (ECDC, 2014a).

### **Attività di prevenzione e controllo**

Tutte le *Anopheles* possono essere controllate mediante l'immissione di predatori (pesci, anfibi, insetti larvivi) e il miglioramento delle condizioni idriche ove non siano coerenti con la sopravvivenza di questi. Le zone naturalmente infestate possono essere individuate da appositi cartelli.

Le specie appartenenti a questo genere possono essere efficacemente contrastate mediante l'immissione di predatori (ad es. *Gambusia*, nelle acque chiuse, tinca in quelle aperte). Nelle zone di bonifica possono essere controllate dalla presenza di varie tipologie di pesci nei canali in migliori condizioni ambientali. Le trappole ad anidride carbonica con attrattivi hanno rivelato buone performance nelle catture (ECDC, 2014a).

### **Fenomeni di resistenza**

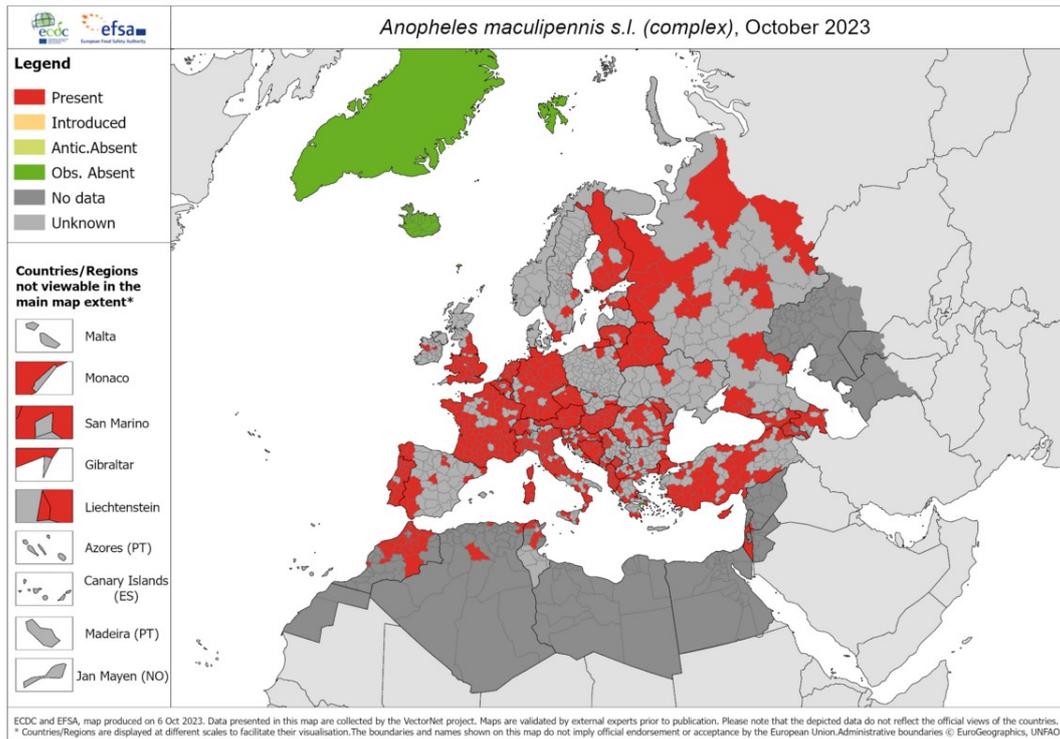
Rilevata una moderata resistenza a Deltametrina in Grecia (Fotakis et al., 2017).

### **Anopheles maculipennis Meigen, 1818 complex**



### **Distribuzione geografica**

Il complesso *maculipennis* indica un insieme oloartico (fig. 4) di specie gemelle (Romi et al. 1997) che in Italia raggruppa 7 taxa: *An. maculipennis*, *An. labranchiae*, *An. atroparvus*, *An. sacharovi*, *An. messeae*, *An. melanoon* e *An. subalpinus*.



Distribuzione europea di *Anopheles maculipennis* (ECDC, 2023. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/anopheles-maculipennis-sl-current-known-distribution-october-2023>)

Taxa	Distribuzione
<p><i>Anopheles atroparvarvus</i> Van Thiel, 1927</p>	<p>È segnalata in quasi tutti i paesi della Comunità europea. Diffusa in Italia peninsulare è assente nelle isole. Segnalata nelle zone risicole dell'interno, nella Val di Merse, in Provincia di Siena (Romi et al., 1992). È segnalata nel comune di Roma nelle zone di bonifica.</p>
<p><i>Anopheles labranchiae</i> Falleroni, 1926</p>	<p>Specie ad areale mediterraneo occidentale. L'areale di distribuzione in Italia comprende le due isole maggiori e gran parte del centro-sud. Nell'Italia peninsulare questa specie è presente in maniera discontinua, lungo le fasce costiere dei due versanti non oltre i 2000 m. di quota, dalla Calabria fino alle falde delle colline Senesi, dove viene sostituita dalla specie gemella ad areale più settentrionale <i>An. atroparvus</i> (Severini et al., 2009).</p> <p>È la zanzara più frequente nella zona costiera tirrenica (Di Luca, 2006). Le regioni italiane dove le inchieste entomologiche hanno evidenziato densità elevate di <i>An. labranchiae</i> sono: Toscana, limitatamente alla provincia di Grosseto (zone destinate a risicoltura), Calabria, Puglia, Sardegna e Sicilia.</p> <p>In Toscana è riscontrabile, con densità rilevanti, nel Grossetano, nelle zone dove agli inizi degli anni '70, fu introdotta la coltivazione del riso e vaste aree furono allagate, fornendo, in determinati periodi dell'anno, l'habitat ideale per la proliferazione di queste zanzare (Di Luca et al., 2009). La sorveglianza</p>

	<p>entomologica condotta nell'area ha mostrato una costante crescita nella densità di <i>An. labranchiae</i> che nel 1994 ha raggiunto il 100% del campione totale delle specie anofeliche raccolte (Bettini et al. 1978, Romi et al. 1992).</p> <p>In Sicilia ed in Sardegna rappresenta l'unica specie del complesso <i>maculipennis</i> presente su entrambe le isole dove si riproduce in acqua fresca e occupa anche aree interne fino a quote di 600-1000 m. s.l.m. In Calabria è segnalata sia per le coste ioniche che per quelle tirreniche (Romi et al. 1997a).</p> <p>Nel Lazio è segnalata per l'area urbana romana (Severini et al., 2020).</p>
<i>Anopheles maculipennis</i> Meigen, 1818 (sensu strictu)	In Italia è la specie più diffusa del "maculipennis complex", mentre è rara in Sicilia e assente in Sardegna. Diffusa nel Piemonte orientale, trovando nelle risaie un idoneo ambiente per la riproduzione. Nel comune di Roma è segnalata a Castelporziano (Della Bella, 2005).
<i>Anopheles melanoon</i> Hackett, 1934	Diffusa nel Mediterraneo settentrionale (Francia, Portogallo, Spagna, Italia), era in Italia una delle specie più comuni del " <i>maculipennis complex</i> ".  Attualmente sembra prevalente nel nord. Nell'Italia centrale e meridionale è presente soprattutto nelle zone collinari dell'interno, mentre è rara in Sicilia e assente in Sardegna (Marchi & Munstermann, 1987). In Toscana è segnalata in Maremma (De Luca, 2010). Segnalata sporadicamente nella Campagna Romana (Valenti, 1965).
<i>Anopheles messeae</i> Falleroni, 1926	Specie con distribuzione Sibirico-europeo. In Italia è diffusa nelle regioni del Nord e dell'Appennino centrale. Attualmente è ritenuta rara, ma un tempo aveva popolazioni consistenti nelle zone paludose costiere del Lazio ed è la specie di <i>Anopheles</i> più diffusa in Piemonte (IPLA).
<i>Anopheles sacharovi</i> Favre, 1903	Specie Centroasiatica-europea-mediterranea. In Italia era presente in alcune aree costiere peninsulari, in particolare lungo la costa adriatica dal Veneto alla Calabria ed in Sardegna. Attualmente, dopo le campagne di eradicazione della malaria, le ultime segnalazioni avvenute circa trent'anni fa, riguardano la zona del Lago di Lesina in Puglia e la costa settentrionale della Sardegna (Gallura). Ricerche avvenute nelle medesime zone hanno dato esito negativo (Romi et al., 1997a).
<i>Anopheles (Anopheles) subalpinus</i> Hackett & Lewis, 1935	Specie dell'Europa meridionale con un areale compreso tra la penisola iberica, a nord fino ai paesi del Mediterraneo, e l'area di pianura intorno al Mar Caspio (Becker et al, 2003). In Italia la distribuzione di questa specie non è ancora ben definita e probabilmente si sovrappone a quella di <i>An. melanoon</i> a cui vanno ascritte la maggior parte delle segnalazioni (Severini et al., 2009).

### **Caratteristiche ecologiche**

Si possono trovare in paludi, canali, fossi di irrigazione e drenaggio, bacini semi - permanenti di acqua e, soprattutto, campi di riso. In quest'ultimi la concentrazione larvale è molto maggiore che altrove: Esse sono inondate da maggio a settembre e, quindi, costituiscono una costante fonte di *Anopheles* durante tutta la stagione della malaria. In Portogallo le risaie producono almeno 9/10 di tutte le *Anopheles maculipennis*.

Gli adulti pungono solitamente il bestiame, ma possono nutrirsi anche sull'uomo con gradi di antropofilia che variano in base alle varietà.

L'attività di ricerca del pasto di sangue si concentra tra l'imbrunire e le prime ore della notte con diversi gradi di endofagia ed endofilia. La forma svernante è l'adulto che trova rifugio prevalentemente in stalle e fabbricati di varia natura (Romi et al. 1997).

### **Focolai larvali**

I focolai larvali tipici delle specie presentano caratteristiche molto diverse che vanno da acque salmastre ad acque dolci stagnanti o debolmente correnti, ben soleggiate o fredde, con una domanda eco-chimica negativa di ossigeno e pH compreso tra 6 e 8, con vegetazione e poca o nessuna corrente.

<b>Taxa</b>	<b>Siti di nidificazione</b>
<i>Anopheles atroparvarvus</i> Van Thiel, 1927	Acque pulite, dolci e salmastre con vegetazione e poca o nessuna corrente in paludi, canali, fossati d'irrigazione e drenaggio, depositi semi-permanenti di acqua, campi di riso con una domanda negativa di ossigeno e pH compreso tra 6 e 8. In condizioni naturali sembra preferire acqua salmastra, illuminata dal sole con elevate quantità di alghe filamentose o di vegetazione galleggiante.
<i>Anopheles labranchiae</i> Falleroni, 1926	Gli ambienti elettivi in Italia sono gli stagni e le paludi costiere retrodunali, ma focolai larvali sono segnalati in Europa presso i corpi d'acqua semi-permanenti con vegetazione, margini di acqua lentamente fluenti, laghetti e fontane.
<i>Anopheles maculipennis</i> Meigen, 1818 (sensu strictu)	Acque dolci fredde e ombreggiate pulite, fresche, ricche di vegetazione acquatica (soprattutto di microalghe), ma con poco materiale organico in sospensione. Sono frequenti presso corpi d'acqua sia naturali che artificiali, stagni, paludi, zone litoranee lacustri, margini di corsi d'acqua lentamente fluenti, laghetti, fontane, pozze assolate semipermanenti ricche di alghe dei greti fluviali.
<i>Anopheles melanoon</i> Hackett, 1934	I siti di riproduzione più riscontrati sono risaie e canneti
<i>Anopheles messeae</i> Falleroni, 1926	Focolai larvali segnalati in corpi d'acqua semi-permanenti con vegetazione, sponde di acque lentamente fluenti, pozze, fontane. associati ad acque ricche di ossigeno (1,8-4,0 mg/l)
<i>Anopheles sacharovi</i> Favre, 1903	Le larve possono svilupparsi in diverse raccolte d'acqua di acqua dolce e salmastra-salata (salinità fino al 20%). Possono tollerare un ampio intervallo di temperature fino a 38-40 °C. La presenza di larve è segnalata nelle raccolte d'acqua naturali e di grandi dimensioni, ma anche nei canali di irrigazione, sempre in ambiti caratterizzati da abbondante vegetazione. Attualmente non vi segnalazioni per l'Italia ove era in passato presente.
<i>Anopheles subalpinus</i> Hackett & Lewis, 1935	Acque dolci o leggermente saline, paludi soleggiate e stagni con vegetazione, evitando luoghi ombreggiati. Segnalata anche nelle risaie.

## Rischio sanitario

*Anopheles labranchiae* stata, in passato nel nostro paese, il principale vettore di malaria. Per fattori genetici, storici, sociali ed epidemiologici è considerata una specie che può rappresentare un potenziale rischio di ri-emergenza della malaria per i paesi che si affacciano del versante occidentale del bacino del Mediterraneo.

La competenza di *Anopheles labranchiae* per ceppi esotici di *Plasmodium vivax* è stata dimostrata in Maremma, mentre esperimenti mostrano una suscettibilità molto bassa di questo vettore ai ceppi afrotropicali di *Plasmodium falciparum*, almeno in condizioni di laboratorio.

*Anopheles sacharovi* è stato un importante vettore malarico nelle zone costiere dell'alto Adriatico (Severini et al., 2009). È competente per *Plasmodium vivax* (Kasap, 1990) e per i ceppi tropicali di *Plasmodium falciparum* (Daskova et al., 1982), indicando la sua importanza come vettore della malaria in Europa. Quando la malaria era ancora endemica in Italia, *Anopheles atroparvus* e *Anopheles melanoon*, erano considerati portatori occasionali (Severini et al., 2009).

*Anopheles maculipennis* è un efficiente vettore di Batai Virus (Calovo Virus). In Iran è ancora riconosciuto come vettore della malaria (Amani et al., 2014).

*Anopheles messae* è considerato un potenziale vettore di *Plasmodium vivax* nell'Europa nordoccidentale (Jetten & Takken, 1994; Daskova et al., 1984). In Romania è considerata un buon vettore di malaria (Ciuca et al., 1966).

### **Monitoraggio**

Le trappole ad anidride carbonica e luminose hanno una buona efficacia nella cattura notturna. Il periodo di monitoraggio larvale è giugno-settembre (ECDC, 2014a).

### **Attività di prevenzione e controllo**

Consigliato il controllo delle popolazioni presenti nelle zone a rischio malaria. Negli ambienti artificiali se le condizioni delle acque lo permettono è possibile l'immissione di predatori e il miglioramento delle condizioni idriche ove non siano coerenti con la loro sopravvivenza.

### **Fenomeni di resistenza**

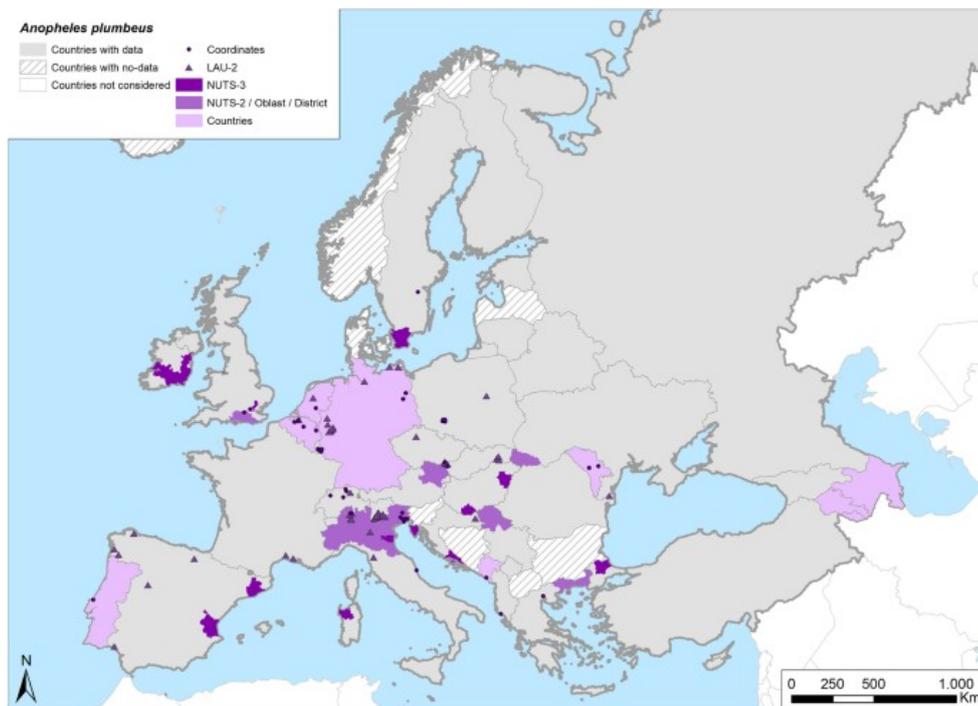
Sono stati registrati fenomeni di resistenza agli insetticidi malathion e propoxur (Akiner, 2014).

## *Anopheles plumbeus* Stephens, 1828



### **Distribuzione geografica**

Specie paleartica, legata agli ambienti forestali, è stata trovata in 29 paesi europei, tuttavia, questa specie generalmente segnalata in numero basso (Bertola et al., 2022). In Italia è comune essendo presente ovunque sia disponibile l'habitat idoneo allo sviluppo larvale (Romi et al., 1997). Frequente in milia-Romagna Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia (Mancini et al., 2017). Molto diffusa in Versilia (Baldaccini & Giansecchi, 2009). Nel Lazio è segnalata alla Selva del Circeo (Liberato et al., 2015).



Mapa della presenza di *Anopheles plumbeus* in Europa a diversi livelli geografici (Tratto da: Bertola et al., 2022).

### **Caratteristiche ecologiche**

Questa specie arboricola e limnodendrofila è nota per essere associata ad ambiente naturali, soprattutto aree boschive, Più recentemente si è osservato per questa specie uno spostamento degli habitat, da quelli forestali a quelli antropici, come parchi e cimiteri, dove sono state trovate larve che si sviluppavano nelle cavità di faggi e pioppi

Frequente nei boschi inondatai, canneti e cariceti, associati a paludi, meandri fluviali e cave abbandonate (Zamburlini & Cargnus, 2009). Specie adattata anche ad ambienti ad elevata antropizzazione (Severini et al., 2022).

La femmina ha abitudini antropofile ed è caratterizzata da una spiccata esofilia e da attività diurna. Questa specie sopravvive all'inverno in diapausa allo stadio larvale o a quello di uova ed è possibile trovarle durante tutto l'anno. Le femmine sono aggressive e pungono cavalli, mammiferi selvatici, uccelli e rettili. Svolge un'attività alimentare in qualsiasi momento della giornata, anche alla luce del giorno nelle prime e nelle tarde ore della giornata, mordendo gli esseri umani con persistenza e aggressività sia nelle aree urbane che forestali.

### **Focolai larvali**

Nidifica in cavità di alberi piene d'acqua, ceppi di legno e buche del terreno caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze organiche e carenza di ossigeno.

In natura le larve si rinvenivano prevalentemente nelle raccolte d'acqua presenti nelle cavità di alberi ad alto fusto soprattutto dei generi *Ulmus*, *Platanus* e *Quercus* e possono comunque svilupparsi anche in contenitori artificiali con acque molto alcaline (Toma et al., 2004) e in pozzi neri abbandonati (ECDC, 2014a).

Si è osservato per questa specie uno spostamento degli habitat, da quelli forestali a quelli antropici, come parchi e cimiteri, dove sono state trovate larve che si sviluppavano nelle cavità di faggi e pioppi (Bertola et al., 2022). Negli ultimi anni sembra in grado di sfruttare nuovi siti di riproduzione, tra cui contenitori artificiali grandi e organicamente ricchi, con popolazioni di zanzare, di conseguenza, più grandi nelle immediate vicinanze degli esseri umani.

Sfrutta in particolare contenitori artificiali con acqua stagnante caratterizzata da una composizione simile a quella dell'acqua nelle cavità degli alberi a causa della contaminazione organica. Campioni di larve sono stati trovati in pneumatici, vasche di raccolta del letame e qualsiasi altro tipo di contenitore artificiale comprese le ovitrappole di *Aedes*.

### **Rischio sanitario**

*An. plumbeus* è sospettata di essere vettore occasionale della malaria nelle grandi città ed è stato riconosciuto come potenziale vettore di *Plasmodium vivax* e *P. falciparum* nel sud-ovest Europa (Schaffner et al, 2012).

### **Monitoraggio**

Consigliato un controllo delle popolazioni presenti nelle zone a rischio malaria. Buona efficacia nella cattura hanno le trappole ad anidride carbonica e anche le ovitrappole per

*Aedes*. Il periodo di monitoraggio delle larve è gennaio-dicembre (ECDC, 2014a).

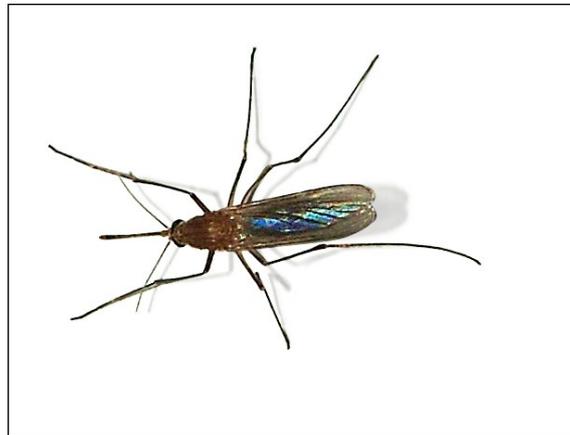
#### **Attività di prevenzione e controllo**

Si sconsiglia gli interventi di riempimento, a meno che non siano necessari alla protezione dell'esemplare arboreo, perché tali pozze rappresentano elementi favorevoli alla biodiversità in ambiente urbano e sono importanti come abbeveratoi nella stagione secca. Interventi ecocompatibili possono essere rappresentati dai prodotti a base di *Bacillus thuringiensis*. Pozzi, cisterne e altri contenitori nelle aree di diffusione devono essere opportunamente coperti. Le Mosquito Magnet con attrattivi hanno rivelato buone performance nelle catture (ECDC, 2014a).

#### **Fenomeni di resistenza**

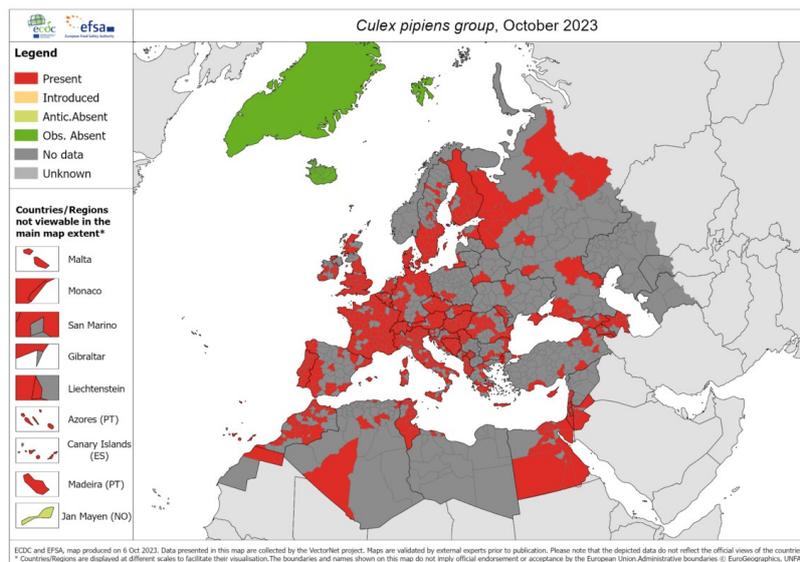
Non conosciuti.

#### **Culex (*Culex*) pipiens Linnaeus, 1758**



#### **Distribuzione geografica**

*Cx. pipiens* è diffusa in tutta Europa (fig. 5), nella fascia extratropicale di Asia e Africa, Nord America, Sud America e Australia. In Africa è ampiamente diffusa in Egitto, Algeria, Tunisia, Sudan e nella Repubblica Sudafricana, dove la sua presenza si sovrappone a quella di *Cx. quinquefasciatus*. In Nord America le popolazioni di *Cx. pipiens* si considerano distribuite a nord del 39°N parallelo. In Europa e in Italia la specie è ubiquitaria, presente in pianura e collina, fino a circa 1000 m slm.



Distribuzione europea di *Culex pipiens* (ECDC, 2023. Available from <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/culex-pipiens-group-current-known-distribution-october-2023>)

### Caratteristiche ecologiche

É la comune zanzara notturna e depone le uova sulla superficie di acque prive di pesce. Si tratta di una specie ubiquitaria e politipica costituita principalmente da due forme biologiche: quella urbana indicata come *Cx. pipiens* forma *molestus* Forskål, 1775 e quella rurale, *Cx. pipiens* forma *pipiens* (Romi et al. 1997). Le due forme hanno ampie zone di sovrapposizione e intergradazione.

Nelle aree agricole, in presenza di canalizzazioni delle acque piovane o irrigue, la specie che solitamente crea i maggiori disagi è il biotipo *pipiens*. Le larve si possono trovare in canali inquinati o soggetti a prosciugamento, caditoie stradali, cisterne e raccolte d'acqua di varie dimensioni, risaie. Tra i luoghi utilizzati per la riproduzione risaltano le risaie le quali però trovandosi solitamente distanti dai centri abitati una loro eventuale infestazione risulta essere irrilevante.

Il biotipo *molestus* è il tipo urbano di questa specie ed esiste in luoghi vicini agli esseri umani. Si è adattato agli insediamenti umani e ha siti di riproduzione in canali, botti, fusti, secchi, fognature, sistemi di drenaggio, ecc. Come adulto trascorre l'inverno in scantinati di edifici e case e in diverse altri tipi di rifugio (Merdić, 2013). L'adulto si sposta di alcune centinaia di metri e le femmine creano il maggior disagio nei mesi di giugno e luglio, ma nei climi temperati possono essere attive anche nei mesi freddi.

Tabella 2. Differenze ecologiche tra i due biotipi pipiens e molestus

<i>Cx. pipiens pipiens</i>	<i>Cx. pipiens molestus</i>
Prevalentemente ornitofila	Mammofila e antropofila
Anautogena: l'ovideposizione richiede un pasto di sangue	Autogena: è in grado di deporre uova senza nutrirsi di sangue
Eurigama: si accoppia in luoghi aperti	Stenogama: si accoppia in spazi ristretti (< 0,1 m <sup>3</sup> )
Habitat epigei	Anche habitat ipogei
Eterodinamica: diapausa invernale	Omodinamica: rimane attiva d'inverno

I due biotipi spesso si ibridano e i comportamenti diventano intermedi.

### **Focolai larvali**

In Italia i focolai più comuni in ambiente rurale sono rappresentati dai fossi lungo le strade per far defluire le acque meteoriche, da canalette per lo smaltimento di acque, sia chiare che scure, provenienti sia da abitazioni civili che da attività agricole/industriali (come caseifici, zuccherifici, macelli), e dai canali irrigui carenti di manutenzione, dove l'acqua fluisce lentamente.

Nei centri abitati risultano importanti pozzetti e impianti fognari facilmente accessibili all'insetto, vasche di depuratori, cantine allagate e ogni altra raccolta d'acqua contenente materiale organico, come quelle create dalla pioggia all'interno di edifici in costruzione. Focolai che la specie condivide con la zanzara tigre, sono le caditoie dei tombini stradali, recipienti vari presenti in orti e giardini, dai quali tuttavia viene spesso rapidamente scalzata da questa seconda specie nel'arco di poche generazioni (Romi et al., 2009).

Le uova sono deposte in barchette sull'acqua e all'aperto con generazioni continue da aprile a settembre.

### **Rischio sanitario**

Il biotipo molestus è il vettore principale del virus West Nile in parte dell'Europa, ma porta anche il virus Ockelbo, virus Usutu, Sindbis virus, e il virus dell'encefalite giapponese. *Cx. pipiens* è stata ripetutamente implicata nella trasmissione di WNV nell'Europa continentale e in Nord America. Pungendo abitualmente uccelli, cavalli e uomo, può costituire un vettore ponte dell'infezione da uccello a uomo e cavalli. La specie è conosciuta anche come vettore di *Dirofilaria*. Al di fuori dell'Europa questa specie è conosciuta come vettori di Rift Valley Fever virus.

Un'epidemia di WN si è verificata in Toscana nel 1998 a carico di soli cavalli (Autorino et al., 2002; Romi et al., 2004), ma nel 2008 e 2009 focolai epidemici della stessa malattia si sono verificati in Emilia Romagna, Lombardia e Veneto, coinvolgendo anche uomini (Rossini et al., 2008, Rizzo et al., 2009).

### **Monitoraggio**

Gli esemplari adulti possono essere raccolti con trappole CDC luminose (CDC miniature light traps) o ad anidride carbonica (CDC miniature CO<sub>2</sub> traps); a tale scopo possono anche essere

usate le trappole di nuova concezione, innescate con attrattivi a base di acido lattico, ammoniaca e acidi grassi (Romi et al., 2009). Il monitoraggio larvale va condotto da maggio a novembre (ECDC, 2014a).

Di particolare interesse per l'identificazione dei focolai di questa specie sono le affossature osservabili lungo le strade, soprattutto nelle zone di prima periferia. In questi fossi spesso sono osservabili scarichi inquinanti che consentono una perenne presenza di acqua priva di pesci e altri predatori e quindi ideali per la riproduzione della *Culex*. È bene ricordare che non è tanto la presenza di corrente di scorrimento o meno che permette la presenza significativa di larve, quanto l'assenza di pesce. Si possono quindi escludere come potenziali focolai i fossi consortili in cui la presenza di pesce impedisce lo sviluppo di zanzare.

Utile per identificare i possibili focolai di riproduzione di *Culex pipiens* è necessario disporre della cartografia relativa ai fossi stradali. Una volta individuati i potenziali focolai si deve procedere con osservazioni dirette per verificarne la reale pericolosità. Obiettivo finale sarà disporre di un elenco in cui saranno indicati i focolai perenni (presenza costante di acqua inquinata) e quelli occasionali (soggetti a prosciugarsi e quindi allagati solo in occasioni di precipitazioni atmosferiche). Poiché il contesto urbano risulta in costante evoluzione ogni mappatura dovrà essere periodicamente aggiornata da sopralluoghi (Lustro, 2003).

#### **Attività di prevenzione e controllo**

Negli ambienti umidi permanenti la presenza di pesci ostacola la deposizione e la crescita delle larve ed è garanzia di controllo in acque pulite. Negli ambienti palustri è necessario favorire le condizioni per la sopravvivenza di anfibi e insetti predatori (ditiscidi, libellule).

In ambito peridomestico buona efficienza hanno anche le ovitrappole (ECDC, 2014). Nelle zone ad alta concentrazione è opportuno per difendere gli ambienti domestici interni, porre zanzariere alle finestre e/o attivare l'impianto di condizionamento dell'aria.

Per il personale costretto ad operare in luoghi infestati è opportuno l'uso di repellenti naturali. Le Mosquito Magnet con attrattivi hanno rivelato buone performance nelle catture (ECDC, 2014a).

#### **Fenomeni di resistenza**

Evidenziati dal 1996 numerosi episodi di resistenza a permetrina in Israele (Orshan et al., 2005), Spagna (Paaijmans et al., 2019), Egitto (Zayed et al., 2006) e Tunisia (Ben Cheikh et al., 1998) e a Deltametrina dal 2003 in Spagna (Paaijmans et al., 2019), Egitto (Zayed et al., 2006) e Grecia (Kioulos et al., 2014), Ciflutrina e Lambda-Cialotrina in Iran (Fathian et al., 2014).

Nella Repubblica di Korea, è stata riportata resistenza ad alcuni insetticidi (Chlorpyrifos, Deltametrina, Etofenprox, Permetrina] (Shin et al., 2012; Ryu et al., 2019; Lee et al., 2020; Park et al., 2020).

Le Mutazioni kdr nei geni denominati Vssc conferiscono resistenza ai piretroidi e sono state riscontrate in tutto il mondo. Anche diverse varianti del complesso proteico Citocromo P450 possono svolgere un ruolo significativo nella resistenza di questa specie ai piretroidi.

## Culex (Culex) theileri Theobald, 1903



### Distribuzione geografica

La specie ha una distribuzione Indo-Mediterranea. Presente in modo discontinuo nel bacino Mediterraneo, Canarie, Yemen, Africa sud-orientale e India. È una delle più comuni zanzare nella Turchia nordorientale (Demirci et al., 2012). In Italia è limitata alle regioni meridionali, Sicilia e Sardegna. Nel Lazio è segnalata presso il lago di Sabaudia (Toma et al., 2008) e nel comune di Roma a Decima Malafede e Castelporziano (Della Bella, 2005). In Calabria *Cx. theileri* è stata rinvenuta nei focolai tipici di *An. superpictus* e *An. labranchiae* (Coluzzi, 1961) e in Sardegna in quelli di *An. hispaniola* (Aitken, 1954).

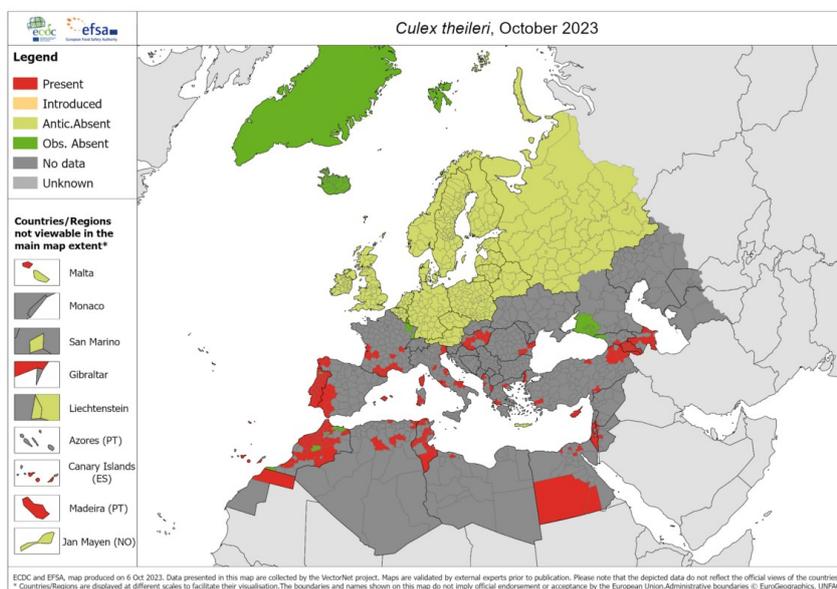


Figura 7. Attuale distribuzione nota di *Culex theileri* in Europa (Tratto da: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/culex-theileri-current-known-distribution-october-2023>)

### **Caratteristiche ecologiche**

È in grado di colonizzare stagni, aree palustri e risaie. La massima densità viene raggiunta in estate. La specie è in grado di superare l'inverno come adulto e le femmine si nutrono di sangue di capre, pecore, cani, gatti, bovini, esseri umani e polli preferibilmente al crepuscolo (Martínez-De La Puente et al., 2012). Questa specie ha anche mostrato un significativo grado di preferenza per il sangue di cavallo (Ramos et al., 1992).

### **Focolai larvali**

Le larve si sviluppano dalla primavera all'autunno nelle risaie, pozze e zone paludose in acque relativamente limpide (Banafshi et al., 2013), ma sono segnalata anche in contenitori artificiali, stagni, pozzi, pozzanghere stradali (ECDC, 2014a).

### **Rischio sanitario**

Trasmette il West Nile Virus e *Dirofilaria immitis* (Santa-Ana et al., 2006).

### **Monitoraggio**

Per la cattura delle "alate" sono utilizzate trappole ad anidride carbonica. Buona efficienza hanno le gravid traps (Pantaleoni, 1996; ECDC, 2014a).

### **Attività di prevenzione e controllo**

Aumentare i predatori naturali. Valori considerevoli di attività insetticida e repellente contro queste zanzare sono stati identificati per l'olio essenziale di *Eucalyptus globulus* (Madreseh-Ghahfarokhi et al., 2018). Le Mosquito Magnet con attrattivi hanno rivelato buone performance nelle catture (ECDC, 2014a).

### **Fenomeni di resistenza**

## **Culex (Culex) torrentium Martini, 1925**



### **Distribuzione geografica**

Per molto tempo confusa con *Cx. pipiens*. I reperti sono tutti relativi al settentrione. Era segnalata negli anni '50 anche in provincia di Latina (Cervone, 1958).

### **Caratteristiche ecologiche**

Specie a sviluppo estivo con adulti svernanti. Le femmine pungono prevalentemente gli uccelli e solo raramente l'uomo.

### **Rischio sanitario**

Trasmette il Sindbis virus tra gli uccelli (Jansen et al., 2023). Efficiente vettore di West Nile Virus (Jansen et al., 2019).

### Monitoraggio

Mediante ovitrappole (Hesson et al., 2015).

### Attività di prevenzione e controllo

Possono ridurre localmente la concentrazione le Gravid trap (Hesson et al., 2015).

### Fenomeni di resistenza

Non conosciuti.

## 8.8 ANALISI ECOLOGICA DEI MURIDI DI INTERESSE SANITARIO

La preoccupazione sanitaria nei confronti di ratti e topi è legata alla possibilità di trasmettere un rilevante numero di patogenicità.

Malattia	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus domesticus</i>	Vettore o mezzo di diffusione
Coriomeningite linfocitaria ( <i>Arenovirus</i> )			*	Inalazione di polvere o il consumo di alimenti contaminati con urine, feci o altri liquidi corporei di topi o criceti infetti.
Criptosporidiosi			*	Contaminazione da feci di animali infettati nell'acqua, nel cibo, nel suolo o su superfici
Epatite virale		*		I maiali possono fungere da veicolo di trasmissione per un ceppo del virus dell'epatite E, HEV, comune nei ratti.
Febbre da morso di ratto ( <i>Streptobacillus moniliformis</i> <i>Spirillum minus</i> )	*	*		Morsi di ratto e per contatto
Febbre bottonosa mediterranea			*	Tramessa dal morso della zecca e da <i>Rhipicephalus sanguineus</i> e causata da batteri del genere <i>rickettsia</i> .
Febbre del topo ( <i>hantavirus</i> )			*	Aspirazione del virus, diffuso nell'ambiente attraverso urine, feci e saliva di animali infetti o un morso. Le microparticelle contenenti il virus possono essere sollevate dal vento o dall'azione meccanica di una scopa o altro.
Hydatodiosi ( <i>Echinococcus granulosus</i> )	*			Uova di tenia di cui il Ratto è un efficiente serbatoio.
Influenza e parainfluenza ( <i>Virus Tipo A e D</i> )				Aria, per contatto
Istoplasmosi ( <i>Histoplasma capsulatum</i> )	*		*	Per contatto
Leishmaniosi ( <i>Leishmania donovani</i> )	*			Flebotomi ( <i>Phlebotomus</i> ) infetti
Leptosirosi ( <i>Leptospira</i> )	*	*	*	Per mezzo di cibo contaminato da escrementi ed urina

Malattia	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus domesticus</i>	Vettore o mezzo di diffusione
Listeriosi ( <i>Listeria monocytogenes</i> )	*		*	Cibi contaminati
Malattia di Lyme ( <i>Borrelia</i> )		*		Punture di zecche
Peste ( <i>Yersinia pestis</i> )		*		Pulci e aria fortemente contaminata
Pseudotubercolosi ( <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> )	*	*		Aria, per contatto
Rabbia				Morsi di animali contagiati
Salmonellosi ( <i>Salmonella sp.pl.</i> )	*	*		Aria, per contatto e per ingestione di cibo contaminato
Schistosomiasi ( <i>Schistosoma sp.pl.</i> )	*	*		Bagni o immersioni in acque contaminate da <i>Cercaria</i> .
Sporotrichosi ( <i>Sporotrichium schenckii</i> )	*			Per contatto
Tenia dei Ratti ( <i>Hymenolepis nana</i> )	*	*		Uova di tenia
Tifo murino ( <i>Rickettsia typhi</i> e <i>R. mooseri</i> )		*	*	Punture di zecche, acari, pidocchi, pulci
Toxoplasmosi ( <i>Toxoplasma gondii</i> )	*	*	*	Contatto e ingestione di cibo contaminato
Trichinosi ( <i>Trichinella spiralis</i> )	*			Carni di allevamento contaminate da <i>Trichinella spiralis</i>
Tularemia ( <i>Francisella tularensis</i> )		*		Aria, per contatto, per ingestione di cibo contaminato e per punture di insetti infetti
Vaiolo bovino			*	Pulci

## Ratto grigio o delle chiaviche



### Nome scientifico

*Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769)

### Nomi comuni

Ratto grigio, surmulotto, pantegana

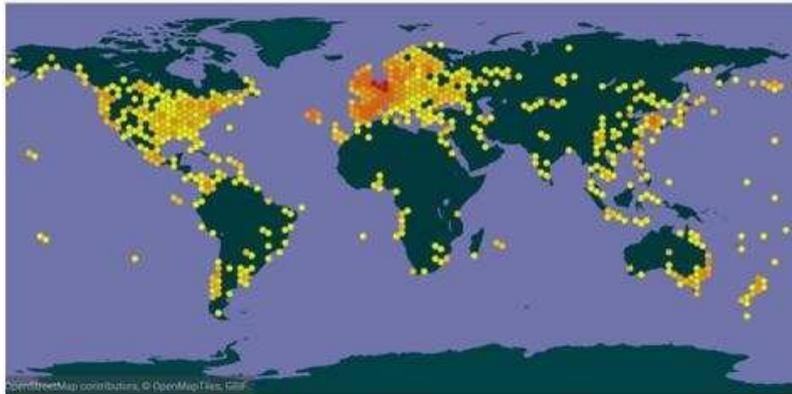
### Distribuzione geografica

Specie originaria dei deserti e delle steppe dell'Asia centro orientale, in soli tre secoli é divenuta cosmopolita. Nonostante il nome comune, si ritiene che abbia avuto origine dalle pianure della provincia di Heilongjiang, nel nord della Cina (Nowak 1999).

I suoi areali si possono considerare estesi su tutti i continenti, con esclusione delle sole zone artiche.

La colonizzazione dell'Europa orientale sembra essere partita dal delta del Danubio. Sebbene la percezione generale sia che i ratti norvegesi colonizzarono l'Europa durante il 18° secolo, una scoperta di numerosi resti di quei ratti in un sito archeologico in Toscana, datato al 14° secolo dC (Clark et al. 1989) fornisce la possibilità che piccole popolazioni si siano stabilite in Europa occidentale ben prima.

Le prime segnalazioni nella parte europea della Russia risalgono al 17° secolo. In Inghilterra la comparsa viene fatta risalire al 1731, (Bobrov et al. 2008, Khlyap & Warshavsky, 2012). mentre negli Stati Uniti, appare nel 1740 dando origine a una vera infestazione negli anni '60 e '70 di quel secolo, in coincidenza con la grande immigrazione dalla Gran Bretagna. Parigi è stata colonizzata poco dopo il 1750 (Vigne e Villié 1995). In Norvegia, da cui ingiustamente prende il nome appare solamente nel 1790.



### **Caratteristiche ecologiche**

È una specie onnivora in grado di adattarsi a tutte le condizioni alimentari, sia allo stato selvatico che in associazione con l'uomo.

Allo stato selvatico i ratti si nutrono delle parti verdi, dei semi e delle radici delle piante, di Molluschi, invertebrati, Crostacei, Anfibi, uova di uccello e altri piccoli roditori quali le Arvicole e i topi domestici. Praticano anche il cannibalismo nei confronti di individui anziani, malati e moribondi, anche intossicati dagli stessi rodenticidi.

A contatto con l'uomo trasformano in cibo qualsiasi rifiuto urbano e qualunque tipo di sostanza organica presente nelle fogne. Gradisce in particolare il cibo destinato agli allevamenti zootecnici e agli animali da compagnia, anche se secondo le persone specializzate nell'allevamento dei ratti di estimazione, questo tipo di cibo è sconsigliato in quanto pesante per il fegato.

Accumulano il cibo in eccedenza, quando è facile da trasportare all'interno di un luogo. Da qui l'uso di esche rodenticidi fisse, dato che la sparizione di quelle mobili non significa che sono state mangiate.

Il numero dei pasti differisce tra maschi, che rimangono più tempo nei siti di alimentazione e femmine che hanno la tendenza a fare pasti più frequenti ma brevi.

Nelle case i ratti grigi colonizzano prevalentemente le parti inferiori, legnaie, cantine, stalle. La penetrazione nelle parti superiori delle case può avvenire attraverso le tubazioni di scarico. Non sono buoni arrampicatori e non sono in grado di scalare pareti lisce o poco ruvide, ma hanno la capacità di salire nei tubi.

Nelle zone rurali trovano un'abbondante disponibilità alimentare nei campi coltivati e rifugi nei fossi e canali di drenaggio.

Sono efficienti scavatori, realizzano estese gallerie sotterranee con più uscite di fuga, collocano il nido all'interno di queste, preferibilmente dove non è possibile scavare da sopra. Sono ottimi saltatori capaci di compiere salti in alto di un metro o più.

È documentata la capacità di nuotare per parecchie ore in mare aperto (Russel et al. 2005).

Comunicano attraverso una notevole varietà di suoni e ultrasuoni e posture comportamentali.

Sono attivi soprattutto nelle ore notturne, ma dove sono frequenti predatori come le volpi si è riscontrata una maggiore attività diurna.

La struttura sociale di una popolazione di ratti delle chiaviche è costituita da molteplici nuclei familiari, ciascuno occupante un sistema di tane e gallerie intercomunicanti.

L'organizzazione di ciascuna di queste unità si basa sulla presenza di un maschio dominante, in genere di grossa taglia, il cui compito specifico è quello di difendere il territorio del gruppo familiare dalla incursione di conspecifici appartenenti alla medesima popolazione e di allontanare dall'home range ogni ratto proveniente da insediamenti vicini.

La gerarchia si stabilisce attraverso combattimenti tra maschi dove vincono quelli con corporatura maggiore, mentre con il passare del tempo la supremazia appare legata all'età e quelli più giovani alle volte cedono senza combattere.

In genere con il maschio alfa convive un piccolo gruppo di femmine di cui alcune con prole. Quando in una nidiata sono presenti dei maschi, questi vivono tranquillamente nella famiglia fino al 90°-115° giorno di vita, ma al momento della loro maturazione sessuale vengono attaccati dal maschio dominante. Da queste lotte antagoniste con gli individui alfa si costituiscono i gruppi sociali beta ed omega.

Gli individui appartenenti al ruolo di dominanza beta sono subordinati al maschio alfa, a cui devono spesso rivolgere rituali di sottomissione. In compenso hanno una certa libertà di movimento all'interno dell'area familiare dove spesso dividono amichevolmente con individui dominanti il cibo accumulato nelle mense o in luoghi di rifugio temporaneo. Il gruppo nel suo insieme difende il territorio dagli estranei.

Al ruolo degli omega appartengono maschi non accettati dalla popolazione, ma sistematicamente attaccati dai dominanti. I maschi subordinati sono costretti ad allontanarsi dalle aree centrali della colonia normalmente formate da un maschio dominante e varie femmine. Il risultato è la realizzazione, ai lati del nucleo centrale della popolazione, di individui soggetti a pressioni selettive più forti arricchendo la potenzialità adattativa della popolazione e aumentandone l'espansione verso nuovi territori (Alessandrini et al., 1986).

L'elevata riproduttività del *Rattus norvegicus* è controbilanciata da una durata della vita corta, difficilmente superiore ai 18 mesi e condizionata dalla densità della specie e dalla mancanza o abbondanza di cibo.

In presenza di abbondanza di cibo e condizioni climatiche adatte, la femmina prolunga il periodo fertile per tutto l'anno. Le femmine della pantegana sono mature per l'accoppiamento a 8-12 settimane, la gestazione dura tra i 20 e 24 giorni. In condizioni normali in generale si hanno 4-5 parti all'anno. Danno alla luce da 6-a 9 piccoli ratti glabri che proteggono in nidi terrei, spesso ricoperti da materiale morbido rimediato quali giornali, polistirolo, tessuti rosicchiati ecc. I piccoli ratti hanno bisogno delle cure continue della madre durante le prime due settimane di vita.

Nella femmina del Surmolotto è presente l'estro post partum, sono cioè in grado di accoppiarsi subito dopo aver partorito.

Gli individui maschi del *Rattus norvegicus* (topo di fogna) in ambiti rurali percorrono un territorio di alcune migliaia di metri alla ricerca di cibo, mentre nelle zone urbane le distanze sono minori.

### Rischio sanitario

Il ratto grigio trasmette numerose malattie, tra le quali le più importanti sono leptospirosi, tifo e salmonella. Osservazioni a Roma indicano che *Leptospira* è stata trovata nel 45% degli esemplari di *Rattus norvegicus* (Pezzella et al. 2004)

### Monitoraggio

Le Feci sono il segno più evidente della presenza dei ratti grigi e marcano il cammino usuale dell'animale con le urine. Sono arrotondate rispetto a quelle degli altri ratti e topi delle case.

Tra i segnali della presenza del *Rattus norvegicus* vi sono anche i rumori. Una colonia si percepisce dagli squittii e brontolii che provengono per lo più dalle cantine o legnaie. Inoltre, si individua per i frequenti rumori di rosicchiamento e scavo.

Nelle strutture dove è presente l'infestazione si incontrano materiali rosicchiati, soprattutto plastica e legno, cartoni di imballaggio, cemento e terra e metalli morbidi. I ratti, come le altre due specie infestanti, hanno bisogno di consumare i suoi incisivi.

Il ripetuto passaggio in ambiente domestico è facilmente identificabile da tracce di untuosità dovute allo strofinamento del pelo. In ambiente aperto si notano piste nell'erba alta della larghezza di 10 cm, dove la vegetazione può essere completamente assente, mentre all'uscita delle tane si vedono accumuli di terra di scavo.

### Attività di controllo e prevenzione

Per chiudere le tane scavate nel cemento si consiglia l'uso di una miscela di cemento e pezzi di vetro.



RATTO GRIGIO (*RATTUS NORVEGICUS*)

Lunghezza: 1,9 cm

## Ratto nero



### Nome scientifico

*Rattus rattus* Linnaeus 1758

### Nome comune

Ratto nero, ratto dei tetti

### Distribuzione geografica

Le origini dei ratti neri sono oggetto di accesi dibattiti. Alcuni autori (ad es. Nowak, 1999) hanno indicato che questa specie probabilmente ha avuto origine nella regione malese, mentre altri (ad es. Musser & Carlton, 2005) hanno affermato che questi ratti sono originari della penisola indiana, da cui sono stati introdotti in tutto il mondo.

I risultati di una recente indagine hanno suggerito molteplici origini geografiche di ratti neri e forme strettamente correlate (Aplin et al., 2011).

È stato identificato un modello filogeografico con lignaggi differenziati di ratti neri nativi dell'Asia meridionale, della regione himalayana, dell'Indocina meridionale e dell'Indocina settentrionale dell'Asia orientale. Questa diversificazione avvenne probabilmente nel Pleistocene medio. Non è ancora chiaro se questi lignaggi rappresentino specie separate. Tra i quattro lignaggi mitocondriali, due forme cariotipiche sono state descritte come specie separate, il ratto nero *R. rattus* e il ratto nero asiatico *R. tanezumi*.

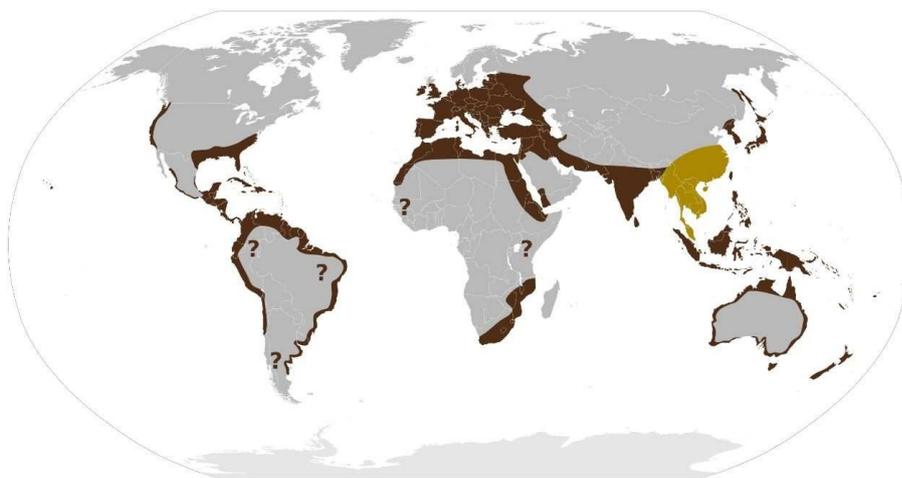
Tuttavia, l'ibridazione e il flusso genico si verificano localmente tra questi lignaggi, sia nella loro area di origine (Pagès et al., 2013) che nelle aree introdotte (Lack et al., 2013). Le due forme di cariotipo sono state introdotte in molti luoghi del mondo, in alcuni casi negli stessi luoghi, come è avvenuto in Sud Africa (Bastos et al., 2011) e California (Lack et al., 2013). Una delle conclusioni importanti dei più recenti studi (Aplin et al., 2011) è che il commensalismo è sorto più volte e in diverse popolazioni di ratti neri.

Il ratto nero iniziò ad espandersi fuori dalla sua area originale nella penisola indiana circa 10.000 anni fa (Musser & Carleton, 2005) raggiungendo la costa orientale del Mar Nero prima o durante il Neolitico. La prima prova di un'invasione a lunga distanza di *R. rattus* è stata segnalata dal Levante e datata al 1500 aC (Ervynck 2002). La fase successiva di questa antica invasione è stata segnalata in tutto l'Impero Romano, raggiungendo l'Inghilterra già nel I secolo (Engels 1999). A quel tempo, i topi neri erano confinati nelle rotte commerciali e nei porti (Audouin-Rouzeau e Vigne 1994). Da quel momento e come risultato di successivi eventi di invasione, questa specie è stata introdotta in tutti i continenti attraverso viaggi umani all'estero.

Nel V secolo i ratti neri si diffusero attraverso le rotte commerciali fluviali fino a raggiungere il Mar Baltico, compreso il Golfo di Finlandia e, dal X al XII secolo, la parte europea della Russia, inclusa Mosca (Bobrov et al. 2008). Hanno probabilmente raggiunto l'Africa orientale e le isole oceaniche

dell'India occidentale durante il X secolo, quando l'Oceano Indiano era sede di una vasta rete commerciale, che collegava le società tra la Cina e il Mediterraneo (Tollenaere et al. 2010). Indipendentemente, i ratti neri raggiunsero l'Africa occidentale durante il XV secolo insieme ai primi marittimi portoghesi, ma non colonizzarono ulteriormente l'entroterra fino al XVIII e XIX secolo a causa dello sviluppo del trasporto commerciale lungo i grandi fiumi e strade della regione (Konečný et al. 2013). I ratti neri riuscirono anche ad occupare la parte asiatica della Russia entro la fine del XIX secolo. Dalla fine degli anni '60 agli anni '80, questi topi si stabilirono nella parte centrale della Russia europea (Bobrov et al. 2008, Khlyap & Warshavsky 2010).

I ratti neri ora si trovano più spesso in gran numero nelle aree costiere a causa del modo in cui questa specie è diffusa tramite le navi marittime (Kucheruk & Lapschov 1994), sebbene grandi popolazioni occupino aree interne nei paesi tropicali come nell'Africa occidentale e meridionale (Bastos et al. 2011, Konečný et al. 2013).



### Caratteristiche ecologiche

Il ratto nero ha abitudini prevalentemente notturne, vive in colonie numerose e in natura costruisce grandi nidi globulari principalmente sugli alberi. Si ciba di frutta, granaglie, semi di pini e frutti di piante ornamentali come quelle delle palme, uova di uccelli, chioccioline, larve e adulti di insetti, alimenti destinati agli animali domestici ed è in grado di compiere lunghi tragitti per procurarsi il cibo.

Vive allo stato selvatico sugli alberi e nelle falesie rocciose e può formare colonie significative anche nei giardini e parchi urbani. Nelle zone a clima freddo tende a ripararsi all'interno delle abitazioni, nei magazzini o nelle stalle, prediligendo i luoghi dove si stoccano alimenti.

Essendo uno scalatore migliore di *Rattus norvegicus*, vivono spesso in luoghi alti e può essere trovato ai piani alti degli edifici o nelle soffitte. Quando una colonia si stanza in un edificio generalmente predilige le parti alte, come soffitte e soppalchi da cui entra da finestre lasciate

aperte, da canne fumarie o dai canali di passaggio dei cavi elettrici.

I ratti neri possono spesso abitare le navi marittime e sono comuni all'interno dei porti marittimi.

Generalmente si muovono di notte o al crepuscolo e possono divincolarsi con rapidità nei sottotetti, su porte e cornicioni, su travi e tegole.

Vive in colonie miste più o meno numerose strutturate gerarchicamente. Accanto al gruppo gerarchico dei maschi dominanti vi sono due o tre femmine di alto rango che sono subordinate al maschio alfa, ma mostrano comportamenti dominanti nei confronti di tutti gli altri membri del gruppo. Intorno all'area deputata all'alimentazione, si attuano comportamenti di difesa da parte di ambo i sessi nei confronti di individui di altre popolazioni. In questi casi si nota che le femmine sono più attive nello scacciare altre femmine poichè i maschi sono inibiti a farlo (Alessandroni et al., 1986).

Il ratto nero si riproduce durante tutto l'anno con picchi tra la stagione estiva e quella autunnale. Dopo una gestazione di circa tre settimane, la femmina produce 7-8 cuccioli e riesce a fare dalle 3 alle 6 cucciolate in un anno.

### Rischio sanitario

È stato la causa delle epidemie di peste in Europa durante il Medioevo. A metà del XIV secolo, un terzo della popolazione umana in Europa morì di peste e i ratti neri sono ampiamente accusati di essere la principale fonte di questa pandemia, sebbene il loro contributo fosse probabilmente minimo nelle isole britanniche e nel nord Europa, dove questi ratti erano rari o assenti all'epoca e la trasmissione avveniva più probabilmente attraverso i morsi di pulci umane infettive piuttosto che le pulci di ratto (Ell, 1980).

I vettori responsabili della trasmissione della peste tra roditori e da questi all'uomo, appartengono a varie specie di pulci del genere *Xenopsylla*. Lo sviluppo di popolazioni di *R. norvegicus* che si sostituiscono a popolazioni di *R. rattus* comporta una conseguente sostituzione nelle popolazioni di pulci. Infatti, *Xenopsylla cheopis* è parassita preferenziale per la specie *R. rattus* mentre la pulce *Nosopsyllus fasciatus*, lo è per il ratto bruno e non trasmette la peste.

Questa competizione e sostituzione di popolazioni di ratti spiega la mancanza di casi di peste nelle città altamente urbanizzate insieme ad un migliore e più igienico assetto ambientale.

Il ratto nero è responsabile della trasmissione anche di epatite, tubercolosi, colera, salmonella e tifo. È competente per diverse specie di *Borrelia* contribuendo all'ecologia dei focolai urbani della malattia di Lyme, in particolare in Eurasia (Kosoy et al, 2015).

### Monitoraggio

L'individuazione del ratto nero negli insediamenti umani, specialmente dove vi è una concentrazione di conserve alimentari, come per il *Rattus norvegicus*, è identificabile dalle tracce unte durante i passaggi, dovute allo sfregamento del pelo con le superfici, se poi queste sono impolverate si riuscirà a notare anche l'impronta della coda.



RATTO NERO (RATTUS RATTUS)

Lunghezza: 1,3 cm

La presenza dei ratti sui tetti può essere segnalata dai rumori come per il ratto grigio. Le feci a differenza di quelle del ratto grigio sono appuntite alle estremità.

### Attività di controllo e prevenzione

È una specie neofobica, difficile da derattizzare con esche chimiche quando infesta depositi alimentari o silos dove l'abbondanza di cibo conosciuto lo porta a non interessarsi a nuovi odori o sapori. Le derattizzazioni più efficaci sono quelle che comprendono l'utilizzo del Sistema Ekomille e della lotta meccanica.

## Topolino delle case



### Nome scientifico

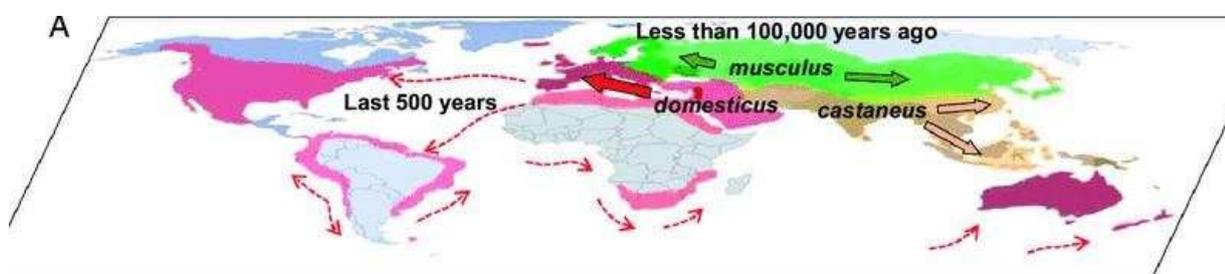
*Mus domesticus* Linnaeus 1758

### Nomi comuni

Topo domestico

### Distribuzione geografica

Originario probabilmente delle zone steppiche della Regione Palearctica meridionale, compresa la Regione Mediterranea orientale, si è diffuso in tutto il mondo. In Italia è presente in tutta la Penisola e nelle isole.



Distribuzione globale delle tre principali sottospecie di topi domestici, *M. m. domesticus* (rosso), *M. m. musculus* (verde) e *M. m. castaneus* (marrone). Le frecce colorate indicano le direzioni dell'espansione della sottospecie di topi nei tempi indicati

### Caratteristiche ecologiche

Prevalentemente commensale dell'uomo, frequenta abitazioni, magazzini e campi agricoli. In natura vive in ambienti caratterizzati da terreni freschi e clima mite, spesso in prossimità delle coltivazioni. In ambiente urbano vive in tutti quei luoghi caratterizzati dalla presenza di cibo. Essenzialmente granivoro, ma molto adattabile, in ambienti antropici può avere un regime alimentare onnivoro con bassa esigenza di acqua.

La loro presenza in ambienti antropici si accentua con l'avvicinarsi della cattiva stagione perché è

tipico il suo comportamento di penetrare negli immobili e qui sostarvi se le condizioni lo permettono. Negli edifici costruisce la propria tana in buchi della pavimentazione o delle pareti utilizzando qualsiasi materiale disponibile per tappezzare la camera-nido (soprattutto carta e stoffa); fuori dalle costruzioni umane scava gallerie sotterranee con nido costruito con vegetali.

Gregario, vive in gruppi familiari associati, con precise gerarchie e territori ben difesi e marcati con feci e urina.; il riconoscimento individuale avviene tramite l'olfatto. Ha abitudini crepuscolari ma a contatto con l'uomo può essere attivo anche di giorno.

È un ottimo arrampicatore e riesce ad insinuarsi in punti nascosti e protetti di difficile accesso. Se non si nota la presenza attraverso le feci, può diventare un coinquilino costante.

La femmina, dopo il parto, ha subito l'estro, per cui disponibile per un nuovo accoppiamento. È predato dalla maggior parte dei Carnivori, alcuni Roditori (ratti) e soprattutto gatti e Strigiformi.

### **Rischio sanitario**

È stato collegato alla trasmissione della Coriomeningite linfocitaria, infezione silente nei roditori che si manifesta nell'uomo in forma simil influenzale o, raramente, come meningoencefalite. L'agente eziologico è rappresentato da un Arenavirus che ha come serbatoio *M. domesticus*. La distribuzione geografica dell'infezione comprende tutti continenti escluso l'Antartide e sono descritte aree con prevalenza particolarmente elevata.

Le principali fonti di contagio, che può verificarsi sia per via diretta tramite contatto o morso, che per via indiretta attraverso materiale ed ambienti contaminati, sono gli escreti e le secrezioni dei soggetti infetti. Nell'ambito della specie serbatoio l'infezione si trasmette sia per via orizzontale che verticale.

### **Attività di controllo e prevenzione**

La prevenzione prevede di coprire e chiudere qualsiasi possibile accesso agli ambienti più a rischio.



---

TOPO COMUNE (MUS MUSCULUS)

---

Lunghezza: 0,6 cm

## Bibliografia

- Aitken T.H.G., 1954. The Culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). Bull. Ent. Res., 45:437-494.
- Akiner M.M., 2014. Malathion and propoxur resistance in Turkish populations of the *Anopheles maculipennis* Meigen (Diptera: Culicidae) and relation to the insensitive acetylcholinesterase. *Turkiye Parazitolojisi Dergisi*, 38(2):111-5. [https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article\\_23069/TPD-38-111-En.pdf](https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_23069/TPD-38-111-En.pdf)
- Alessandroni P., Pace M., Turillazzi P.G.. *Biologia dei ratti e metodi di lotta*. Rapporti ISTISAN, 86/17. [https://www.iss.it/documents/20126/45616/Pag1\\_118Rapporto86\\_37.pdf/2ef8a64c-c54b-caf0-d284-7679fc0520ea?t=1581101468531](https://www.iss.it/documents/20126/45616/Pag1_118Rapporto86_37.pdf/2ef8a64c-c54b-caf0-d284-7679fc0520ea?t=1581101468531)
- Almeida A.P.G., Freitas F.B., Novo M.T., Sousa C.A., Rodrigues J.C., Alves R., Esteves A., 2010. Mosquito surveys and West Nile virus screening in two different areas of southern Portugal, 2004–2007. *Vector-Borne Zoonot. Dis.*, 10:673–680.
- Amani H., Yaghoobi-Ershadi M.R., Kassiri H., 2014. The ecology and larval habitats characteristics of anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Aligudarz County (Luristan province, western Iran). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(Suppl 1): S233–S241. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4025324/>
- Aplin K.P., Suzuki H., Chinen A.A., Chesser R.T., et al., 2011. Multiple geographic origins of commensalism and complex dispersal history of black rats. *PLoS One*, 6:e26357. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0026357>
- Aranda C., Eritja R., Roiz D., 2006. First record and establishment of the mosquito, *Aedes albopictus* in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 2:150-152. <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2915.2006.00605.x>
- Audouin-Rouzeau F., Vigne J-D., 1994. La colonisation de l'Europe par le Rat noir (*Rattus rattus*). *Revue de Paléobiologie*; 13:125–145. [https://www.researchgate.net/publication/287404062\\_La\\_colonisation\\_de\\_l'Europe\\_par\\_le\\_rat\\_noir\\_Rattus\\_rattus](https://www.researchgate.net/publication/287404062_La_colonisation_de_l'Europe_par_le_rat_noir_Rattus_rattus)
- Autorino G.L., Battisti A., Deubel V., Ferrari G., Forletta R., Giovannini A., Lelli R., Murri S. & Scicluna M.T. 2002. West Nile virus epidemic in horses, Tuscany region, Italy. *Emerg Infect Dis*, 8 (12), 1372-1378. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2738505/#:~:text=During%20the%20late%20summer%20of,that%20died%20or%20were%20euthanized.>
- Baldacchino F. et al.; 2017. An integrated pest control strategy against the Asian tiger mosquito in northern Italy: a case study of Public Health Importance 2006. World Health Organization.
- Baldaccini G.N., Gianhecchi U., 2009. Le zanzare dell'area versiliese (Toscana nord-occidentale): ambiti naturali e artificiali di insediamento e diffusione. *Biologia ambientale*, 23(1):43-52. [https://www.researchgate.net/publication/270876901\\_Le\\_zanzare\\_dell'area\\_versiliese\\_Toscana\\_nord-occidentale\\_ambiti\\_naturali\\_e\\_artificiali\\_di\\_insediamento\\_e\\_diffusione](https://www.researchgate.net/publication/270876901_Le_zanzare_dell'area_versiliese_Toscana_nord-occidentale_ambiti_naturali_e_artificiali_di_insediamento_e_diffusione)

Ballardini M., Ferretti S., Chiaranz G., Pautasso A., Riina M.V., Triglia G., Verna F., Bellavia V., Radaelli M.C., Berio E., Accorsi A., De Camilli M., Cardellino U., Fiorino N., Acutis P.L., Casalone C., Mignone W., 2019. First report of the invasive mosquito *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) and of its establishment in Liguria, northwest Italy. *Parasites & Vectors*, 12(1):334. doi: 10.1186/s13071-019-3589-2. PMID: 31277680; PMCID: PMC6610922.

Banafshi O., Abai M.R., Ladonni H., Hasan B., Karami H., Shahyad A.-H., 2013. The fauna and ecology of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in western Iran. *Turkish Journal of Zoology* ,, 37:298-307.

<https://www.researchgate.net/publication/261611553> The fauna and ecology of mosquito larvae Diptera Culicidae in Western Iran

Bárdos V., Tyba J., Hubálek Z., 1975. Isolation of Tahyna virus from field collected *Culiseta annulata* (Schrk.) larvae. *Acta Virol.*, 19: 446.

Bascherini S., Fornarelli L., Iela M.T., Rubbiani M. (Ed.), 2013. Convegno. Valutazione dei prodotti biocidi: criticità e novità legislative. Roma, Istituto Superiore di Sanità. 6 novembre 2012. Atti. Roma: Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 13/30. [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/biocidi/rapporto\\_istisan\\_iss\\_2012\\_biocidi.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/biocidi/rapporto_istisan_iss_2012_biocidi.pdf)

Bastos A.D., Nair D., Taylor P.J., Brettschneider H., et al., 2011. Genetic monitoring detects an overlooked cryptic species and reveals the diversity and distribution of three invasive *Rattus* congeners in South Africa. *BMC Genet*, 12:26. <https://bmcbgenomdata.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2156-12-26>

Becker N., Ludwig M., Su T., 2018. Lack of Resistance in *Aedes vexans* Field Populations After 36 Years of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* Applications in the Upper Rhine Valley, Germany. *J Am Mosq Control Assoc.*, 34(2):154-157. <https://meridian.allenpress.com/jamca/article/34/2/154/73658/Lack-of-Resistance-in-Aedes-vexans-Field>

Becker N., Ludwig, H.W., 1983: Mosquito Control in West Germany. *Bulletin of the Society of Vector Ecologists*, 8:94-100.

Becker N., Petric D., Boase C., Lane J., Zgomba M., Dahl C., Kaiser A., 2003. Mosquitoes and their control. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York,.

Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C., Kaiser A., 2010. Mosquitoes and their control. 2. Heidelberg: Springer.

Becker, N. 2000. Bacterial control of vector mosquitoes and black flies. In Charles J.-F., Delécluse A., Nielsen-LeRoux C. (eds), *Entomopathogenic Bacteria: From laboratory to field application*, pp. 383-398. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Ben Cheikh H., Ben Ali-Haouas Z., Marquine M., Pasteur N., 1998. Resistance to organophosphorus and pyrethroid insecticides in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) from Tunisia, *Journal of Medical Entomology*, 35:251-260.

- Bertola M., Mazzucato M., Pombi M. et al., 2022. Updated occurrence and bionomics of potential malaria vectors in Europe: a systematic review (2000–2021). *Parasites Vectors*, 15:88. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05204-y>
- Bettini S., Gradoni L., Cocchi M., Tamburro A., 1978. Rice culture and *Anopheles labranchiae* in Central Italy. *WHO/Mal*, 78:897.
- Bobrov V.V., Warshawskii A.A., Khlyap L.A., 2008. Alien species of mammals and their impact on natural ecosystems in the biosphere reserves of Russia. Moscow: KMK Scientific Press, :232 pp. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-4877.2008.00084.x>
- Brown, FV, Logan, RAE and Wilding, CS (2018) Carbamate resistance in a UK population of the halophilic mosquito *Ochlerotatus detritus* implicates selection by agricultural usage of insecticide. *International Journal of Pest Management*. ISSN 0967-0874
- Cancrini G., Frangipane di Regalbono A., Ricci I., Tessarin C., Gabrielli S., Pietrobelli M., 2003b. *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy. *Vet Parasitol.*, 118(3-4):195-202.
- Cancrini G., Romi R., Gabrielli S., Toma L., Di Paolo M., Scaramozzino P., 2003a. First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(4):448-51.
- Cancrini G., Scaramozzino P., Gabrielli S., Di Paolo M., Toma L., Romi R., 2007. *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* implicated as natural vectors of *Dirofilaria repens* in central Italy. *Journal of Medical Entomology*, 44(6):1064-6. <https://academic.oup.com/jme/article/44/6/1064/1090552>
- Capelli G., Drago A., Martini S., Montarsi F, Soppelsa M, Delai N, Ravagnan S, Mazzon L, Schaffner F, Mathis A, Di Luca M, Romi R., Russo F., 2011. First report in Italy of the exotic mosquito species *Aedes (Finlaya) koreicus*, a potential vector of arboviruses and filariae. *Parasit Vectors*, 4:188. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-4-188#:~:text=Findings.species%20native%20to%20Southeast%20Asia.>
- Celli A. (a cura di), 2009. 1991-2008 Interventi di lotta ai culicidi nelle località turistiche costiere inserite nell'area del Delta del Po. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Turismo e Commercio. <http://www.caa.it/documenti/VolumeZanzareComacchio2009.pdf>
- Cervone L., 1958. Sulla presenza di *Culex (neoculex) martinii* Medschid in provincia di Latina e contributo alla conoscenza della specie [Presence of *Culex (neoculex) martinii* Medschid in the province of Latina and contribution to the knowledge of the species]. *Rend Ist Sup Sanit.*;21(6):539-51. Italian. PMID: 13602197.
- Chastel C., 2005. Chikungunya virus: his recent spread to the southern Indian Ocean and Reunion Island. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 189:1827-1835. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001407919334399?via%3Dihub>
- Chuaycharoensuk T., Juntarajumnong W., Boonyuan W., Bangs M.J., Akkratanakul P., Thammapalo S., Jirakanjanakit N., Tanasinchayakul S., Chareonviriyaphap T., 2011. Frequency of pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand, *Journal of Vector*

- Ecology, 36:204–212. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1948-7134.2011.00158.x>
- Clark G., Costantini L., Finetti A., Giorgi J., et al., 1989. The food refuse of an affluent urban household in the late fourteenth century: faunal and botanical remains from the Palazzo Vitelleschi, Tarquinia (Viterbo). *Papers of the British School at Rome*; 57:201–321. <https://www.cambridge.org/core/journals/papers-of-the-british-school-at-rome/article/abs/food-refuse-of-an-affluent-urban-household-in-the-late-fourteenth-century-faunal-and-botanical-remains-from-the-palazzo-vitelleschi-tarquinia-viterbo/7B92D037A41C66A039AD46CCC22D4D45>
- D'Alessandro G., Saccà G., 1967. *Anopheles (Myzomyia) sergentii* Theobald nell'isola di Pantelleria e sua probabile implicazione nella trasmissione di alcuni casi di malaria. *Parassitol.*, 9:69-72.
- Danielova V., Minař J., Ryba J.. 1970. Isolation of Ťahyňa virus from mosquitoes *Culiseta annulata* (Schrk. [sic] 1776). *Folia Parasitol.*, 17: 281–284.
- Daskova N.G., Rasnycyn S.P., 1982. Review of data on susceptibility of mosquitoes in the USSR to imported strains of malaria parasites. *Bull World Health Organ.*, 60:893–7.
- De Liberato C., Magliano A., Farina F., Toma L., 2015. Recent entomological enquiry on mosquito fauna in Circeo National Park. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 51(3):224-228.
- DeCarlo C.H., Campbell S.R., Bigler L.L., Mohammed H.O., 2020, *Aedes japonicus* and West Nile Virus in New York. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 36(4):261-263. doi: 10.2987/20-6958.1. PMID: 33647113.
- Della Bella V., 2005. Composizione tassonomica, organizzazione funzionale e struttura in taglia della macrofauna a invertebrati di biotopi temporanei e permanenti del litorale tirrenico. Tesi di dottorato, Dipartimento di Biologia Animale e dell'uomo Università di Roma "la Sapienza" XVII Ciclo (2001 - 2004).
- Demirci B., Lee Y., Lanzaro G., Alten B., 2012. Identification and Characterization of Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in *Culex theileri* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 49. 581-8. 10.1603/ME11139.
- Di Luca M., Boccolini D., Severini F., Toma L., Mancini Barbieri F., Massa A., Romi R., 2009. A two-year entomological study of potential malaria vectors in Central Italy. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, [Epub ahead of print] DOI: 10.1089/vbz.2008.0129.
- Díez-Fernández A., Martínez-de la Puente J., Rui, S. et al., 2018. *Aedes vittatus* in Spain: current distribution, barcoding characterization and potential role as a vector of human diseases. *Parasites Vectors* 11:297. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2879-4>
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2012. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. ECDC, Stockholm.
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2014a. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. ECDC, Stockholm.
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2014b. *Aedes atropalpus* - Factsheet

for experts. <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-atropalpus>

ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2022. 'Reverse' identification key for mosquito species. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Reverse-identification-key-for-invasive-mosquito-species-update-July-2022.pdf>

Ell S.R., 1980. Interhuman transmission of medieval plague. *Bull Hist Med*; 54:497–510. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7004542/>

Encinas Grandes A., 1982. Taxonomia y biología de los mosquitos del area salmatina (Diptera, Culicidae). Ed. Universidad de Salamanca, 473 pp.

Engels D.W., 1999. *Classical Cats: The Rise and Fall of the Sacred Cat*. London: Routledge. <https://www.amazon.it/Classical-Cats-Rise-Fall-Sacred/dp/0415261627>

Epicentro, 2022. Altre zanzare invasive presenti in Italia: *Aedes koreicus* e *Aedes albopictus*. <https://www.epicentro.iss.it/zanzara/specie-invasive-presenti-in-italia>

Ervynck A. 2002. Sedentism or urbanism? On the origin of the commensal black rat (*Rattus rattus*). In: Dobney K, O'Connor T, eds. *Bones and the Man*. Oxford: Oxbow Books, pag. 95–109.

Esther A., Endepols S., Freise J., Klemann N., Runge M., Pelz H.J., 2014. Rodentizidresistenz und Konsequenzen [Rodenticide resistance and consequences]. *Bundesgesundheitsblatt 23. Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.*, 57(5):519-23. German. doi: 10.1007/s00103-013-1930-z. PMID: 24781908.

European Commission Communication on the European Citizens' Initiative (ECI) "Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment". Brussels, 5.4.2023, C(2023) 2320 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2023:148:FULL>

European Commission Directorate-General Environment Commission, 2013. FAQ on Treated articles. [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/biocidi/note\\_for\\_guidance\\_dg\\_environment.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/biocidi/note_for_guidance_dg_environment.pdf)

Evander M., Putkuri N., Eliasson M., Lwande O.W., Vapalahti O., Ahlm C., 2016. Seroprevalence and Risk Factors of Inkoo Virus in Northern Sweden. *Am J Trop Med Hyg.* 2016 May 4;94(5):1103-1106. doi: 10.4269/ajtmh.15-0270.

Faizah A.N., Kobayashi D., Amoa-Bosompem M., Higa Y., Tsuda Y., Itokawa K., Miura K., Hirayama K., Sawabe K., Isawa H., 2020. Evaluating the competence of the primary vector, *Culex tritaeniorhynchus*, and the invasive mosquito species, *Aedes japonicus japonicus*, in transmitting three Japanese encephalitis virus genotypes. *PLOS Neglected Tropical Diseases.*, 14(12):e0008986. doi: 10.1371/journal.pntd.0008986. Erratum in: *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2023 Jan 12;17(1):e0011052. PMID: 33370301; PMCID: PMC7793266.

Farquhar M.R., Thrun N.B., Tucker B.J., Bartholomay L.C., 2022. Outbreak Investigation: Jamestown Canyon Virus Surveillance in Field-Collected Mosquitoes (Diptera: Culicidae) From Wisconsin, USA, 2018-2019. *Front Public Health.*, 10:818204. doi: 10.3389/fpubh.2022.818204.

PMID: 35530736; PMCID: PMC9068969.

Fathian M., Vatandoost H., Moosa-Kazemi S.H., et al., 2014. Susceptibility of Culicidae Mosquitoes to Some Insecticides Recommended by WHO in a Malaria Endemic Area of Southeastern Iran. *J Arthropod Borne Dis.*, 9(1):22-34. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4478415/>

Ferraguti M., Martinez-de la Puente J., Muñoz J., Roiz D., Ruiz S., Soriguer R., Figuerola J., 2013. Avian Plasmodium in *Culex* and *Ochlerotatus* mosquitoes from southern Spain: Effects of season and host-feeding source on parasite dynamics. *PLoS One* 8: e66237.

Filatov S., 2017. Little pigeons can carry great messages: potential distribution and ecology of *Uranotaenia* (*Pseudoficalbia*) *unguiculata* Edwards, 1913 (Diptera: Culicidae), a lesser-known mosquito species from the Western Palaearctic. *Parasites & Vectors*, 10:464. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2410-3>.

Fotakis E.A., Chaskopoulou A., Grigoraki L., Tsiamantas A., Kounadi S., Georgiou L., Vontas J., 2017. Analysis of population structure and insecticide resistance in mosquitoes of the genus *Culex*, *Anopheles* and *Aedes* from different environments of Greece with a history of mosquito borne disease transmission. *Acta Tropica*, 174: 29-37. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001706X1730356X?via%3Dihub>

Gaud J., 1953. Larves d'Anophèles à palettes thoraciques hyperchitinisées. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 28:326–328.

Gjullin C.M., Eddy G.W., 1972. The Mosquitoes of the Northwestern United States. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Technical Bulletin n. 1447. pp 110.

Gratz N.G. 2004. The mosquito-borne infections of Europe. *Eur.Mosq. Bull. [J. Eur. Mosq. Contr. Assoc.]* 17: 1–7.

Gubler D.J., 2002. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends in Microbiology*, 10:100-103. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966842X01022880?via%3Dihub>

Gubler D.J., 2007. The continuing spread of West Nile virus in the western hemisphere. *Clinical Infectious Diseases*, 45:1039-1046. <https://academic.oup.com/cid/article/45/8/1039/344802?login=true>

Gubler D.J., 2011. Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21st Century. *Tropical Medicine & International Health*, 39(4, Suppl):3–11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3317603/>

Gutsevich A.V., Monchadskii A.S., Shtakel'berg A.A., 1974. Fauna of the U.S.S.R. Diptera, Vol. III No. 4, Mosquitoes Family Culicidae, 408. Academy of Sciences of the U.S.S.R, 408 pp.

Guy Y. 1963. Bilan épidémiologique du paludisme au Maroc (données recueillies entre 1960, 1961 et 1962). *Ann. Parasit., Hum. Comp.* 38:823–857.

Guy Y., 1959. Les rapports entre l'anophelisme et le paludisme. Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc 39:83–90.

Hanson S.M., Craig G.B., 1995. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Eggs: Field Survivorship During Northern Indiana Winters. Journal of Medical Entomology, 32(5):599–604.

Hawley W.A., Pumpuni C.B., Brady R.H., Craig Jr G.B., 1989. Overwintering survival of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana. Journal of Medical Entomology, 26(2):122–9. <https://academic.oup.com/jme/article-abstract/26/2/122/2220662>

Hazratian, Teimour & Paksa, Azim & Sedaghat, Mohammad Mehdi & Vatandoost, Hassan & Moosa-Kazemi, Seyed & Sanei-Dehkordi, Alireza & Salim Abadi, Yaser & Pirmohammadi, Masoumeh & Yousefi, Saideh & Amin, Masoumeh & Oshaghi, Mohammad. (2020). Baseline Susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) to Different Imagicides, in Eastern Azerbaijan, Iran. Journal of Arthropod-Borne Diseases, 13(4): 407–415.

Hesson J.C., Verner-Carlsson J., Larsson A., Ahmed R., Lundkvist Å., Lundström J.O., 2015. *Culex torrentium* mosquito role as major enzootic vector defined by rate of Sindbis virus infection, Sweden, 2009. Emerg. Infect. Dis. 2015;21:875–878. doi: 10.3201/eid2105.141577.

Hohmeister N., Werner D., Kampen H., 2021. The invasive Korean bush mosquito *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany as of 2020. Parasites & Vectors, 14(1):575. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-05077-7>

Horsfall W.R., 1972. Mosquitoes, their bionomics and relation to disease. Hafner Publishing Company, New York.

Hubálek Z. 2000. European experience with the West Nile virus ecology and epidemiology: Could it be relevant for the New World? Viral Immunol., 13: 415–426.

Hubálek Z., Halouzka J., 1999. West Nile Fever—a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. Emerg. Infect. Dis., 5: 643–650. [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/5/5/99-0505\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/5/5/99-0505_article)

insecticides in mosquitoes exposed to UV-A. Aquatic Toxicology, Volumes 140–141, 15 September Pages 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.07.004>

Invasive Species Specialist Group, 2009. Global Invasive Species Database—*Aedes albopictus*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=109&fr=1&sts=sss&lang=EN>

Ishak I.H., Jaal Z., Ranson H., Wondji C., 2015. Contrasting patterns of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in the dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Malaysia. Parasites & Vectors, 8:181.

ISPRA 2022. I biocidi Il principio di precauzione nella lotta alla zanzara tigre SPRA, Quaderni Natura e Biodiversità 17/2022 ISBN 978-88-448-1095. [https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/quaderni/quad\\_natbio\\_17\\_22\\_biocidi.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/quaderni/quad_natbio_17_22_biocidi.pdf)

ISPRA, 2015. Impatto sugli ecosistemi e sugli esseri viventi delle sostanze attive sintetiche

utilizzate nella profilassi anti - zanzara. ISPRA Quaderni Ambiente e Società 10/2015. <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/impatto-sugli-ecosistemi-e-sugli-esseri-viventi-delle-sostanze-sintetiche-utilizzati-nella-profilassi-anti-zanzara> Quaderni Ambiente e Società 10/2015

Jansen S., Cadar D., Lühken R., Pfitzner W.P., Jöst H., Oerther S., Helms M., Zibrat B., Kliemke K., Becker N., Vapalahti O., Rossini G., Heitmann A., 2021. Vector Competence of the Invasive Mosquito Species *Aedes koreicus* for Arboviruses and Interference with a Novel Insect Specific Virus. *Viruses*. 13(12):2507. doi: 10.3390/v13122507. <https://www.mdpi.com/1999-4915/13/12/2507>

Jansen S., Heitmann A., Lühken R., Leggewie M., Helms M., Badusche M., Rossini G., Schmidt-Chanasit J., Tannich E., 2019. *Culex torrentium*: A Potent Vector for the Transmission of West Nile Virus in Central Europe. *Viruses*, 11(6):492. doi: 10.3390/v11060492. PMID: 31146418; PMCID: PMC6630772.

Jetten T.H., Takken W., 1994. Anophelism without malaria in Europe: a review of the ecology and distribution of the genus *Anopheles* in Europe. *Wageningen Agric Univ Pap.*;94:5.

Johansen, C.A., Lindsay, M.D., Harrington, SA., Whelan P.I., Russell R.C., Broom, A.K., 2005: First record of *Aedes (Aedimorphus) vexans vexans* (Meigen) in Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 21:222-224. <https://digitallibrary.health.nt.gov.au/prodjspu/bitstream/10137/196/1/First%20record%20of%20Aedes%20%28aedimorphus%29%20vexans%20vexans%20in%20Australia%202005.pdf>

Joubert L., Oudar J., Mouchet J., Hannoun C., 1967. Transmission de la myxomatose par les moustiques en Camargue: Rôle prééminent d'*Aedes caspius* et des *Anophèles* du groupe *maculipennis*. *Bull. Acad. Vet. Fr.* 40: 315–322.

Kamgang B., Marcombe S., Chandre F., Nchoutpouen E., Nwane P., Etang J., Corbel V., Paupy C., 2011. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Central Africa, *Parasites & Vectors*, 4:79. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-4-79>

Kampen H., Proft J., Etti S., Maltezos E., Pagonaki M., Maier W.A., et al., 2003. Individual cases of autochthonous malaria in Evros Province, northern Greece: entomological aspects. *Parasitol Res.*;89:252–8. <https://doi.org/10.1007/s00436-002-0746-9>.

Kasap H., 1990. Comparison of experimental infectivity and development of *Plasmodium vivax* in *Anopheles sacharovi* and *An. superpictus* in Turkey. *Am J Trop Med Hyg.*, 42:111–7. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1990.42.111>

Kavran M, Zgomba M, Weitzel T, Petric D, Manz C, Becker N. Distribution of *Anopheles daciae* and other *Anopheles maculipennis* complex species in Serbia. *Parasitol Res.* 2018;117:3277–87. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6028-y>.

Kenyeres Z, Bauer N, Tóth S, Sáringer-Kenyeres T., 2011. Habitat requirements of mosquito larvae.

Romanian Journal of Biology-Zoology.;56(2):147–162.

Khan U.M., Gudlavalleti A., 2023. La Crosse Encephalitis. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 32965919. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32965919/>

Khlyap LA, Warshavsky AA. Synanthropic and agrophilic rodents as invasive alien mammals. Russ J Biol Invasions 2010; 1:301–312. [https://www.researchgate.net/publication/225491698\\_Synanthropic\\_and\\_agrophilic\\_rodents\\_as\\_invasive\\_alien\\_mammals](https://www.researchgate.net/publication/225491698_Synanthropic_and_agrophilic_rodents_as_invasive_alien_mammals)

Kioulos I., Kampouraki A., Morou E., Skavdisc G., Vontas J., 2014. Insecticide resistance status in the major West Nile virus vector *Culex pipiens* from Greece, Pest Management Science, 70:623–627. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.3595>

Knudsen A.B., Sloof R., 1992. Vector borne disease problems in rapid urbanization. Bulletin of the World Health Organization, 70 (1):1-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2393336/>

Konečný A, Estoup A, Duplantier J, Bryja J, et al. Invasion genetics of the introduced black rat (*Rattus rattus*) in Senegal. West Africa. Mol Ecol 2013; 22:286–300. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23206272/>

Kosoy M, Khlyap L, Cosson JF, Morand S. Aboriginal and invasive rats of genus *Rattus* as hosts of infectious agents. Vector Borne Zoonotic Dis. 2015 Jan;15(1):3-12. doi: 10.1089/vbz.2014.1629. PMID: 25629775. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25629775/>

Kucheruk VV, Lapschov VA. Transoceanic area of the black rat (*Rattus rattus* L.). Zool Zh 1994; 73:179–193.

Kuhlisch C, Kampen H, Walther D. Rediscovery of *Culex* (*Neoculex*) *martinii* Medschid, 1930 (Diptera, Culicidae) in Germany. Parasitol Res. 2018 Oct;117(10):3351-3354. doi: 10.1007/s00436-018-6056-7.

Kurucz K., Manica M., Delucchi L., Kemenesi G., Marini G., 2020. Dynamics and Distribution of the Invasive Mosquito *Aedes koreicus* in a Temperate European City. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(8):2728. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/8/2728>

Lack J.B., Hamilton M.J., Braun J.K., Mares M.A., et al., 2013. Comparative phylogeography of invasive *Rattus rattus* and *Rattus norvegicus* in the U. S. reveals distinct colonization histories and dispersal. Biol Invasions; 15:1067–1087

Lebl K., Zittra C., Silbermayr K., Obwaller A., Berer D., Brugger K., Walter M., Pinior B., Fuehrer H.P., Rubel F., 2015. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) and their relevance as disease vectors in the city of Vienna, Austria. Parasitol Res., 114(2):707-13. doi: 10.1007/s00436-014-4237-6. Epub 2014 Dec 3. PMID: 25468380; PMCID: PMC4303709.

Lee DE, Kim HC, Chong ST, Klein TA, Choi KS, Kim YH, Kim JH, Lee SH. 2020. Regional and seasonal detection of resistance mutation frequencies in field populations of *Anopheles Hyrcanus* Group

and *Culex pipiens* complex in Korea. *Pestic Biochem Physiol* 164: 33– 39.

Lee S.H., Nam K.W., Jeong J.Y., Yoo S.J., Koh Y.S., Lee S., Heo S.T., Seong S.Y., Lee K.H., 2013. The effects of climate change and globalization on mosquito vectors: evidence from Jeju Island, South Korea on the potential for Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) influxes and survival from Vietnam rather than Japan. *PLoS One*, 8(7):e68512.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0068512>

Liu H., Cupp E.W., Guo A., Liu N., 2004b. Insecticide resistance in Alabama and Florida mosquito strains of *Aedes albopictus*. *Journal of Medical Entomology*, 41:946–952.

<https://academic.oup.com/jme/article/41/5/946/990781?login=true>

Lühken R., Pfitzner W.P., Börstler J., Garms R., Huber K., Schork N., Steinke S., Kiel E., Becker N., Tannich E., Krüger A., 2014. Field evaluation of four widely used mosquito traps in Central Europe. *Parasites & Vectors*, 7:268.

<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-7-268>

Lustro G. (a cura di), 2003. Linee guida per l'organizzazione e la gestione delle attività di disinfezione e disinfestazione da ratti e zanzare. Iniziativa editoriale afferente al Piano Triennale dei Servizi di Igiene e Sanità Pubblica (SISP). Schede Tecniche Specifiche e Trasversali. Approvazione (D.G.R. Veneto n. 3015 del 10 ottobre 2003).

[www.entostudio.com/wp-content/uploads/2013/08/down-3.pdf](http://www.entostudio.com/wp-content/uploads/2013/08/down-3.pdf)

Mackenzie Impoinvil L., Impoinvil D.E., Galbraith S.E., Dillon R.J., Ranson H., Johnson N., Fooks A.R., Solomon T., Baylis M., 2015. Evaluation of a temperate climate mosquito, *Ochlerotatus detritus* (= *Aedes detritus*), as a potential vector of Japanese encephalitis virus. *Med. Vet. Ent.* 29(1): 1-9.

Madreseh-Ghahfarokhi S., Pirali Y., Dehghani-Samani A., Dehghani-Samani A., 2018. The insecticidal and repellent activity of ginger (*Zingiber officinale*) and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) essential oils against *Culex theileri* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae). *Ann Parasitol.*, 64(4):351-360. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30738419/>

Mancini G., Montarsi F., Calzolari M., Capelli G., Dottori M., Ravagnan S., et al., 2017. Mosquito species involved in the circulation of West Nile and Usutu viruses in Italy. *Vet Ital.*;53:97–110.

<https://doi.org/10.12834/VetIt.114.933.4764.2>.

Manoj R.R.S., Latrofa M.S., Cavalera M.A., Mendoza-Roldan J.A., Maia C., Otranto D., 2021. Molecular detection of zoonotic filarioids in *Culex* spp. from Portugal. *Med Vet Entomol.*, 35(3):468-477. doi: 10.1111/mve.12524. Epub 2021 May 4. PMID: 33948978; PMCID: PMC8453905.

Marchi A., Munstermann L.E., 1987. The mosquitoes of Sardinia: species records 35 years after the malaria eradication campaign. *Medical and Veterinary Entomology*, 1:89-96.

Marcombe S., Farajollahil A., Healy S.P., Clark G.G., Fonseca D.M., 2014. Insecticide resistance status of United States populations of *Aedes albopictus* and mechanisms involved. *PLoS One*, 9:

e101992.

<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0101992&type=printable>

Marshall JF. 1933. An inland record of *Aedes detritus* Haliday (Diptera, Culicidae). *Nature* 132(3325): 135

Martínez-Barciela Y, Polina A, Garrido J. Ecology and diversity of mosquito larvae in ponds and lagoons of Northwestern Spain. *Med Vet Entomol.* 2024 Mar;38(1):38-47. doi: 10.1111/mve.12693. Epub 2023 Sep 13. PMID: 37702244. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37702244/>

Martínez-De La Puente J., Moreno-Indias I., Hernández-Castellano L.E., Argüello A., Ruiz S., Soriguer R., Figuerola J., 2012. Host-feeding pattern of *Culex theileri* (Diptera: Culicidae), potential vector of *Dirofilaria immitis* in the Canary Islands, Spain. *Journal of Medical Entomology*, 49(6):1419-23. <https://academic.oup.com/jme/article/49/6/1419/964959?login=true>

Medlock J.M., Hansford K.M., Schaffner F., Versteirt V., Hendrickx G., Zeller H., Van Bortel W., 2012. A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(6):435-447. <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/vbz.2011.0814>

Medlock J.M., Snow K.R., Leach S., 2005. Potential transmission of West Nile virus in the British Isles: an ecological review of candidate mosquito bridge vectors. *Medical and Veterinary Entomology*, 19: 2-21. <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0269-283X.2005.00547.x>

Merdić E., 2013. Mosquitoes vectors of West Nile Virus in Croatia. *Medical Sciences*, 39: 115-122. <https://hrcak.srce.hr/file/161755#:~:text=Croatian%20fauna%20consists%20of%2050,risk%20are a%20for%20WNV%20transmission>

Miles J.A., 1964. Some ecological aspects of the problem of arthropod-borne animal viruses in the Western Pacific and South-East Asia regions. *Bull World Health Organ.*, 30(2):197-210. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2554795/>

Ministero della Salute, Direzione Generale Prevenzione Sanitaria. Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2025. [https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_notizie\\_5029\\_0\\_file.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_notizie_5029_0_file.pdf)

Mitchell C.J., 1995. The role of *Aedes albopictus* as an arbovirus vector. *Parassitologia*, 37:109-113.

Mixão V., Bravo Barriga D., Parreira R., Novo M.T., Sousa C.A., Frontera E., Venter M., Braack L., Almeida A.P., 2016. Comparative morphological and molecular analysis confirms the presence of the West Nile virus mosquito vector, *Culex univittatus*, in the Iberian Peninsula. *Parasit Vectors*. 2016 Nov 25;9(1):601. doi: 10.1186/s13071-016-1877-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27884174/>

Montarsi F., Ciocchetta S., Devine G., Ravagnan S., Mutinelli F., Frangipane di Regalbono A., Otranto D., Capelli G., 2015. Development of *Dirofilaria immitis* within the mosquito *Aedes*

(Finlaya) koreicus, a new invasive species for Europe. *Parasites & Vectors*, 8:177. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-0800-y>

Montarsi F., Martini S., Dal Pont M., Delai N., Ferro Milone N., Mazzucato M., Soppelsa F., Cazzola L., Cazzin S., Ravagnan S., Ciocchetta S., Russo F., Capelli G., 2013. Distribution and habitat characterization of the recently introduced invasive mosquito *Aedes koreicus* [*Hulecoeteomyia koreica*], a new potential vector and pest in north-eastern Italy. *Parasites & Vectors*, 6:292. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-292>

Musella C., Testa A., Laguzzi A., Piovesan F., Sattanino G., Goi R., Marotta V., Griglio B., 2007 Linee guida per un corretto controllo delle infestazioni da insetti e animali indesiderati. Ce.I.R.S.A. ASL 8 Chieri (TO). [https://www.agraria.unirc.it/documentazione/materiale\\_didattico/1462\\_2021\\_521\\_39300.pdf](https://www.agraria.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1462_2021_521_39300.pdf)

Musser G.G., Carlton M.D., 2005. Superfamily Muroidea. In: Wilson DE, Reeder DM, eds. *Mammal Species of the World*, 3rd ed. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press, pag. 894–1531

Naumenko A.N., Karagodin D.A., Yurchenko A.A., Moskaev A.V., Martin O.I., Baricheva E.M, et al., 2020. Chromosome and genome divergence between the cryptic Eurasian malaria vector-species *Anopheles messeae* and *Anopheles daciae*. *Genes*;11:165. <https://doi.org/10.3390/genes11020165>.

Neiderud C.-J., 2015. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1). <https://doi.org/10.3402/iee.v5.27060>

Nowak R. *Walker's Mammals of the World*, vol. 2., 6th ed. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1999:1936 pp.

OECD, 2014. Guidance document for single laboratory validation of quantitative analytical methods - guidance used in support of pre-and-post-registration data requirements for plant protection and biocidal products. Series on Testing & Assessment n. 204, Series on Biocides N. 9. [https://one.oecd.org/document/env/jm/mono\(2014\)20/en/pdf](https://one.oecd.org/document/env/jm/mono(2014)20/en/pdf)

OECD, 2016. Guidance document for storage stability testing of plant protection and biocidal products. Series on Testing & Assessment n. 223, Series on Biocides N. 10 [https://one.oecd.org/document/env/jm/mono\(2015\)32/en/pdf](https://one.oecd.org/document/env/jm/mono(2015)32/en/pdf)

Osório H.C., Zé-Zé L., Amaro F., Nunes A., Alves M.J., 2014 Sympatric occurrence of *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) biotypes *pipiens*, *molestus* and their hybrids in Portugal, Western Europe: feeding patterns and habitat determinants. *Medical and Veterinary Entomology*, 28(1):103-9. <https://doi.org/10.1111/mve.12020>

Paaijmans K, Brustollin M, Aranda C, Eritja R, Talavera S, et al., 2019. Phenotypic insecticide resistance in arbovirus mosquito vectors in Catalonia and its capital Barcelona (Spain). *PLOS ONE*, 14(7):e0217860. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217860>

Pagès M, Bazin E, Galan M, Chaval Y, et al. Cytonuclear discordance among Southeast Asian black rats (*Rattus rattus* complex). *Mol Ecol* 2013; 22:1019–1034.

Pampiglione S., Canestri Trotti G., Rivasi F., 1995. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria* (Nochtiella) repens: review of world literature. *Parassitologia*, 37: 149-193.

Pantaleoni R.A., 1996. Proposta di un indice di disturbo e di una soglia d'intervento per trattamenti adulticidi nella lotta alle zanzare. *Disinfestazione & Igiene ambientale*, 13(2): 27-32. [https://www.academia.edu/3598432/PANTALEONI\\_R\\_A\\_1996\\_Proposta\\_di\\_un\\_indice\\_di\\_disturbo\\_e\\_di\\_una\\_soglia\\_d\\_intervento\\_per\\_trattamenti\\_adulticidi\\_nella\\_lotta\\_alle\\_zanzare\\_Disinfestazione\\_and\\_Igiene\\_ambientale\\_Milano\\_13\\_2\\_27\\_32](https://www.academia.edu/3598432/PANTALEONI_R_A_1996_Proposta_di_un_indice_di_disturbo_e_di_una_soglia_d_intervento_per_trattamenti_adulticidi_nella_lotta_alle_zanzare_Disinfestazione_and_Igiene_ambientale_Milano_13_2_27_32)

Park SH, Jun H, Ahn SK, Lee J, Yu SL, Lee SK, Kang JM, Kim H, Lee H, Hong SJ, Na BK, Bahk Y, Kim TS. 2020. Monitoring insecticide resistance and target site mutations of L1014 Kdr and G110 ACE alleles in five mosquito populations in Korea. *Korean J Parasitol* 58: 543– 550.

Patz J.A., Githeko A.K., McCarty J.P., Hussein S., Confalonieri U., de Wet N., 2003. Climate change and infectious diseases. In: McMichael A.J., Campbell-Lendrum D.H., Corvalán C.F., Ebi K.L., Githeko A.K., Scheraga J.D. Woodward A. (eds.), *Climate change and human health - Risks and responses*. World Health Organization, Geneva. <https://www.eird.org/isdr-biblio/PDF/Climate%20change%20and%20human%20health%20risks.pdf>

Paupy C., Delatte H., Bagny L, et al., 2009. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light. *Microbes and Infection*, 11:1177–1185. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1286457909001051?via%3Dihub>

Peus, F. 1970. Bemerkenswerte Muecken am Tegeler Fliess. *Berliner Natur schutzblaetter*, Special Number (May): 18-26, illus.

Peus, F. 1972. Ueber das subgenus *Aedes* sensu stricto in Deutschland (Diptera, Culicidae). *Leitschrift fuer angewandte Ent.*, 72:177-194, illus.

Pezzella M., Lillini E., Sturchio E., Ierardi L.A., et al., 2004. Leptospirosis survey in wild rodents living in urban areas of Rome. *Annali di igiene: medicina preventiva e di comunita*, 16:721–726

Philbert A., Ijumba J.N., 2013. Preferred breeding habitats of *Aedes Aegypti* (Diptera Culicidae) Mosquito and its public health implications in Dares Salaam, Tanzania. *Journal of Environmental Research and Management*, 4(10): 0344-0351. Available online [http://www.e3journals.org/cms/articles/1387369464\\_Philbert%20and%20Ijumba.pdf](http://www.e3journals.org/cms/articles/1387369464_Philbert%20and%20Ijumba.pdf)

Pichler V., Bellini R., Veronesi R., Arnoldi D., Rizzoli A., Lia R.P., Otranto D., Montarsi F., Carlin S., Ballardini M., Antognini E., Salvemini M., Brianti E., Gaglio G., Manica M., Cobre P., Serini P., Velo E., Vontas J., Kioulos I., Pinto J., Della Torre A., Caputo B., 2018. First evidence of resistance to pyrethroid insecticides in Italian *Aedes albopictus* populations 26 years after invasion. *Pest Management Science*, 74(6):1319- 1327. doi: 10.1002/ps.4840.

Pichler V., Bellini R., Veronesi R., Arnoldi D., Rizzoli A., Lia R.P., Otranto D., Montarsi F., Carlin S., Ballardini M., Antognini E., Salvemini M., Brianti E., Gaglio G., Manica M., Cobre P., Serini P., Velo E., Vontas J., Kioulos I., Pinto J., Della Torre A., Caputo B., 2018. First evidence of resistance to pyrethroid insecticides in Italian *Aedes albopictus* populations 26 years after invasion. *Pest*

Management Science, 74(6):1319-1327. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.4840>

Pilaski J., Mackenstein H., 1985. Isolation of Tahyna virus from mosquitoes in two different European natural foci [in German]. Zentralbl. Bakteriell. Mikrobiol. Hyg. 1. Abt. Orig. B, Hyg. 180: 394–420.

Ponçon N., Balenghien T., Toty C., Ferré J.B, Thomas C., Dervieux A., L'Ambert G., Schaffner F., Bardin O., Fontenillec D., 2007b. Effects of Local Anthropogenic Changes on Potential Malaria Vector *Anopheles hyrcanus* and West Nile Virus Vector *Culex modestus*, Camargue, Francia. Emerging Infectious Diseases, 13(12): 1810–1815. [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/12/07-0730\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/12/07-0730_article)

Ponçon N., Toty C., L'Ambert G., Le Goff G., Brengues C., Schaffner F., Fontenille D., 2007a. Biology and dynamics of potential malaria vectors in southern France. Malaria Journal, 6: 18. <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2875-6-18>

Ponlawat A., Scott J.G., Harrington L.C., 2005. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. Journal of Medical Entomology, 42:821–825.

Porretta D., 2007. Pianificazione di strategie di controllo della zanzara *Ochlerotatus caspius* in Nord Italia attraverso un approccio genetico-molecolare. Università degli Studi della Tuscia di Viterbo Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile (Decos). Corso di Dottorato di Ricerca Ecologia e Gestione delle Risorse Biologiche XIX Ciclo

Ramos H.C., Ribeiro H., Novo M.T., 1992. Mosquito ecology in Southeastern Portugal, an area receptive to african horsesickness. Bulletin of the Society for Vector Ecology, 17(2):85-93.

Ramsdale C.D., Snow K.R., 2000. Distribution of the genus *Anopheles* in Europe. European Mosquito Bulletin, 7:1-26.

Reinert J.F. 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. Journal of the American Mosquito Control Association, 16 (3): 175-188.

Rinkevich F.D., Zhang L., Hamm R.L., Brady S.G., Lazzaro B.P., Scott J.G., 2006. Frequencies of the pyrethroid resistance alleles of *Vssc1* and *CYP6D1* in house flies from the eastern United States, Insect Mol. Biol. 15 157–167.

Rioux J.A., 1958. Encyclopédie Entomologique. 35. Les Culicides du "Midi" méditerranéen. Étude systématique et écologiques. Paul Lechevalier, Paris, 303 pp.

Rochlin I., Ninivaggi D.V., Hutchinson M.L., Farajollahi A., 2013. Climate Change and Range Expansion of the Asian Tiger Mosquito (*Aedes albopictus*) in Northeastern USA: Implications for Public Health Practitioners. *PLoS ONE*, 8(4): e60874. doi:10.1371/journal.pone.0060874

Romi R., 1999. *Anopheles labranchiae*, an important malaria vector in Italy, and other potential malaria vectors in Southern Europe. Eur. Mosq. Bull., 1 (4):8-10.

- Romi R., 2001. *Aedes albopictus* in Italia: un problema sanitario sottovalutato. *Annali Istituto Superiore Sanità*, 37(2):241-247. <http://www.iss.it/binary/publ/publi/372241.1108978978.pdf>
- Romi R., Di Luca M., Majori G., 1999. Current status of *Aedes albopictus* and *Aedes atropalpus* in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 15(3):425-7.
- Romi R., Khoury C., Bianchi R., Severini F., 2012. Artropodi di interesse sanitario in Italia e in Europa. *Rapporti ISTISAN*, 12/41.
- Romi R., Pierdominici G., Severini C., Tamburro A., Cocchi M., Menichetti D., Pili E., Marchi A., 1997b. Status of malaria vectors in Italy. *J Med Entomol*, 34(3):263-271.
- Romi R., Pontuale G. & Sabatinelli G., 1997d. Le zanzare italiane: generalità e identificazione degli stadi preimaginali (Diptera, Culicidae). *Fragmenta entomologica*, 29 (suppl.): 1-141.
- Romi R., Pontuale G., Ciufolini M.G., Fiorentini G., Marchi A., Nicoletti L., Cocchi M., Tamburro A., 2004. Potential vectors of West Nile virus following an equine disease outbreak in Italy. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(1):14-9.
- Romi R., Sabatinelli G., 1997c. Diptera Culicidae. In *Gli Insetti di Roma*. M. Zapparoli (ed.), Comune di Roma, *Quaderni dell'Ambiente*, 6: 246-248.
- Romi R., Sabatinelli G., Giannuzzi Savelli L., Raris M., Zago M., Malatesta R., 1997e. Used tires imported from North America and invasion of *Aedes atropalpus* (Coquillett, 1902) in Italy. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 13 (3): 245-246.
- Romi R., Sabatinelli G., Majori G., 2001. Could Malaria Reappear in Italy? *Emerging Infectious Diseases*, 7(6):915-919.
- Romi R., Sabatinelli G., Savelli L.G., Raris M., Zago M., Malatesta R., 1997a. Identification of North American mosquito species *Aedes atropalpus* in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13(3): 245-6.
- Romi R., Severini C., Cocchi M., Tamburro A., Menichetti D., Pierdominici G., Majori G., 1992. *Anopheles* in Italy: distribution on rice lands in the provinces of Grosseto and Siena. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 28(4): 527-531.
- Romi R., Severini F., Toma L., 2006. Cold acclimation and overwintering of female *Aedes albopictus* in Roma. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22 (1):149-51.
- Romi R., Toma L., Severini F., Di Luca M., Boccolini D., Ciufolini M.G., Nicoletti L., Majori G., 2009. Linee guida per il controllo di Culicidi potenziali vettori di arbovirus in Italia., *Rapporti ISTISAN 09/11*, 52 p., Istituto Superiore di Sanità.
- Ryu J, Hwang DU, Bae YJ, Lee SH, Kim YH, Lee SY, Jung HY, Choi KS. 2019. Preliminary report of knockdown resistance in *Culex pipiens pallens* and *Aedes koreicus* from Korea. *Entomol Res* 49: 432- 435.
- Sabatini A., Coluzzi M., Lanfranchi P., 1981. Sulla presenza in Italia settentrionale di *Aedes*

(*Ochlerotatus*) *cantans*. *Parassitologia*, 23: 244-245.

Sabatini A., Terranova F., Cianchi R., Coluzzi M., 1981. Ricerche sull' anofelismo delle fiumiere della costa ionica calabrese. *Parassitologia*, 23:245-249.

Santa-Ana M., Khadem M., Capela R., 2006. Natural infection of *Culex theileri* (Diptera: Culicidae) with *Dirofilaria immitis* (Nematoda: Filarioidea) on Madeira Island, Portugal. *Journal of Medical Entomology*, Jan;43(1):104-6.

Schaffner F., 1998. A revised checklist of the French Culicidae. *European Mosquito Bulletin*, 2:1-9.

Schaffner F., Angel G., Geoffrey B., Hervy J.-P., Rhaiem A., Brunhes J., 2001. The mosquitoes of Europe. CD-ROM. Montpellier: Institut de Recherche pour le Développement/Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral (EID) Méditerranée 2001.

Schaffner F., Thiéry I., Kaufmann C., Zettor A., Lengeler C., Mathis A., Bourgouin C., 2012. *Anopheles plumbeus* (Diptera: Culicidae) in Europe: a mere nuisance mosquito or potential malaria vector? *Malaria Journal*, 11:393.

Senevet G., Andarelli L., 1956. Les anophèles de l'afrique du nord et du bassin mediterranéen. *Encyclopédie entomologique, Série A*, 33. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 280 pp.

Sergent E., Sergent E., 1905. Les Insectes piqueurs inoculateurs de maladies infectieuses dans l'Afrique du Nord. In: *Comptes Rendus du Congrès de Sociétés Savantes (Sciences)*, Imprimerie Nationale, Paris

Severini F., Rossi C., Di Luca M., Toma L., Boccolini D., Fortuna C., Bucci P., Ciufolini M., Nicoletti L., Romi R., Di Domenicantonio R., 2011. Sorveglianza entomologica e dati preliminari di un'indagine virologica condotta nella città di Roma. Sessione VII - Entomologia medico-veterinaria e forense. Presentazioni Posters. *Atti del XXIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, Genova, 13-16 giugno 2011, pag. 269.  
<https://www.accademiaentomologia.it/wp-content/uploads/2020/03/XXIII-CNIE-Genova-13-16-giugno-2011-ISBN.pdf>

Severini F., Toma L., Di Luca M., 2022, Zanzare in Italia: raccolta, identificazione e conservazione delle specie più comuni. *Rapporti ISTISAN 22/3*.  
<https://www.iss.it/documents/20126/6682486/22-3+web.pdf/6a54efd2-9b96-88fc-20a3-eff1b2537754?t=1648457987276>

Severini F., Toma L., Di Luca M., Romi R., 2009. Le zanzare italiane: generalità e identificazione degli adulti (Diptera, Culicidae). *Fragmenta entomologica*, Roma, 41 (2): 213-372.  
[https://www.researchgate.net/publication/287849259\\_Le\\_zanzare\\_italiane\\_Generalita\\_e\\_identificazione\\_degli\\_adulti\\_Diptera\\_Culicidae](https://www.researchgate.net/publication/287849259_Le_zanzare_italiane_Generalita_e_identificazione_degli_adulti_Diptera_Culicidae)

Shin EH, Kim NJ, Kim HK, Park C, Lee DK 2012. Resistance of field-collected populations of *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae) to insecticides in the Republic of Korea. - *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 1- 4., - Elsevier.

Sivan A., Shriram A.N., Sunish I.P., Vulhya P.T., 2015. Studies on insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* (Linn) and *Aedes albopictus* (Skuse) vectors of dengue and chikungunya in Andaman and Nicobar Islands, India. *Parasitology Research*, 114:4693–4702.

Snow K, Medlock JM. The mosquitoes of Epping Forest, Essex, UK. *Eur Mosq Bull.* 2008;26:9–17.

Special Programme for Research & Training in Tropical Diseases (TDR), 2006. Report of the Scientific Working Group meeting on Dengue. Geneva, 1–5 October 2006. [http://www.who.int/tdr/publications/documents/swg\\_dengue\\_2.pdf](http://www.who.int/tdr/publications/documents/swg_dengue_2.pdf)

Swellengreber N.H., 1954. On *Anopheles plumbeus*. *Rivista di Parassitologia*, 15:667–669.

Szentpáli-Gavallér K, Antal L, Tóth M, Kemenesi G, Soltész Z, Dán A, Erdélyi K, Bányai K, Bálint A, Jakab F, Bakonyi T. Monitoring of West Nile virus in mosquitoes between 2011-2012 in Hungary. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2014 Sep;14(9):648-55. doi: 10.1089/vbz.2013.1549. PMID: 25229703; PMCID: PMC4171116.

Tatem A.J., Hay S.I., Rogers D.J., 2006. Global traffic and disease vector dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 103:6242-6247. DOI: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0508391103>

Tetreau G, Chandor-Proust A, Faucon F, Stalinski R, Akhouayri I, Prud'homme S. M, Raveton M., Reynaud S. 2013 Contrasting patterns of tolerance between chemical and biological

Tollenaere C., Brouat C., Duplantier J.-M., Rahalison L., et al., 2010. Phylogeography of the introduced species *Rattus rattus* in the western Indian Ocean, with special emphasis on the colonization history of Madagascar. *J Biogeog*; 37:398–410.

Toma L, Severini F, Romi R, Goffredo M, Torina A, Di Luca M. 2020. Checklist of the mosquito species from four Sicilian Islands: Lampedusa, Linosa, Ustica and Pantelleria. *J Entomol Acarol Res*; 52:8968. doi: 10.4081/jear.2020.8968

Toma L., 2004. Dati preliminari sui Culicidae (Diptera). Invertebrati di una foresta della pianura padana Bosco della Fontana, Secondo contributo. *Conservazione Habitat Invertebrati*, 3:205-211.

Toma L., Cipriani M., Goffredo M., Romi R., Lelli R., 2008. Primo report sull'attività entomologica condotta nell'ambito del piano nazionale per la sorveglianza della West Nile disease in Italia. *Veterinaria Italiana*, 44 (3):483 497.

Toma L., Severini F., Cipriani M., Romi R., Di Luca M., 2013. Note su alcune specie di zanzare poco diffuse in Italia (Diptera, Culicidae). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 68 (1-4): 37-50.

Uusitalo R., Siljander M., Culverwell C.L., Hendrickx G., Lindén A., Dub T., Aalto J., Sane J., Marsboom C., Suvanto M.T., Vajda A., Gregow H., Korhonen E.M., Huhtamo E., Pellikka P., Vapalahti O., 2021. Predicting Spatial Patterns of Sindbis Virus (SINV) Infection Risk in Finland Using Vector, Host and Environmental Data. *Int J Environ Res Public Health.*, 18(13):7064. doi: 10.3390/ijerph18137064. PMID: 34281003; PMCID: PMC8296873.

Valenti M., 1965. Mosquito control in the Municipality of Rome. *Ann Sanità Pubblica*, 26(5):1223-39.

Vector mosquitoes. Second edition. Geneva, Switzerland.

Versteirt V., Ducheyne E., Schaffner F., Hendrickx G., 2013. Systematic literature review on the geographic distribution of Rift Valley Fever vectors in Europe and the neighbouring countries of the Mediterranean Basin. EFSA Supporting Publications. 10. 10.2903/sp.efsa. 2013.EN-412.

Werner D., Kampen H., 2015. *Aedes albopictus* breeding in southern Germany, 2014. *Parasitology Research*, 114(3):831-4. doi: 10.1007/s00436-014-4244-7. Epub Dec 3. PMID: 25468383.

Werner D., Zielke D.E., Kampen H., 2016. First record of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasitology Research*, 115(3):1331-4. doi: 10.1007/s00436-015-4848-6. Epub 2015 Nov 28. PMID: 26614356.

World Health Organization (WHO), 2008. Mosquitoes of the genus *Anopheles* in countries of the WHO European Region having faced a recent resurgence of malaria. Regional research project, 2003–2007. WHO: Copenhagen.

[https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/98763/E92010.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/98763/E92010.pdf). Accessed 30 Nov 2020.

World Health Organization 2006. Pesticides and their Application for the Control of Vectors and Pests

World Health Organization. 2016. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria

Zamburlini R. 1996a. Primi reperti di *Aedes (Ochlerotatus) sticticus* (Meigen) (Diptera: Culicidae) nella pianura Padano-Veneta. *Parassitologia*, 38: 555-558.

Zamburlini R. 1996b. Un culicide nuovo per l'Italia: *Aedes (Ochlerotatus) annulipes* (Meigen) (Diptera: Culicidae). *Parassitologia*, 38: 491-494

Zamburlini R. 1996c. Recent additions to the mosquito fauna (Diptera: Culicidae) of Northeast Italy. Abstract VII EMOP, Parma, 1-7 August 1996: 127.

Zamburlini R., Cargnus E., 1998. Osservazioni sul sottogenere *Aedes* (genere *Aedes* Meigen) nell'Italia nord-orientale e primi reperti italiani di *Aedes geminus* Peus. *Parassitologia*, 40:297-303.

Zamburlini R., Cargnus E., 2009. I Culicidi del Friuli Venezia Giulia: specie e ambienti. Proc. XXII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia Ancona 15-18 Giugno 2000, pag. 72.

Zamburlini R., Cargnus E., 2015. First Records of *Aedes koreicus* (Diptera, Culicidae) in the Friuli Venezia Giulia Region (North-Eastern Italy). *Gortania*, 36:87-90.

Zayed A.B., Szumlas D.E., Hanafi H.A., Fryauff D.J., Mostafa A.A., Allam K.M. et al., 2006. Use of bioassay and microplate assay to detect and measure insecticide resistance in field populations of *Culex pipiens* from filariasis endemic areas of Egypt. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22:473–482.

## Sitografia

Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/>

European Centre for Disease Prevention and Control. <https://www.ecdc.europa.eu/en>

IPLA. Lotta alle zanzare in Piemonte. <https://zanzare.ipla.org/index.php/it/specie-di-zanzare>

## Origine delle foto

*Aedes albopictus*: Wikimedia Commons

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Aedes\\_albopictus#/media/](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Aedes_albopictus#/media/)

[File:Aedes Albopictus.jpg](#)

*Aedes atropalpus*: gbif.org.

<https://www.gbif.org/tools/zoom/simple.html?src=//api.gbif.org/v1/image/cache/occurrence/1846956926/media/ac2bd80a16dc2a2ea37a0caa4342d5a5>

*Aedes japonicus*: Mosquito alert. <https://www.mosquitoalert.com/en/first-detection-of-aedes-japonicus-in-spain-thanks-to-citizen-scientists/>

*Anopheles hyrcanus*: da INaturalist. <https://guatemala.inaturalist.org/taxa/155393-Anopheles-hyrcanus>

*Anopheles maculipennis* complex: Wikimedia Commons.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Aedes\\_albopictus#/media/](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Aedes_albopictus#/media/)

[File:Aedes Albopictus.jpg](#)

*Aedes vexans*: Wikipedia.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Aedes\\_vexans#/media/File:Inland\\_Floodwater\\_Mosquito\\_\(48453978947\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Aedes_vexans#/media/File:Inland_Floodwater_Mosquito_(48453978947).jpg)

*Anopheles plumbeus*: European Centre for Disease Prevention and Control.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/anopheles-plumbeus>

*Culex pipiens*: Wikipedia.

[https://it.wikipedia.org/wiki/Culex\\_pipiens#/media/File:Culex\\_pipiens\\_2007-1.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Culex_pipiens#/media/File:Culex_pipiens_2007-1.jpg)

*Culex theileri*: gbif.org. <https://www.gbif.org/occurrence/4918740660>

*Culex torrentium*: gbif.org. <https://www.gbif.org/species/1653558>