

4. Aspetti metodologici

Diego Rubolini^a, Luca Ilahiane^a, Mattia Brambilla^a, Paolo Bonazzi^b,
Roberto Lardelli^c, Marco Sozzi^d, Marina Nova^e

DOI: 10.54103/milanoup.306.c721

4.1 Ambito territoriale e scala spaziale

Quale ambito territoriale per l'indagine è stata considerata la superficie comunale compresa all'interno dei confini geografici del Comune di Milano, che ha una superficie complessiva pari a 181,9 km² (<https://dati.comune.milano.it/>). Il territorio comunale è prevalentemente pianeggiante, con quote variabili tra 100 e 147 m s.l.m.. Al territorio comunale è stata sovrapposta una griglia formata da 200 celle di 1 x 1 km, che costituiscono le unità cartografiche utilizzate per rappresentare graficamente la distribuzione delle specie di uccelli nidificanti (Figura 4.1). Una griglia spaziale di lato 1 km rappresenta una scala spaziale idonea a rappresentare in maniera omogenea la distribuzione delle specie in un'area urbana molto estesa come quella del Comune di Milano, in linea con quanto realizzato in decine di atlanti urbani a livello nazionale (Dinetti et al. 1996; si veda anche Fraissinet 2017 per una rassegna esaustiva aggiornata) e internazionale (Luniak 2017). Essendo la scelta di una particolare griglia per la rappresentazione cartografica dei dati relativamente alla posizione geografica del territorio indagato del tutto arbitraria, per facilitare i confronti spazio-temporali nella distribuzione delle specie sul territorio di indagine si è deciso di utilizzare la griglia spaziale *ad hoc* adottata in precedenza per il progetto AViUM (Bonazzi et al. 2005) (si veda anche Paragrafo 4.6). In considerazione delle irregolarità dei confini municipali, al fine di escludere le celle meno rappresentative del territorio comunale, non sono state considerate quelle celle comprendenti una superficie di territorio comunale inferiore al 25% (Figura 4.1).

a. Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano; b. Associazione FaunaViva; c. FICEDULA - Associazione per lo studio e la conservazione degli uccelli della Svizzera italiana; d. Associazione EBN Italia; e. Associazione GuardaMI ETS – ORCID: Diego Rubolini, 0000-0003-2703-5783; Luca Ilahiane, 0000-0002-4745-6377; Mattia Brambilla, 0000-0002-7643-4652.

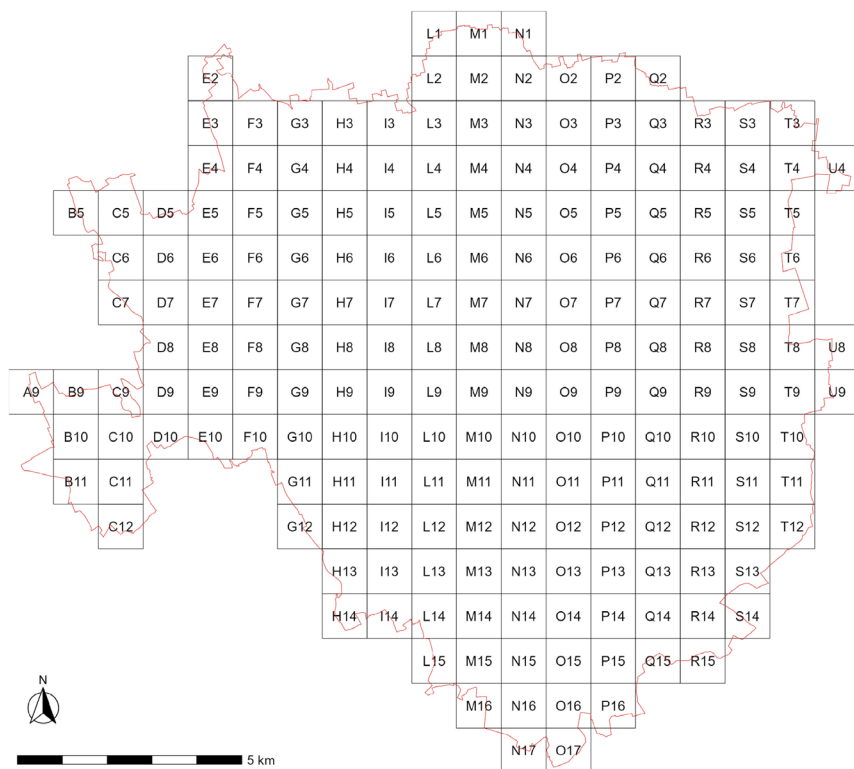


Figura 4.1. La griglia spaziale (celle 1×1 km) utilizzata per rappresentare la distribuzione delle specie nel contesto dei limiti territoriali del Comune di Milano (in rosso), con indicati i codici alfanumerici identificativi di ciascuna cella.

4.2 Dati ornitologici utilizzati

L'insieme dei dati utilizzati per la realizzazione delle mappe di distribuzione deriva dall'unione di diverse banche dati di osservazioni ornitologiche georeferenziate, costituite nell'ambito di numerosi progetti che hanno indagato l'avifauna nidificante del territorio del Comune di Milano tra il 2005 e il 2024 (si veda anche Capitolo 3), raccolte mediante diverse metodologie di indagine. L'elenco delle diverse banche dati e la loro consistenza numerica sono riportati in Tabella 4.1, mentre una breve descrizione degli scopi e delle metodologie di indagine adottate è riportata in Tabella 4.2.

Essendo il periodo temporale considerato pari a circa 20 anni, è stato necessario selezionare specifici periodi di riferimento entro cui definire la distribuzione delle specie nidificanti in città. Una finestra temporale unica, troppo ampia, avrebbe rischiato infatti di fornire un quadro non realistico sulla presenza delle

specie presenti attualmente e sulle variazioni temporali nella distribuzione, in quanto la distribuzione di una specie è soggetta a variazioni interannuali anche cospicue, determinate da dinamiche demografiche e mutamenti ambientali. È stato dunque considerato un periodo di cinque anni, compreso tra il 2020 e il 2024, per definire la distribuzione attuale degli uccelli a Milano, corrispondente alla durata del progetto GuardaMI (<https://guardami.unimi.it/>). Inoltre, con l'obiettivo di valorizzare i numerosi dati ornitologici raccolti in periodi precedenti, in particolare quelli relativi al progetto AViUM (Bonazzi et al. 2005), i cui risultati finora non erano mai stati pubblicati in maniera estesa, si è scelto di presentare i dati di distribuzione raccolti in un intervallo temporale precedente (sempre della durata di cinque anni) compreso tra il 2009 e il 2013, corrispondente al periodo in cui sono stati raccolti la gran parte dei dati relativi al progetto AViUM (si veda anche Capitolo 3).

Il confronto tra le distribuzioni attuali e quelle del recente passato ha lo scopo di fornire un quadro esaustivo e dinamico dell'avifauna milanese nell'arco degli ultimi 15 anni, che illustri i cambiamenti distributivi e che consenta di interpretare le dinamiche demografiche in atto. Complessivamente, a partire da un insieme di dati pari ad oltre 200.000 osservazioni (realizzate anche al di fuori del periodo riproduttivo e in anni non considerati nel presente atlante), le osservazioni ornitologiche utilizzate per realizzare il presente atlante sono state 59.657 (Tabella 4.1), la gran parte delle quali (80%) provenienti dalla piattaforma di scienza partecipata Ornitho.it e associate ai progetti GuardaMI e UrBio. Di queste, 44.273 sono relative ad osservazioni delle 80 specie nidificanti nei due periodi considerati e sono state effettivamente utilizzate per realizzare le mappe di distribuzione. Nel complesso, tali dati sono stati raccolti da oltre 300 osservatori. I nominativi degli osservatori che hanno contribuito con il maggior numero di segnalazioni, quando disponibili, sono riportati nella sezione *Ringraziamenti*.

Dal punto di vista qualitativo, i dati utilizzati per realizzare le mappe di distribuzione relative al primo periodo considerato (2009-2013) ($N = 16.813$) sono stati per una parte significativa (37%) raccolti mediante protocolli standardizzati quantitativi (rilievi condotti mediante punti d'ascolto della durata di 10 minuti, in cui tutte le specie contattate e la loro abbondanza numerica vengono riportate in maniera sistematica; Bibby et al. 2000) e in maniera omogenea sul territorio comunale (un rilievo per ciascuna cella della griglia da 1 km; Bonazzi et al. 2005) nell'ambito del progetto AViUM. La frazione di dati raccolti mediante protocolli standardizzati relativa al periodo 2020-2024 è invece limitata (7%), mentre la gran parte delle osservazioni si riferisce a dati raccolti in maniera non sistematica (cosiddette 'osservazioni di presenza'; Lardelli et al. 2022). Nel complesso, pur se lo sforzo di campionamento è stato differente nei due periodi, si ritiene che il maggior numero di dati complessivi con codice atlante utilizzati per realizzare le mappe relative al periodo 2020-2024 (33.347 rispetto a 15.767

nel periodo 2009-2013) compensi in buona parte la limitatezza di dati raccolti mediante protocolli standardizzati e in maniera non omogenea, rendendo le distribuzioni ottenute nei due periodi considerati sostanzialmente confrontabili per la grande maggioranza delle specie (eccezioni relative ad alcune specie verranno discusse caso per caso nel Capitolo 6).

La verifica della veridicità delle osservazioni utilizzate è un aspetto molto rilevante da considerare nei progetti di scienza partecipata (Koch et al. 2023). A meno di dati raccolti da professionisti o relativi a singole specie molto ben riconoscibili, tale verifica è stata effettuata secondo modalità differenti. Per i dati ricavati da Ornitho.it, il processo di validazione delle osservazioni è ben consolidato e condotto dal gruppo di validazione, un insieme di ornitologi esperti che svolge un enorme lavoro di controllo della qualità dei dati caricati dagli osservatori (si veda Lardelli et al. 2022). Viceversa, per quanto concerne i dati ottenuti da piattaforme non specializzate o utilizzate in maniera limitata dagli ornitologi e appassionati italiani, come iNaturalist ed eBird, i dati sono spesso archiviati senza una verifica esperta, o con una verifica semi-automatizzata e molto semplificata. Per queste banche dati, abbiamo pertanto ritenuto opportuno escludere quei dati che non disponessero di prove documentali a conferma della validità dell'identificazione (es. fotografie, registrazioni audio) o di conferme esplicite dell'identificazione da parte di un esperto.

Per fornire informazioni più complete relative all'ecologia delle specie di uccelli nidificanti sul territorio del Comune di Milano, a partire sempre dalle banche dati indicate in Tabella 4.1 nella loro versione più completa (comprendente anche osservazioni al di fuori del periodo riproduttivo, non associate ad un codice atlante; si veda Paragrafo 4.3), è stata inoltre analizzata la loro fenologia, intesa come andamento delle presenze delle specie nel territorio cittadino su base circannuale. Per ciascuna specie, sono stati pertanto identificati gli intervalli temporali (con una risoluzione temporale di 10 giorni) associati sia alla riproduzione delle specie nel contesto urbano (integrando dati associati a diverse fasi: dalla difesa del territorio, alla costruzione del nido e all'involo dei pulcini) sia alla semplice presenza della specie nei diversi periodi dell'anno (si veda Capitolo 6). La verosimiglianza dei periodi fenologici identificati è stata confrontata con le informazioni disponibili a scala nazionale (es. Pazzucconi 1997, Lardelli et al. 2022). Nella descrizione di ciascuna specie riportata nel Capitolo 6 viene pertanto illustrata graficamente la presenza della specie nelle diverse decadi dell'anno, evidenziando le decadi per le quali erano disponibili informazioni relative alla nidificazione (possibile, probabile, certa; si veda Paragrafo 4.3). Un quadro fenologico esaustivo, aggiornato e contestualizzato costituisce un riferimento importante per promuovere una gestione consapevole della biodiversità urbana, attenta al potenziale disturbo arrecato agli uccelli nel delicato periodo di nidificazione. A tal fine, si ricorda che è fatto divieto a chiunque di distruggere o danneggiare deliberatamente nidi e uova, nonché disturbare deliberatamente, le specie protette di uccelli (Art. 21 L. 157/1992).

Tabella 4.1. *Elenco delle banche dati utilizzate per la realizzazione del presente atlante. Per ogni banca dati viene riportata la data di ultimo aggiornamento, il periodo di riferimento dei dati utilizzati, il numero di osservazioni georeferenziate effettivamente utilizzate per realizzare le mappe di distribuzione e il riferimento al progetto nell'ambito del quali i dati sono stati raccolti ovvero all'archivio contenente i dati originali.*

Banca dati	Aggiornamento	Periodo	N osservazioni complessive	N osservazioni utilizzate	Riferimento
GuardaMI/UrBio	19/02/2025	2009-2024	109068	47452	https://guardami.unimi.it/ https://urbio.unimi.it/ https://www.ornitho.it/
AVIUM	31/12/2013	2009-2013	7340	6196	Bonazzi et al. (2005)
Ecosistema MUSA	31/12/2024	2023-2024	1675	1653	Banca dati MUSA
iNaturalist	24/02/2025	2011-2024	17099	1415	https://www.inaturalist.org/
BiodiverCity	31/12/2022	2022	1291	1253	https://www.progettonaturamonlus.org/biodiversity/
uBird	19/02/2025	2021	4016	1074	https://ubird.cbitalia.it/
WebApp GuardaMI	06/02/2025	2023-2024	659	195	https://guardami.unimi.it/
eBird	26/02/2025	2009-2024	65950	160	https://ebird.org/home
Monumenti Vivi	18/02/2025	2020-2023	159	159	http://www.monumentivivi.it/dove-sono-cartografia/milano-siti-riproduttivi/

Tabella 4.2. Descrizione della tipologia di dati e delle loro modalità di raccolta ed eventuale breve descrizione degli obiettivi dei progetti da cui sono state tratte le osservazioni ornitologiche utilizzate per la realizzazione delle mappe di distribuzione riportate nel presente atlante (si veda anche Tabella 4.1 per la consistenza numerica delle diverse banche dati utilizzate).

Banca dati	Tipologia di osservazioni	Obiettivi del progetto
GuardaMI/UrBio	Prevalentemente osservazioni di presenza (GuardaMI) e alcuni limitati rilievi standardizzati quantitativi (punti d'ascolto di 10 min, UrBio) in località scelte arbitrariamente dall'osservatore	GuardaMI: progetto di <i>citizen science</i> finalizzato alla realizzazione di una mappatura aggiornata delle specie di uccelli nidificanti sul territorio del Comune di Milano mediante il coinvolgimento di cittadini e appassionati. Dati raccolti mediante la piattaforma Ornitho.it e concessi dagli osservatori al Progetto GuardaMI UrBio: progetto di scienza partecipata che mira ad analizzare le variazioni spaziali delle comunità di uccelli in ambienti urbani italiani in relazione a gradienti di urbanizzazione e al contesto territoriale. Dati raccolti mediante la piattaforma Ornitho.it, in collaborazione con Mandato Ornitho.it e National Biodiversity Future Center (NBFC), Spoke 5
AViUM	Rilievi standardizzati quantitativi (punti d'ascolto di 10 min) realizzati su griglia di celle 1 km, omogeneamente distribuiti su tutte le unità della griglia (almeno 1 rilievo per cella)	Realizzare una prima mappatura sistematica e standardizzata dell'avifauna del territorio del Comune di Milano, gestita per la prima volta mediante piattaforme digitali appositamente sviluppate (AViUM – Atlante Virtuale degli Uccelli di Milano)
Ecosistema MUSA	Rilievi standardizzati (punti d'ascolto di 10 min) raccolti in maniera stratificata sul territorio cittadino secondo un gradiente crescente di urbanizzazione	Collaborazione scientifica a progetti su vasta scala geografica promossi da National Biodiversity Future Center (NBFC), Spoke 5, per la valutazione dei fattori ambientali (composizione e struttura del paesaggio, gestione delle aree verdi) che influenzano le caratteristiche delle comunità ecologiche negli ambienti urbani italiani e la loro variabilità spaziale e temporale
iNaturalist	Osservazioni georeferenziate e validate di presenza di specie di uccelli, ad accesso libero	-
BiodiverCity	Rilievi standardizzati (punti di ascolto di 10 min) raccolti in maniera stratificata nelle aree verdi urbane del Comune di Milano	Valutazione dell'effetto della diversa composizione floristica delle aree verdi urbane sulle comunità di uccelli

Banca dati	Tipologia di osservazioni	Obiettivi del progetto
uBird	Osservazioni di presenza, ad accesso limitato (Associazione EBN Italia)	-
WebApp GuardaMI	Osservazioni di presenza, ad accesso limitato (Associazione GuardaMI)	-
eBird	Osservazioni georeferenziate e validate di presenza di specie di uccelli, ad accesso libero	-
Monumenti Vivi	Osservazioni di presenza, relative alla localizzazione di siti di nidificazione di diverse specie di rondone sul territorio cittadino	Fornire uno strumento utile per la pianificazione territoriale e per minimizzare l'impatto degli interventi di ristrutturazione edilizia sulle specie di uccelli la cui riproduzione è strettamente associata agli edifici

4.3 I codici atlante

Elemento fondamentale per la realizzazione di un atlante delle specie di uccelli nidificanti, a qualsiasi scala spaziale, è la valutazione critica della effettiva presenza di una determinata specie come nidificante in una determinata area o unità di campionamento (Bibby et al. 2000). A differenza di molte altre specie animali, gli uccelli sono infatti caratterizzata da una elevata vagilità, che li porta a frequentare aree anche molto distanti, nell'ordine di decine o centinaia di chilometri, dall'effettivo sito di riproduzione, per esclusivi motivi trofici (Schoener 1968, Rolando 2002, Lardelli et al. 2022). Inoltre, molte specie compiono lunghe migrazioni, durante le quali possono frequentare anche ambienti, talvolta poco idonei, in cui non si riproducono e che utilizzano solo come aree temporanee di sosta durante la migrazione (Newton 2023). Infine, molte specie, soprattutto quelle di taglia maggiore (es. cicogne, rapaci), mostrano una fase pre-riproduttiva che può durare diversi anni (Hawkins et al. 2012), periodo in cui possono frequentare aree non idonee per la riproduzione anche durante la stagione riproduttiva conosciuta della specie. Pertanto, in molti casi la semplice osservazione di una particolare specie durante il proprio periodo riproduttivo non rappresenta effettivamente evidenza di nidificazione di quella specie in quell'area. La constatazione dell'effettiva riproduzione è ovviamente importante in quanto consente di evidenziare i legami esistenti tra particolari ambienti o aree geografiche e la demografia di una specie (Bibby et al. 2000). Gli eventi di riproduzione hanno infatti un ruolo cruciale nel determinare le variazioni numeriche delle popolazioni nel tempo: individuare gli ambienti o

aree geografiche importanti per la riproduzione di una specie ha pertanto un impatto importante per la sua conservazione e gestione (Newton 1998). D'altro canto, per numerose specie particolarmente elusive e poco frequenti constatare l'effettiva riproduzione (ad esempio il ritrovamento di un nido con uova, l'osservazione di genitori con imbeccata, o di pulcini appena involati), può essere molto difficoltoso (Bibby et al. 2000).

Per ovviare a queste problematiche, ogni osservazione può essere associata, direttamente dall'osservatore, a un codice standardizzato, il cosiddetto "codice atlante", utilizzato per definire, sulla base di quanto osservato sul campo, il grado di certezza con cui una specie nidifica in una determinata area (Bibby et al. 2000). Tali codici documentano pertanto, in maniera standardizzata, un particolare comportamento associato alla nidificazione di una qualsiasi specie. I comportamenti indicatori di riproduzione possono comprendere ad esempio l'emissione ripetuta di un canto territoriale da parte di un maschio (indice in gran parte dei casi dell'intenzione di un individuo di attirare una femmina e riprodursi in una determinata area), l'osservazione di parate di corteggiamento tra un maschio e una femmina, o infine indicatori di avvenuta riproduzione come la presenza di genitori che imbeccano i pulcini oppure la presenza di nidi con uova o degli stessi pulcini. I codici dettagliati (ad esempio, quelli adottati per realizzare l'atlante italiano degli uccelli nidificanti sono 19; si veda Lardelli et al. 2022 e https://www.ornitho.it/index.php?m_id=41) vengono universalmente raggruppati in tre macrocategorie: nidificazione possibile (es. individui territoriali/in canto in periodo idoneo), nidificazione probabile (es. presenza di una coppia di individui, osservazione di trasporto di materiale per costruzione di nidi) e nidificazione certa (es. osservazione di uova, pulcini o genitori con imbeccata) (Lardelli et al. 2022). Gran parte delle osservazioni utilizzate per realizzare questo atlante avevano uno di questi tre codici atlante associato. Le osservazioni provenienti dal database Ornitho.it con codice atlante 1 sono state considerate come se non avessero codice atlante, in quanto tale codice è considerato inefficace per il contesto italiano (si veda Lardelli et al. 2022). Alle osservazioni non associate ad alcun codice atlante è stato associato un codice di nidificazione possibile qualora ricadessero in finestre temporali specie-specifiche entro le quali la presenza di una specie è da considerarsi come minimo un indice di nidificazione possibile (all'apice della stagione riproduttiva nell'area considerata). L'elenco dei periodi considerati per ciascuna specie è riportato in Tabella 4.3.

4.4 Nomenclatura e specie considerate

In linea con l'importante principio di uniformazione dei riferimenti tassonomici a livello internazionale (Garnett e Christidis 2017), si è optato per l'utilizzo della nomenclatura AvIList (Rheindt et al. 2025) come riferimento tassonomico per i nomi scientifici. Tutte le liste di specie presenti nel testo sono ordinate

in base alla sequenza tassonomica adottata da AviList, così come la sequenza delle specie considerate nel Capitolo 6. La lista CISO-COI è stata adottata per i nomi italiani delle specie (Baccetti et al. 2021). L'adozione di un singolo riferimento tassonomico è un passaggio indispensabile per omogeneizzare le diverse nomenclature adottate nelle diverse banche dati utilizzate (si veda Tabella 4.1).

È stata in seguito redatta la lista di specie effettivamente nidificanti a Milano o comunque presenti in periodo riproduttivo, nei due periodi considerati (2009-2013 e 2020-2024), attraverso i seguenti passaggi. A partire di un primo elenco di *taxa*, basato sull'insieme dei dati georeferenziati disponibili, sono state escluse le osservazioni relative a *taxa* non determinati a livello di specie (es. rondone indeterminato *Apus* sp.). L'esclusione ha riguardato anche i *taxa* ibridi (es. cornacchia nera × grigia *Corvus corone* × *cornix*) e quelli domestici (es. pavone *Pavo cristatus*). Le osservazioni in cui era riportata la sottospecie sono state invece considerate a livello specifico (es. cutrettola capocenerino, *Motacilla flava cinereocapilla*). Sono state infine considerate tutte le specie per le quali fossero stati riportati dagli osservatori dati di riproduzione certa, con l'aggiunta di alcune specie poco diffuse per le quali non erano riportati dati di riproduzione certa ma solo probabile (es. sparviere) o possibile (es. allodola), ritenute tuttavia come nidificanti nel territorio comunale sulla base della loro distribuzione a scala nazionale e delle modalità di utilizzo di ecosistemi antropizzati (Lardelli et al. 2022).

L'elenco finale riporta 80 specie nidificanti nel territorio del Comune di Milano (Tabella 4.2), 73 delle quali considerate regolarmente nidificanti con presenza ben consolidata nel periodo considerato e 7 considerate nidificanti occasionali o irregolari. Per ciascuna delle 73 specie regolarmente nidificanti è stata realizzata almeno una mappa di distribuzione relativa ad uno dei due periodi temporali. Le mappe sono illustrate nel dettaglio nel Capitolo 6. Nel Paragrafo 6.2 vengono altresì riportate e brevemente commentate le distribuzioni e le variazioni temporali della presenza delle 7 specie nidificanti occasionali. Infine, nel Paragrafo 6.3 vengono brevemente discusse le osservazioni relative a 10 specie presenti sul territorio nel periodo riproduttivo o per le quali fossero disponibili indizi di possibile nidificazione nel territorio del Comune di Milano, ma non ritenute come nidificanti nell'arco temporale considerato (2009-2013 e 2020-2024) (Tabella 4.3). Infine, si segnala la presenza di ulteriori 6 specie non native, in gran parte di origine aufuga, le cui consistenze numeriche in città risultano tuttavia molto limitate e le cui popolazioni probabilmente non in grado di autosostenersi nel medio-lungo periodo (vale a dire non naturalizzate) (Baccetti et al. 2014) (Tabella 4.3). Per queste specie, ritenute di interesse attualmente molto limitato, non si è ritenuta opportuna una discussione delle presenze nel dettaglio. Le segnalazioni sono tuttavia riportate in maniera completa nelle risorse digitali come eventuale termine di paragone per indagini future (Paragrafo 4.6).

Per la selezione dei dati impiegati nella realizzazione delle mappe di distribuzione delle singole specie, le informazioni relative alla nidificazione sono state

considerate con criteri differenti per ciascuna specie. Per specie comuni e di piccola taglia, con mobilità più limitata e difficoltà oggettive nel rinvenire prove certe di riproduzione, anche la semplice presenza in periodo di nidificazione può essere associata ad un codice di nidificazione possibile senza inficiarne la stima della diffusione come nidificante sull'area considerata (Lardelli et al. 2022). Viceversa, per evitare di sovrastimare la distribuzione, per altre specie sono state considerate solo osservazioni con codice atlante di nidificazione probabile o in alcuni casi certa. La scelta è stata definita sulla base della biologia riproduttiva di ciascuna specie (Pazzuconi 1997) e/o della loro mobilità (Lardelli et al. 2022). Ad esempio, per specie coloniali (es. airone cenerino), o molto localizzate ma in grado di effettuare spostamenti su aree molto ampie per alimentarsi (es. falco pellegrino), sono state considerate solo osservazioni di nidificazione certa. Infine, per ottenere mappe di distribuzione più realistiche, per alcune specie particolari con abbondanze/distribuzioni limitate e dimensioni e mobilità intermedia durante il periodo riproduttivo, per le quali il codice minimo considerato delle osservazioni utilizzato per realizzare le mappe era stato definito come nidificazione probabile (gheppio, parrochetto dal collare, sparviere e taccola), sono state in aggiunta considerate le celle con presenza di osservazioni associate a codice di nidificazione possibile solo quando contenevano un numero di osservazioni superiore al valore mediano di tutte le celle con sole osservazioni di nidificazione possibile, ad indicare una probabile elevata frequentazione della cella e la possibile presenza di condizioni idonee per la riproduzione pur in assenza di informazioni più dettagliate. I codici atlante minimi considerati per realizzare le mappe di ciascuna specie sono elencati in Tabella 4.3.

Tabella 4.3. Lista delle 80 specie di uccelli nidificanti nel territorio del Comune di Milano (periodi 2009-2013 e 2020-2024). Viene riportato il codice di nidificazione minimo considerato per la realizzazione delle mappe di distribuzione e i mesi di apice del periodo riproduttivo, durante i quali a osservazioni senza codice atlante è stato associato un codice di nidificazione possibile. L'asterisco (*) indica quelle specie per cui la mappa di distribuzione evidenzia anche le celle con un elevato numero di osservazioni associate ad un codice di nidificazione possibile.

Specie	Codice di nidificazione minimo	Apice periodo riproduttivo	Nidificante regolare
Anseriformes			
Cigno reale (<i>Cygnus olor</i>)	certa	-	Si
Marzaiola (<i>Spatula querquedula</i>)	probabile	-	No
Mestolone (<i>Spatula clypeata</i>)	probabile	-	No
Germano reale (<i>Anas platyrhynchos</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Galliformes			
Fagiano comune (<i>Phasianus colchicus</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Quaglia (<i>Coturnix coturnix</i>)	possibile	giugno-luglio	Si

Specie	Codice di nidificazione minimo	Apice periodo riproduttivo	Nidificante regolare
Podicipediformes			
Tuffetto (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	possibile	-	Si
Svasso maggiore (<i>Podiceps cristatus</i>)	certa	-	No
Cuculiformes			
Cuculo (<i>Cuculus canorus</i>)	probabile	-	No
Columbiformes			
Tortora selvatica (<i>Streptopelia turtur</i>)	possibile	-	Si
Tortora dal collare (<i>Streptopelia decaocto</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Colombaccio (<i>Columba palumbus</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Piccione domestico (<i>Columba livia</i>)	possibile	-	Si
Colombella (<i>Columba oenas</i>)	possibile	-	Si
Gruiformes			
Gallinella d'acqua (<i>Gallinula chloropus</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Folaga (<i>Fulica atra</i>)	probabile	-	Si
Charadriiformes			
Cavaliere d'Italia (<i>Himantopus himantopus</i>)	certa	-	No
Corriere piccolo (<i>Thinornis dubius</i>)	certa	-	No
Pavoncella (<i>Vanellus vanellus</i>)	probabile	-	Si
Ciconiiformes			
Cicogna bianca (<i>Ciconia ciconia</i>)	certa	-	Si
Pelecaniformes			
Tarabusino (<i>Botaurus minutus</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Garzetta (<i>Egretta garzetta</i>)	certa	-	No
Airone cinereo (<i>Ardea cinerea</i>)	certa	-	Si
Apodiformes			
Rondone maggiore (<i>Tachymarptis melba</i>)	probabile	-	Si
Rondone comune (<i>Apus apus</i>)	probabile	-	Si
Rondone pallido (<i>Apus pallidus</i>)	probabile	-	Si
Strigiformes			
Civetta (<i>Athene noctua</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Assiolo (<i>Otus scops</i>)	possibile	maggio-agosto	Si
Gufo comune (<i>Asio otus</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Allocco (<i>Strix aluco</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Accipitriformes			
Sparviere (<i>Accipiter nisus</i>)	probabile*	-	Si
Poiana (<i>Buteo buteo</i>)	probabile	-	Si

Specie	Codice di nidificazione minimo	Apice periodo riproduttivo	Nidificante regolare
Bucerotiformes			
Upupa (<i>Upupa epops</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Coraciiformes			
Gruccione (<i>Merops apiaster</i>)	probabile	-	Si
Martin pescatore (<i>Alcedo atthis</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Piciformes			
Torricollo (<i>Jynx torquilla</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Picchio verde (<i>Picus viridis</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Picchio rosso maggiore (<i>Dendrocopos major</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Picchio rosso minore (<i>Dryobates minor</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Falconiformes			
Gheppio (<i>Falco tinnunculus</i>)	probabile*	-	Si
Lodolaio (<i>Falco subbuteo</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Falco pellegrino (<i>Falco peregrinus</i>)	certa	-	Si
Psittaciformes			
Parrocchetto dal collare (<i>Psittacula krameri</i>)	probabile*	aprile-luglio	Si
Passeriformes			
Rigogolo (<i>Oriolus oriolus</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Averla piccola (<i>Lanius collurio</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Ghiandaia (<i>Garrulus glandarius</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Gazza (<i>Pica pica</i>)	possibile	febbraio-luglio	Si
Taccola (<i>Coloeus monedula</i>)	probabile*	-	Si
Cornacchia grigia (<i>Corvus corone cornix</i>)	possibile	marzo-luglio	Si
Cinciarella (<i>Cyanistes caeruleus</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Cinciallegra (<i>Parus major</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Allodola (<i>Alda arvensis</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Beccamoschino (<i>Cisticola juncidis</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Canapino comune (<i>Hippolais polyglotta</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Cannaiola verdognola (<i>Acrocephalus palustris</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Cannaiola comune (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Cannareccione (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Rondine montana (<i>Pyonoprogne rupestris</i>)	probabile	-	Si
Rondine (<i>Hirundo rustica</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Balestruccio (<i>Delichon urbicum</i>)	possibile	giugno-luglio	Si
Codibugnolo (<i>Aegithalos candatus</i>)	possibile	marzo-luglio	Si
Usignolo di fiume (<i>Cettia cetti</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Capinera (<i>Sylvia atricapilla</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Fiorrancino (<i>Regulus ignicapilla</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Storno (<i>Sturnus vulgaris</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Merlo (<i>Turdus merula</i>)	possibile	marzo-luglio	Si
Pigliamosche (<i>Muscicapa striata</i>)	possibile	giugno-luglio	Si

Specie	Codice di nidificazione minimo	Apice periodo riproduttivo	Nidificante regolare
Pettiroso (<i>Erethacus rubecula</i>)	probabile	maggio-luglio	Si
Usignolo (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Codiroso spazzacamino (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	possibile	marzo-luglio	Si
Codiroso comune (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Passera mattugia (<i>Passer montanus</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Passera d'Italia (<i>Passer italiae</i>)	possibile	aprile-luglio	Si
Ballerina gialla (<i>Motacilla cinerea</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Cutrettola (<i>Motacilla flava</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Ballerina bianca (<i>Motacilla alba</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Fringuello (<i>Fringilla coelebs</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Verdone (<i>Chloris chloris</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Cardellino (<i>Carduelis carduelis</i>)	possibile	maggio-luglio	Si
Verzellino (<i>Serinus serinus</i>)	possibile	maggio-luglio	Si

Tabella 4.4. Lista delle specie di uccelli a) non nidificanti nel territorio del Comune di Milano, ma presenti nel periodo riproduttivo (10 specie); b) non native, di origine aufuga, presenti sul territorio del Comune di Milano, le cui popolazioni non risultano naturalizzate (6 specie). Periodi di riferimento considerati: 2009-2013 e 2020-2024.

Specie
a) Non nidificanti
Piro piro piccolo (<i>Actitis hypoleucos</i>)
Gabbiano reale (<i>Larus michahellis</i>)
Marangone minore (<i>Microcarbo pygmaeus</i>)
Cormorano (<i>Phalacrocorax carbo</i>)
Ibis sacro (<i>Threskiornis aethiopicus</i>)
Nitticora (<i>Nycticorax nycticorax</i>)
Airone guardabuoi (<i>Ardea ibis</i>)
Nibbio bruno (<i>Milvus migrans</i>)
Saltimpalo (<i>Saxicola torquatus</i>)
Strillozzo (<i>Emberiza calandra</i>)
b) Non native
Cigno nero (<i>Cygnus atratus</i>)
Oca cigno (<i>Anser cygnoides</i>)
Anatra muta (<i>Cairina moschata</i>)
Parrocchetto monaco (<i>Myiopsitta monachus</i>)
Amazzone fronte gialla (<i>Amazona ochrocephala</i>)
Amazzone fronte blu (<i>Amazona aestiva</i>)

4.5 Caratterizzazione ambientale e ambienti utilizzati

Composizione specifica e struttura delle comunità di uccelli sono strettamente connesse alle caratteristiche ambientali presenti in una determinata area geografica (Wiens 1989, Fuller 2012). Un'indagine ornitologica esaustiva come un atlante di distribuzione costituisce pertanto una eccellente opportunità per indagare come la distribuzione delle specie e come le caratteristiche delle comunità di uccelli sono influenzate dalle caratteristiche degli ambienti dell'area di indagine. Clima, topografia e uso del suolo sono i tre principali fattori ambientali che contribuiscono a definire l'idoneità ambientale per le diverse specie presenti in un determinato territorio (Brambilla et al. 2025). Alla scala di una città, per quanto estesa come Milano, lo spettro di variazione del clima e della topografia è tuttavia molto ridotto. Ciò implica che la variabilità ambientale di Milano sia essenzialmente definibile in base all'uso del suolo. Allo scopo di valutare come le comunità di uccelli siano influenzate dalle diverse tipologie di uso del suolo e come le singole specie siano distribuite sul territorio comunale in base a tale asse di variazione ambientale, si è caratterizzato l'uso del suolo dell'area di indagine, alla scala delle celle di lato 1 km considerate, mediante i dati reperiti sul geoportale di Regione Lombardia (<https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>, banca dati DUSAF 7.0, aggiornata al 2021; Figura 4.2).

Le classi originali di uso del suolo sono state accorpate per semplicità in quattro macrocategorie ambientali (Brambilla et al. 2025), vale a dire: aree urbanizzate – caratterizzate da classi di uso del suolo definite da suolo impermeabilizzato (presenza di edificato e strade), la cui copertura dell'area di indagine è pari a 134 km² (67% dell'area); aree agricole – prevalentemente seminativi e prati a sfalcio, localizzati nelle aree periurbane, la cui copertura è pari a 38,8 km² (19,4%); aree verdi - parchi urbani, giardini e altre superfici coperte da vegetazione in un contesto prevalentemente urbano, la cui copertura è pari a 25,2 km² (12,6%); acque superficiali - corpi idrici superficiali, sia artificiali sia naturali, la cui copertura è molto limitata, pari 2 km² (1%).

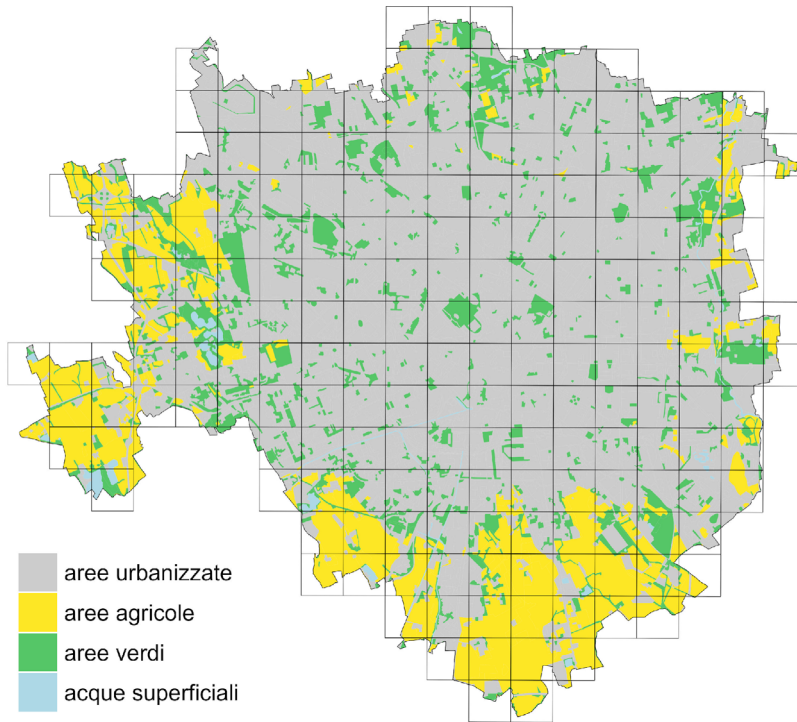


Figura 4.2. Carta dell'uso del suolo del territorio del Comune di Milano; i quattro colori in legenda rappresentano le categorie ricavate dalla banca dati DUSAF 7.0 (2021). La sovrapposizione alla griglia di celle 1×1 km consente di apprezzare la variabilità ambientale nelle 200 unità cartografiche considerate per la realizzazione dell'atlante.

La copertura di queste tipologie di uso del suolo nelle diverse celle della griglia utilizzata per rappresentare le mappe di distribuzione delle specie è molto eterogenea, considerando che tra le 200 celle che compongono la griglia, 149 risultano a prevalenza di aree urbanizzate, 42 di aree agricole, 8 di aree verdi e una di acque superficiali. Per caratterizzare in maniera omogenea le diverse proporzioni delle categorie ambientali nelle celle considerate, abbiamo raggruppato celle con composizione di uso del suolo simile mediante analisi dei *cluster* (R Core Team 2025; Maechler et al. 2025). Sono state valutate diverse modalità di aggregazione delle celle di celle in base alle proporzioni delle diverse categorie di uso del suolo, dalle quali è emerso che il raggruppamento delle celle in cinque tipologie omogenee fosse il più efficace nel rappresentare sia la proporzione delle ambientali principali sia il gradiente spaziale dalla periferia al centro. Le

cinque tipologie omogenee di celle identificate mediante analisi dei *cluster* sono riportate nella Tabella 4.5, unitamente alla loro numerosità e alla percentuale media delle classi di uso del suolo per ciascuna tipologia. La distribuzione spaziale delle diverse tipologie di celle omogenee identificate illustra una concentrazione delle celle ad urbanizzazione intensa su gran parte del territorio comunale, in particolare nelle aree di tessuto urbano consolidato, mentre le celle ad urbanizzazione intermedia e limitata sono distribuite prevalentemente nelle aree periferiche (Figura 4.3). Cella con prevalenza di aree agricole (uso del suolo agricolo intenso) o con copertura intermedia di aree urbanizzate ed aree agricole (uso del suolo agricolo/urbanizzato) sono invece distribuite prevalentemente nelle aree meridionali e occidentali del territorio comunale, in particolare in corrispondenza dei quartieri di Muggiano, Chiaravalle e Macconago.

Tabella 4.5. Le cinque tipologie omogenee di celle da 1 km identificate in base alla somiglianza di uso del suolo (tipologie omogenee ottenute mediante analisi dei cluster condotta sulla proporzione di uso del suolo per cella). Per ciascuna tipologia di celle, in ordine decrescente di copertura di aree urbanizzate, si riporta il numero di celle (anche in % rispetto al totale di celle) e la % media delle diverse classi di uso del suolo.

Tipologie omogenee	N	% celle	Aree urbanizzate (%)	Aree agricole (%)	Aree verdi (%)	Acque superficiali (%)
Urbanizzazione intensa	92	46,0	92,6	0,5	6,6	0,3
Urbanizzazione intermedia	41	20,5	72,3	11,6	14,8	1,2
Urbanizzazione limitata	18	9,0	46,5	11,2	40,7	1,6
Agricolo/urbanizzato	27	13,5	31,3	50,1	16,1	2,5
Agricolo intenso	22	11,0	9,8	82,2	6,5	1,5

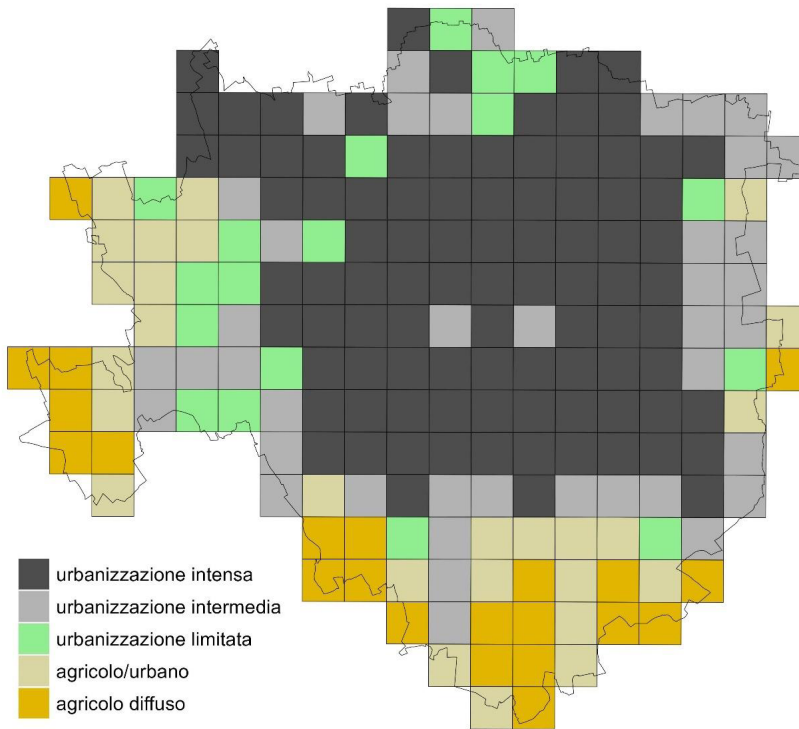


Figura 4.3. Distribuzione spaziale delle diverse tipologie omogenee di celle identificate in base all'analisi dei cluster sul territorio del Comune di Milano.

4.6 Risorse digitali

Nell'ottica di valorizzare sia il prezioso lavoro di raccolta dati svolto dai numerosissimi rilevatori che hanno messo a disposizione le loro osservazioni (cittadini, volontari, appassionati e professionisti), sia le potenzialità future di questi dati dal punto di vista gestionale, conservazionistico e di ricerca scientifica di base, vengono rese pubbliche diverse risorse digitali. In particolare, viene fornita la griglia cartografica georeferenziata di 200 celle 1 x 1 km usata come base per la realizzazione delle mappe di distribuzione (formato .shp) e una sintesi della banca dati utilizzata per la realizzazione delle mappe di distribuzione. La griglia cartografica georeferenziata, comprendente alcune informazioni sintetiche quali il numero di specie presenti per cella e l'intensità del campionamento, oltre ad informazioni relative all'uso del suolo, è liberamente accessibile tramite l'archivio Dataverse dell'Università degli Studi di Milano (<https://doi.org/10.13130/>

RD_UNIMI/G7ZWBS). I dati utilizzati per la realizzazione delle mappe di distribuzione (dati di presenza di ciascuna delle specie elencate in Tabella 4.3 e 4.4 in ciascuna cella della griglia, con aggregazione temporale mese/anno e codice atlante più elevato registrato in ciascuna cella per ciascuna combinazione mese/anno) sono resi disponibili (licenza CC-BY-NC) tramite il portale GBIF – *Global Biodiversity Information Facility* (<https://doi.org/10.15468/9w6arm>, Nova et al. 2026). Per ragioni di diritto d'autore e riservatezza non vengono rese pubbliche le osservazioni originali, comprendenti le coordinate precise delle osservazioni e il dettaglio degli osservatori.