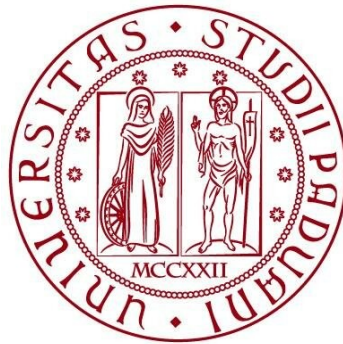


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE  
*Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering*

Corso di Laurea Triennale in ingegneria civile



**TESI DI LAUREA**

**MICROMOBILITÀ ELETTRICA E RIPROGETTAZIONE  
DELLO SPAZIO URBANO PER IL MIGLIORAMENTO  
DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE**

**Relatore: Chiar.mo PROF. MARCO PASETTO**  
**Correlatore: Chiar.mo PROF. GIOVANNI GIACOMELLO**

**Laureando: MICHELE ROSSATO**

**ANNO ACCADEMICO 2021/2022**

# Indice

<b>Introduzione</b> .....	4
<b>Capitolo 1 – Veicoli rientranti nella micromobilità elettrica</b> .....	5
1.1 Biciclette elettriche.....	5
1.2 Monopattini elettrici.....	7
1.3 Hoverboard.....	9
1.4 Segway.....	10
1.5 Monowheel.....	11
1.6 Skateboards elettrici.....	13
<b>Capitolo 2 - Normativa su micromobilità elettrica e su infrastrutture dedicate</b> ....	14
<b>Capitolo 3 - Standard infrastrutturali attualmente in uso per la micromobilità elettrica</b> .....	24
<b>Capitolo 4 - Proposte per i futuri standard infrastrutturali per la micromobilità elettrica</b> .....	33
4.1 La micromobilità in sharing o privata e il concetto di MaaS.....	34
4.2 Il concetto di strada e di intersezione con la micromobilità elettrica.....	36
4.3 Parcheggi dedicati alla micromobilità.....	41
<b>Conclusione</b> .....	44
<b>Riferimenti bibliografici</b> .....	45



# Introduzione

La micromobilità rappresenta tutti quei veicoli di mobilità personale a propulsione elettrica, ovvero monopattini elettrici, bici elettriche, segway, monowheel, hoverboard e skateboards elettrici. Negli ultimi anni questi dispositivi hanno avuto una grande diffusione soprattutto nei contesti urbani, e hanno ricevuto sempre più interesse sia da parte delle amministrazioni pubbliche, sia da parte dei cittadini per evitare tutti i problemi collegati agli spostamenti in auto (congestioni, problemi di parcheggio ad esempio) e per andare verso una mobilità più sostenibile e a minor impatto ambientale, con lo scopo di migliorare la qualità della vita nelle città. In questo elaborato vengono riportati una descrizione dei vari dispositivi facenti parte di questa categoria, le leggi e le indicazioni in vigore per il loro utilizzo lungo le strade italiane, la situazione attuale delle infrastrutture dedicate a questa modalità di trasporto e infine delle idee e delle considerazioni sul possibile sviluppo futuro di servizi, le strutture per migliorare l'esperienza di chi approccia la micromobilità, (visto che i margini di miglioramento sono ancora ampi su quest'ultimo punto). Si possono, quindi, comprendere i vantaggi portati da questi veicoli e le criticità che sono ancora presenti e che ne limitano la già grande diffusione.

# Capitolo 1

## Veicoli rientranti nella micromobilità elettrica

La micromobilità elettrica è un nuovo modello di mobilità tipicamente urbana che prevede l'uso di dispositivi a propulsione prevalentemente elettrica, utili per coprire distanze di pochi chilometri e che possono rappresentare una nuova soluzione per limitare l'uso dell'automobile con conseguente miglioramento dei livelli d'inquinamento e della riduzione del rischio di congestione stradale [1].

I principali veicoli rientranti nella micromobilità elettrica sono:

- ∑ Biciclette elettriche
- ∑ Monopattini elettrici
- ∑ Hoverboard
- ∑ Segway
- ∑ Monowheel
- ∑ Skateboards elettrici (meno diffusi per il momento)

### 1.1 Biciclette elettriche

Le biciclette elettriche (o biciclette a pedalata assistita) sono il mezzo più diffuso e conosciuto per quanto riguarda la mobilità elettrica personale. Sono veicoli ibridi, ovvero, i pedali vengono mossi anche da un motore elettrico (che può essere attivato o disattivato all'occorrenza), oltre che con la forza muscolare. La propulsione aggiuntiva data dal motore elettrico rende la pedalata molto più semplice e meno faticosa; questa

caratteristica è particolarmente utile quando si tratta di percorrere distanze molto lunghe o percorsi su terreni con molti dislivelli e, permette anche ai non allenati di percorrere chilometri e usufruire di questo veicolo per andare al lavoro o per qualsiasi altra necessità. Il motore elettrico presente viene alimentato da una batteria al litio che è la causa principale del maggior peso rispetto alle biciclette tradizionali. La potenza della pedalata viene rilevata da una serie di sensori, che trasmettono i dati alla centralina elettronica, che in questo modo può regolare la spinta necessaria ad assicurare il minor sforzo possibile per il ciclista. Si può anche programmare la centralina scegliendo fra varie impostazioni (ad esempio si può decidere di prediligere il risparmio energetico o massimizzare l'aiuto del motore), personalizzando così il programma di assistenza alla pedalata del proprio mezzo. La batteria può essere ricaricata semplicemente collegandola a una presa di corrente standard (da 220 volt), e in media, l'autonomia di una batteria è di circa 80 km. Sono presenti dei limiti, imposti dalla legge italiana, per quanto riguarda il motore elettrico, infatti quest'ultimo non può superare i 250 W di potenza e la pedalata assistita deve essere disattivata automaticamente una volta raggiunta la velocità di 25 km/h. [2].



**FIGURA 1.1** Schematizzazione bicicletta elettrica (tratta da "<https://www.istockphoto.com>").

## 1.2 Monopattini elettrici

I monopattini elettrici, insieme alle biciclette elettriche, sono i veicoli più diffusi per quanto riguarda la mobilità personale su brevi distanze. Sono mezzi di trasporto alternativi ed ecologici, perfetti per piccoli spostamenti in città e nelle metropoli molto trafficate, oltre che per motivi di svago in spazi più ampi. Il monopattino elettrico è composto da una piattaforma poggia piedi, un manubrio con attacco a T dotato di acceleratore e freno a mano, due ruote (alcuni modelli sono dotati di tre o quattro ruote) e sospensioni anteriori e posteriori. La maggior parte dei monopattini elettrici inoltre sono dotati di cerniera alla base del manubrio che consente di piegarli, diminuendone le dimensioni e consentendo di trasportarli facilmente. Oltre alle parti estetiche, il monopattino elettrico è formato da 4 componenti principali, ovvero:

- ∑ la batteria,
- ∑ il motore,
- ∑ i freni,
- ∑ il regolatore di velocità (invia l'alimentazione al motore in base alla posizione dell'acceleratore).

Altri sistemi che si possono trovare integrati su alcuni modelli sono:

- ∑ sistema ABS su ruota frontale: è un sistema di sicurezza che serve a scongiurare il ribaltamento; si attiva automaticamente in presenza di terreno dissestato o di frenata improvvisa bloccando la ruota anteriore;
- ∑ sistema Cruise Control: questa modalità è pensata per i lunghi tragitti e permette di stabilire una certa velocità che viene mantenuta per tutto il percorso;
- ∑ bluetooth collegato ad un'applicazione del telefono cellulare: questa applicazione aiuta a tenere sotto controllo, in modo più efficiente, livello di batteria e altre funzioni del monopattino; in alcune applicazioni è anche possibile impostare una password di sicurezza attraverso la quale accendere il monopattino;
- ∑ modalità "al passo" o "follow me": è una modalità che permette al monopattino elettrico di viaggiare ad una velocità di 5 Km/h; utilissima ora che è entrata in

vigore la nuova normativa sulla micromobilità, che prevede in alcune strade una velocità massima di 6 km/h (articolo 2 del decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 4 giugno 2019), oppure quando si vuole portare il monopattino a mano senza sforzo;

- Σ sistema di risparmio energetico in frenata: si attiva nel momento in cui il guidatore preme la leva del freno; in quel momento il motore smette di erogare energia entrando in modalità risparmio;
- Σ controlli di protezione: sistemi di sicurezza che hanno il compito di rilevare e monitorare le funzioni più delicate del motore (sovraccarico, cortocircuito, bassa tensione); grazie a questi sistemi il monopattino può essere utilizzato al meglio e in modo più sicuro;
- Σ indicatori led di livello della batteria: molti modelli presentano delle lucine che indicano il livello di carica delle batterie.

L'autonomia di un monopattino elettrico è, in media, di 20 Km, con la possibilità di raggiungere una velocità massima di 25/30 Km/h. Il peso dipende dal modello e sotto il telaio possono essere installate 1 o 2 batterie con un tempo di ricarica che varia dalle 4 alle 6 ore in base alla potenza del modello.

Le caratteristiche che hanno portato alla grande diffusione di questo veicolo sono la grande semplicità e comodità nell'utilizzo, le dimensioni contenute e il fatto che lo si possa portare su qualsiasi mezzo di trasporto (a differenza della bicicletta).[3][4][5].





**FIGURA 1.2** *Monopattino Elettrico e le sue componenti (immagini tratte da “<https://www.migliormonopattinoelettrico.it/come-funzionano-i-monopattini-elettrici/>” e da “<https://www.skateboard-elettrico.it/monopattino-elettrico/>”).*

### **1.3 Hoverboard**

L’hoverboard è composto da una pedana della lunghezza di circa 60 cm., che termina nei due lati corti con delle ruote, di dimensione variabile. La superficie della pedana è dotata di un rivestimento antiscivolo e una serie di sensori che ne permettono il funzionamento. Questi sensori permettono di leggere i movimenti della persona e di tradurli in azioni che andrà a compiere l’hoverboard. I movimenti possono essere lo spostamento del peso (e, quindi, la variazione del baricentro del corpo) oppure la pressione esercitata da entrambi i piedi. L’hoverboard è stato progettato per consentire una guida molto intuitiva e anche rilassante, infatti per far partire l’hoverboard e accelerare basta inclinare il corpo leggermente in avanti, per attivare i freni e, quindi, decelerare, il movimento da compiere è quello esattamente contrario, ovvero spostare il corpo all’indietro. Per effettuare una curva, bisogna applicare una leggera pressione sul piede in direzione della quale si desidera effettuare il cambio di direzione. Le uniche accortezze che bisogna avere per utilizzare un hoverboard sono attendere che la luce sia verde dopo l’accensione, in modo da permettere alla pedana di stabilizzarsi e prendere un perfetto equilibrio. Per scendere dalla pedana, invece, bisogna sempre ricordarsi di farlo all’indietro e sempre quando l’hoverboard è completamente fermo. La batteria di questo veicolo ha una durata in media di 15-20 km, variabile in base al modello, alla tipologia di strada che si percorre, al peso della persona che lo utilizza e alla velocità, che può arrivare anche intorno ai 25km/h. Si possono definire tre gruppi per questo dispositivo in base alla dimensione delle ruote:

- Σ ruote fino a 4,5 pollici: per i modelli adatti ai bambini, quindi di piccola dimensione,
- Σ ruote di 6,5 o 7 pollici: modelli standard, adatti alla strada,

Σ ruote fino a 8 o 10 pollici: modelli di grande dimensione adatti a terreni incidentati.

Infine, il peso di un hoverboard è in media di 10 o 15 kg al massimo e il peso che può supportare arriva fino a 110 kg.

La grande diffusione e richiesta di questi veicoli è nata più per motivi di svago rispetto a motivi di mobilità personale a zero emissioni. Essi però possono rappresentare una valida alternativa per quest'ultimo scopo.[6].



**FIGURA 1.3** Esempio di hoverboard (immagine tratta da "<https://www.amazon.com/Hover-1-Certified-Electric-Scooter-Hoverboard/dp/B07M7LJGSF>").

## 1.4 Segway

Il Segway (detto anche “monopattino biga elettrico” per la somiglianza alla biga utilizzata dai romani), insieme a monopattini elettrici e hoverboard, è uno dei veicoli alternativi più apprezzati ed è un mezzo innovativo che sfrutta l’insieme di tecnologia, meccanica e informatica. Il segway è un veicolo a trazione elettrica con due ruote, monoposto e autoequilibrante. Esteticamente è un mix tra un monopattino, uno scooter elettrico e un hoverboard; infatti, è formato da una pedana con due ruote parallele e un manubrio centrale. Il Segway funziona grazie a due motori elettrici e può raggiungere una velocità media di 20 km/h e ha un’autonomia che varia dai 30 ai 40 km in base al modello; può essere utilizzato da persone di qualsiasi età e richiede pochissima manutenzione e può supportare fino a 120-150 kg. È perfetto da utilizzare in città, infatti il manubrio

ergonomico lo rende comodo, pratico e sicuro e lo si guida facilmente anche su erba e ghiaia. Lo schermo montato sul manubrio permette di tenere sotto controllo i valori di velocità, autonomia e livello della batteria. Il manubrio rende possibili tutti gli spostamenti. Per farlo partire è necessario inclinare il manubrio in avanti, il piantone flessibile permette di trasmettere l'impulso alla centralina e avviare il motore, al contrario, per frenare sarà sufficiente spostare il manubrio all'indietro, ovvero verso il proprio corpo, infine per girare basta spostare il piantone flessibile in direzione della curva. Il Segway è uno dei veicoli alternativi più sicuri e semplici da guidare ed è pensato per renderne semplice l'utilizzo ed evitare che il conducente possa perdere l'equilibrio anche in caso di veicolo fermo.[7].



**FIGURA 1.4** Esempio di segway (immagine tratta da ("<https://ilmonopattinoelettrico.com/shop/unico-originale-segway-pt-x2-se/>")).

## 1.5 Monowheel

In alcuni paesi europei, come ad esempio Francia e Spagna, gode già di discreta diffusione mentre in Italia è approdato solo di recente. Si tratta di un veicolo di trasporto a ruota singola in cui i problemi di equilibrio vengono risolti dal giroscopio che si trova all'interno della ruota e la mantiene in costante equilibrio. La fonte di alimentazione del sistema di propulsione è rappresentata da un pacco di batterie, ricaricabili attraverso una semplice presa elettrica, che assicura un'autonomia compresa tra i 15 e i 45 km. A

determinare l'orientamento della ruota, e di conseguenza lo spostamento, sono i sensori collocati all'interno delle pedane di appoggio per i piedi. In tal modo, il dispositivo è in grado di interpretare ogni movimento come fosse un comando, adeguando la propria andatura; per mettere in moto il monowheel basta spostarsi leggermente in avanti, mentre per farlo arrestare bisogna spostare il corpo all'indietro. Questo dispositivo rappresenta il veicolo più leggero e compatto presente attualmente, il suo peso è inferiore ai 10 kg, e questo può rappresentare un punto di forza rispetto ad altri veicoli per la micromobilità.[8].



**FIGURA 1.5** Esempio di monowheel (immagine tratta da "<https://consigli24.ilsole24ore.com/monowheel-elettrici/>").

## 1.6 Skateboards elettrici

Lo skateboard elettrico rappresenta il restyle del tradizionale skateboard, con la differenza che questo può essere utilizzato come un classico skate ma anche comandato tramite un telecomando con tecnologia wireless, grazie al quale è possibile decidere la velocità a cui si vuole andare. Nel telecomando sono presenti anche indicatori luminosi per sapere il livello di carica o essere avvisati di eventuali problemi nel sistema. Ci sono dispositivi con potenze diverse: alcuni utilizzano il motore per muovere una sola ruota (posteriore), mentre i modelli più avanzati hanno due ruote motrici e possono raggiungere una velocità di 35 km/h (senza contare i limiti imposti dalla legge). Il peso di uno skateboard elettrico non è maggiore di molto rispetto ad uno skate tradizionale e, questo, rende questi dispositivi comodi e pratici per spostamenti in città, senza dover trovare un posto dove “parcheggiare” il veicolo con cui si viaggia.

A differenza della maggior parte dei veicoli citati precedentemente, lo skateboard elettrico può funzionare anche senza la propulsione elettrica, diventando un tradizionale skateboard con il vantaggio di non rischiare di restare a piedi.[9].



**FIGURA 1.6** Esempio di skateboard elettrico (immagine tratta da “<https://www.insideboardshop.it/skateboard-elettrici-economici/>”).

# Capitolo 2

## Normativa su micromobilità elettrica e su infrastrutture dedicate

La sperimentazione della micromobilità elettrica è iniziata in Italia sulla base del decreto del ministero dei trasporti del 4 giugno 2019, che prevede la diffusione di questi veicoli con delle normative e apposita segnaletica; il decreto specifica, inoltre, le caratteristiche dei mezzi e quelle delle aree o strade soggette alla sperimentazione. Nel decreto vengono trattati (ammessi alla sperimentazione), come indicato nell'articolo 2, monopattini elettrici, hoverboard, segway e monowheel vista la già grande diffusione delle biciclette elettriche e la scarsa diffusione degli skateboards elettrici (soprattutto in Italia). [10]. I quattro veicoli vengono divisi in auto-bilanciati, quali hoverboard, segway e monowheel, e non, come il monopattino elettrico; per quest'ultimo la potenza nominale del motore non può superare i 500W e deve essere dotato, cosa che vale anche per il segway, di segnalatore acustico. Nel decreto è previsto che i dispositivi sprovvisti di luce anteriore bianca o gialla fissa e posteriormente di catadiottri rossi e di luce rossa fissa non possono circolare da mezz'ora dopo il tramonto, durante tutto il periodo dell'oscurità, e di giorno, qualora le condizioni atmosferiche richiedano l'illuminazione, quindi in questi casi possono solamente essere trasportati a mano; inoltre per segway e monopattino elettrico che circolino su strade ricadenti in zone 30, su strade con limite di velocità massimo pari a 30 km/h o su pista ciclabile hanno l'obbligo di indossare il giubbotto o le bretelle retroriflettenti ad alta visibilità (sempre nelle fasce orarie o nelle condizioni sopra citate). Tutti i dispositivi sopraesposti non possono essere dotati di posto a sedere, visto che sono destinati a un utilizzo con postura in piedi; inoltre per quelli che superano la velocità di

20 km/h deve essere presente un regolatore di velocità per poter rientrare nella sperimentazione; per poterli usare in aree pedonali il regolatore deve poter essere impostato a una velocità non superiore ai 6 km/h. Per i monopattini elettrici, inoltre, vi è l'obbligo che, a partire dal 30 settembre 2022, siano dotati di indicatori luminosi di svolta e di freno su entrambe le ruote; per i monopattini già in circolazione prima di tale termine, è fatto obbligo di adeguarsi entro il 1° gennaio 2024. I veicoli per la micromobilità elettrica possono essere condotti solo da utilizzatori che abbiano compiuto la maggiore età o, se minorenni, che siano titolari almeno di patente di categoria AM. È in ogni caso vietato il trasporto di passeggeri o cose e qualsiasi forma di traino e gli utilizzatori devono mantenere un andamento regolare, in relazione al contesto di circolazione e devono evitare manovre brusche o acrobazie. È ammessa la circolazione di dispositivi per la micromobilità elettrica sulle piste ciclabili, sui percorsi promiscui pedonali e ciclabili e nelle zone 30 o su strade ove è previsto un limite di velocità massimo di 30 km/h,. Nella tabella 2.1 è indicato dove, i vari dispositivi per la micromobilità elettrica, possono circolare, e in alcune aree con delle regole aggiuntive come indicato nelle note presenti nella tabella stessa.

TIPOLOGIA DISPOSITIVO	AMBITI DI CIRCOLAZIONE SPERIMENTALE DEI DISPOSITIVI PER LA MICROMOBILITÀ ELETTRICA			
	AREE PEDONALI	PERCORSI PEDONALI E CICLABILI	PISTE CICLABILI IN SEDE PROPRIA E SU CORSIA RISERVATA	ZONE 30 E STRADE CON $V_{max} \leq 30$ km/h
MONOWHEEL	ammesso <sup>(1)</sup>	non ammesso	non ammesso	non ammesso
HOVERBOARD	ammesso <sup>(1)</sup>	non ammesso	non ammesso	non ammesso
SEGWAY	ammesso <sup>(1)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>
MONOPATTINI	ammesso <sup>(1)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>	ammesso <sup>(2)</sup>

NOTA:  
 (1) ammesso solo se dotato di regolatore di velocità configurabile in funzione di una velocità non superiore a 6 km/h (art. 2, c. 7)  
 (2) ammesso solo se dotato di regolatore di velocità configurabile in funzione di una velocità non superiore a 20 km/h (art. 2, c. 7)

**TABELLA 2.1** Tabella riassuntiva dei veicoli ammessi sulle diverse tipologie di strade (tratta dal decreto del ministero dei trasporti del 04/06/2019).

I Comuni hanno la responsabilità di autorizzare in via sperimentale la circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica; ai fini dell'autorizzazione i comuni provvedono ad individuare infrastrutture stradali e/o parti di strada conformi con le disposizioni sopra citate. La sperimentazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica può essere autorizzata entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del decreto (04/06/2019) e deve concludersi entro e non oltre ventiquattro mesi decorrenti dalla medesima data. I Comuni che autorizzano la sperimentazione comunicano al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ed al Ministero dell'interno i provvedimenti a tal fine adottati, entro 30 giorni dalle rispettive date di adozione. Ciascuna sperimentazione autorizzata ha durata minima di almeno dodici mesi; entro tre mesi dal termine del periodo di sperimentazione i Comuni ne comunicano le risultanze al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. I comuni dovranno inoltre, lungo le infrastrutture ove è previsto il transito di veicoli per la micromobilità elettrica, installare specifica segnaletica verticale e orizzontale, che dia idonea informazione all'utente della strada; per questo è stata introdotta una specifica segnaletica sperimentale. Sono presenti segnali per indicare i dispositivi ammessi all'interno dell'area pedonale. Alcuni esempi sono riportati di seguito: nella Figura 2.1 è indicato il possibile attraversamento della sede stradale di segway, nella Figura 2.2 di monopattino elettrico, nella Figura 2.3 di monowheel, nella Figura 2.4 di hoverboard.



**FIGURA 2.1** Segway (tratta dal DM 04/06/2019).





**FIGURA 2.2** *Monopattino elettrico (tratta dal DM 04/06/2019).*



**FIGURA 2.3** *Monowheel (tratta dal DM 04/06/2019).*



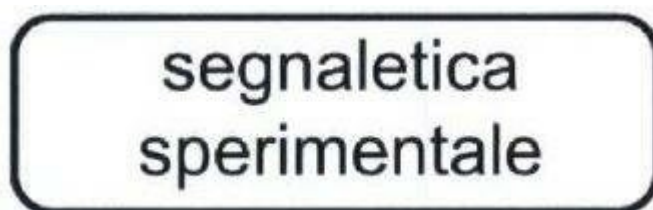
**FIGURA 2.4** *Hoverboard (tratta dal DM 04/06/2019).*

Il Comune che intende avviare la sperimentazione, consentendo la circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica, dovrà installare al di sotto del segnale che indica l'inizio del centro abitato il segnale sperimentale riportato in Figura 2.5.



**FIGURA 2.5** Segnale sperimentale per indicare la sperimentazione della micromobilità (tratta dal DM 04/06/2019).

Al di sotto del segnale riportato in Figura 2.5 si dovrà aggiungere un pannello integrativo (Figura 2.6) ad indicare all'utente della strada che la segnaletica è di tipo sperimentale.



**FIGURA 2.6** Pannello integrativo per indicare la segnaletica sperimentale (tratta dal DM 04/06/2019).

Il segnale di cui alla Figura 2.5 fornisce, all'utente della strada che accede all'interno del centro abitato, l'informazione che è in atto una sperimentazione sulla micromobilità elettrica e che nelle zone 30 o su strade con limite di velocità massimo di 30 km/h, nonché sulle piste ciclabili e sui percorsi pedonali e ciclabili, è ammessa la circolazione di monopattini elettrici e segway; nel caso in cui il Comune intendesse autorizzare solo una

fattispecie di dispositivo (monopattino elettrico o segway), il segnale di cui alla Figura 2.5 conterrà solo il simbolo del dispositivo consentito. Nel caso in cui il Comune intendesse riservare specifici percorsi riservati ai soli dispositivi per la micromobilità elettrica il percorso deve essere riconoscibile attraverso una specifica segnaletica verticale riportata nelle Figure 2.7 e 2.8.



**FIGURA 2.7** A sinistra segway, a destra monopattino elettrico (tratte dal DM 04/06/2019).



**FIGURA 2.8** A sinistra monowheel, a destra hoverboard (tratte dal DM 04/06/2019).

Nel caso in cui, invece, non si voglia permettere a questi dispositivi l'ingresso in un determinato percorso i medesimi segnali, riportati nelle Figure 2.7 e 2.8, dovranno essere barrati da una linea obliqua di colore rosso [11].

La tabella 2.2 presenta un breve riepilogo delle informazioni sulla micromobilità elettrica ottenute da vari paesi europei, aggiornate alla data del 1° gennaio 2020. La tabella 2.2 indica, per diversi paesi europei, età minima per poter utilizzare i dispositivi per la micromobilità elettrica, la velocità massima che questi ultimi possono raggiungere per poter circolare, ambiti dove possono circolare, aree dove poter sostare i veicoli e indica l'obbligatorietà e non dell'utilizzo del casco nei diversi stati.

Stati	Età minima	Velocità massima	Ambiti di circolazione					Casco	Aree per la sosta		
			Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata	Percorsi promiscui pedonali e ciclabili	Aree pedonali	Marciapiedi	Carreggiata		Per i velocipedi	Sui marciapiedi	Autorizzata a condizione che non sia di ostacolo alla circolazione
AUSTRIA	12 - 16 anni	25 km/h	X		X			< 12 anni	X	X	
BELGIO		25 km/h	X		X	X	X	Consigliato		X	
DANIMARCA	15 anni	20 km/h	X					Consigliato			X
FINLANDIA		15 - 20 km/h	X			X		Consigliato			X
FRANCIA	12 anni	25 km/h	X		X		X	Consigliato		X	
GERMANIA	14 anni	20 km/h	X	X				Consigliato		X	X
ITALIA (*)	14 - 18 anni	20 - 25 km/h	X	X	X	X		Consigliato			
NORVEGIA		20 km/h	X	X			X	Consigliato		X	X
PAESI BASSI	16 anni	25 km/h	X				X	Consigliato			
REGNO UNITO	ILLEGALE la circolazione su strade pubbliche										
SPAGNA (*)	15 - 16 anni	25 km/h	X	X				Obbligatorio			
SVEZIA		20 - 25 km/h	X		X	X	X	< 15 anni	X		
SVIZZERA	14 anni	20 km/h	X	X			X	Consigliato			

(\*) Caratteristiche a discrezione in ogni comune.

**TABELLA 2.2** Micromobilità in alcuni stati europei (tratta dal libro “Monopattini elettrici e micromobilità”, autori vari con il coordinamento di G. Maternini, G. Protopaturo, A. Andreoni).

La tabella 2.3 indica alcuni comuni italiani che hanno avviato la sperimentazione della micromobilità elettrica con le caratteristiche da questi adottate (le informazioni sono aggiornate al 1° maggio 2020). Nella tabella 2.3 vengono indicati, per i vari comuni italiani, lo stato della sperimentazione, quindi se avviata e quando, le tipologie di veicoli ammessi dal comune in questione, gli ambiti di circolazione (regolati dal DM 04/06/2019) e infine le aree adibite alla sosta scelte dai comuni, che in alcuni casi non sono definite.

	<b>Stato della sperimentazione</b>	<b>Tipologie ammesse</b>	<b>Ambiti di circolazione regolati dal DM n. 229/2019, Allegato 2, art. 3</b>	<b>Aree per la sosta</b>
Alcamo (TP)	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Consiglio comunale 28.10.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Non definita
Bari*	Avviata fine gennaio 2020 in seguito a delibera di Giunta comunale 20.11.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	<b>Definiti da planimetria:</b> Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Non definita
Cagliari	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 18.3.2020	Monopattini Segway	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Aree pedonali (Lungomare Poetto)	Non definita
Casalpusterlengo (LO)	Avviata il 23.9.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 21.6.2019	Monopattini Segway	<b>Definiti dal testo della delibera:</b> Percorsi ciclopedonali	Non presenti perché le caratteristiche dei mezzi autorizzati non consentono la sosta degli stessi
Cattolica (RN)	Avviata il 27.7.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 19.7.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h	Aree per la sosta di ciclomotori e motoveicoli
Cesena	Avviata il 11.12.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 3.9.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	<b>Definiti da planimetria:</b> Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h	Aree per la sosta dei velocipedi
Formigine (MO)	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 21.11.2019	Monopattini	<b>Definiti da planimetria:</b> Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi

	<b>Stato della sperimentazione</b>	<b>Tipologie ammesse</b>	<b>Ambiti di circolazione regolati dal DM n. 229/2019, Allegato 2, art. 3</b>	<b>Aree per la sosta</b>
Imola	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 31.10.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi
Milano	Avviata il 9/12/2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 26.7.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi
Milazzo (ME)	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 18.12.2019	Monopattini Segway	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Monza	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 7.11.2019	Monopattini Segway	Definiti da planimetria: Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi
Palermo	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 8.10.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Pesaro	Avviata il 20.9.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 30.7.2019	Monopattini Segway	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Pisa	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 17.10.2019	Monopattini Segway	<b>Definiti da planimetria:</b> Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali (escluse quelle turistiche)	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli

	<b>Stato della sperimentazione</b>	<b>Tipologie ammesse</b>	<b>Ambiti di circolazione regolati dal DM n. 229/2019, Allegato 2, art. 3</b>	<b>Aree per la sosta</b>
Quartu Sant'Elena (CA)	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 21.11.2019	Monopattini Segway	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Rimini	Avviata il 10.8.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 30.7.2019	Monopattini	<b>Definiti da planimetria:</b> Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Torino	Avviata il 13.11.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 26.7.2019	Monopattini Segway	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Verona	Avviata il 22.9.2019 in seguito a delibera di Giunta comunale del 16.9.2019 e definita tramite ordinanza 17.9.2019 n. 1286	Monopattini Segway	Definiti da planimetria: Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali (esclusi il sabato e i giorni festivi)	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli
Vicenza	Avviata (segnaletica da installare) con delibera di Giunta comunale del 11.12.2019	Monopattini Segway Hoverboard Monowheel	Percorsi ciclopedonali Piste ciclabili in sede propria o su corsia riservata Zone 30 Strade con velocità massima di 30 km/h Aree pedonali	Aree per la sosta dei velocipedi, ciclomotori e motoveicoli

**TABELLA 2.3** Micromobilità nei comuni in Italia (tratta dal libro “Monopattini elettrici e micromobilità”, autori vari con il coordinamento di G. Maternini, G. Protospataro, A. Andreoni).

# Capitolo 3

## Standard infrastrutturali attualmente in uso per la micromobilità elettrica

In tantissime città italiane sempre più persone si stanno spingendo verso la micromobilità elettrica, abbracciando una nuova idea di mobilità più economica, intelligente e, soprattutto, sostenibile. I vantaggi offerti da questa tipologia di mobilità sono molteplici, primo fra tutti, c'è l'impatto ambientale, di gran lunga inferiore rispetto ai veicoli a motore classici, l'inquinamento acustico, che è un grande problema delle città, il minor ingombro dato da questi veicoli, che può portare una riduzione del traffico e evitare problemi di parcheggio, riducendo le attese dei viaggi in contesto cittadino, infine ci dà la possibilità, rispetto ai mezzi pubblici, di non organizzare gli spostamenti in funzione di orari prestabiliti e non incorrere in potenziali ritardi [12]. Partendo dalla tabella 2.3 presente nel capitolo 2, che rappresenta i primi comuni che avevano avviato la sperimentazione della micromobilità elettrica nel 2019, vediamo quali erano le regole che avevano imposto alcuni comuni, tra cui quelli Veneti di Vicenza e Verona, che valgono tutt'ora. Il comune di Vicenza permette la circolazione a tutti i veicoli trattati nel Decreto del Ministero dei Trasporti del 4 giugno 2019 con alcune limitazioni. Hoverboard e monowheel possono circolare soltanto nelle aree pedonali, mentre monopattini elettrici e segway possono transitare, come indicato nel decreto, su aree pedonali, percorsi pedonali e ciclabili, piste ciclabili in sede propria e su corsia riservata, zone 30 e strade con limite massimo di velocità non superiore a 30 km/h (50 km/h solo per i monopattini). Per quanto riguarda la sosta di questi veicoli, questa è possibile negli stalli riservati ai velocipedi, ai ciclomotori e ai motocicli oppure a lato della strada (senza creare intralcio o pericolo al traffico). Per quanto riguarda la città di Verona, il comune impone che hoverboard e



monowheel non sono autorizzati a circolare, quindi soltanto monopattini elettrici e segway possono circolare negli stessi ambiti stradali indicati per il comune di Vicenza. Riguardo i requisiti richiesti ai veicoli e ai conducenti sono quelli indicati dal Decreto del Ministero dei Trasporti già riportati nel capitolo 2; anche per la sosta valgono le stesse regole illustrate per il comune di Vicenza. Sulle norme di circolazione il comune di Verona dà delle regole e delle avvertenze precise:

- ∑ procedere in unica fila in tutti i casi in cui le condizioni della circolazione lo richiedano, comunque mai affiancati in numero superiore a due;
- ∑ il conducente deve avere libero uso delle braccia e delle mani e reggere il manubrio almeno con una mano, deve inoltre essere in grado in ogni momento di vedere davanti a sé e ai due lati, per compiere con la massima libertà, facilità e prontezza le manovre necessarie;
- ∑ è vietato il trasporto di passeggeri, cose o animali ed ogni forma di traino (trainare veicoli o farsi trainare da altro veicolo);
- ∑ il veicolo deve essere condotto a mano quando per le condizioni della circolazione sia di intralcio o di pericolo per i pedoni;
- ∑ nella marcia ordinaria in sede promiscua evitare improvvisi scatti, movimenti a zig-zag, manovre brusche o acrobazie che possano risultare di intralcio o pericolo per i veicoli che seguono;
- ∑ i conducenti sono tenuti ad attraversare le carreggiate a traffico particolarmente intenso tenendo il veicolo a mano;
- ∑ i conducenti sono tenuti a segnalare tempestivamente con il braccio le manovre di svolta e di fermata che intendono effettuare;
- ∑ per la circolazione sulle piste ciclabili si applicano le norme di comportamento relative agli altri veicoli, ove compatibili.

La segnaletica adottata dai due comuni è quella indicata nel decreto ministeriale sempre riportata nel capitolo precedente [13,14]. Le regole citate sono simili nelle città dove è presente la micromobilità, quello che cambia è la decisione su quali veicoli possono o

non possono circolare e qualche restrizione in casi specifici (ad esempio una strada urbana con limiti di velocità superiore ai 50km/h, nella quale i veicoli di micromobilità non possono transitare). La diffusione nelle città italiane della micromobilità negli ultimi anni è dovuta, soprattutto, allo sharing di questi veicoli, insieme all'acquisto privato incentivato dallo stato. I primi servizi di condivisione di biciclette e auto a Milano e Ravenna sono presenti nel nostro paese fin dai primi anni duemila, ora sono più di 5.600.000 le iscrizioni ai servizi di mobilità condivisa, con i monopattini elettrici che rappresentano il veicolo in flotta più presente e numeroso, e la micromobilità, complessivamente, costituisce il 91 % dei veicoli in sharing disponibili. Circa 15 milioni di italiani possono usufruire di almeno un servizio, dato che sono presenti in 49 capoluoghi di provincia diversi; tuttavia si contano ancora 59 capoluoghi che ancora ne sono sprovvisti. Questi servizi non sono distribuiti in modo omogeneo nel paese: infatti a nord il 54,2% dei capoluoghi (26 su 48) ne dispone di almeno uno, mentre solo il 40,6% dei capoluoghi meridionali (13 su 32) e il 35,7% di quelli del centro Italia (10 su 28) ha almeno un servizio attivo.



**FIGURA 3.1** Servizi di sharing presenti in Italia (tratta da <https://www.openpolis.it/cresce-la-micromobilita-nei-centri-urbani/>).

## Offerta dei servizi nei capoluoghi

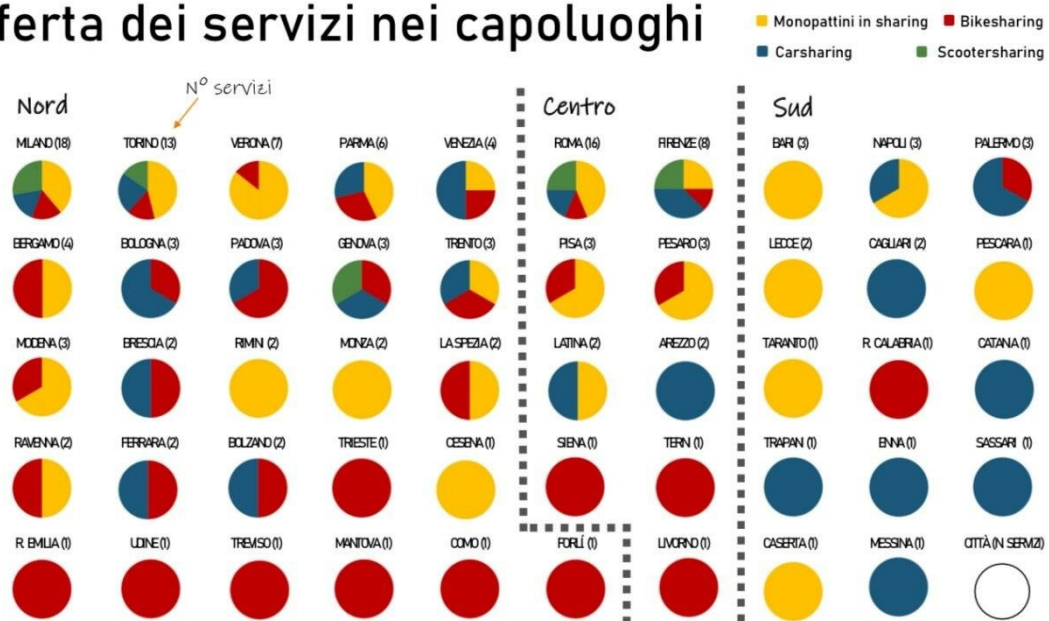


FIGURA 3.2 Tipologia e numero di servizi nei capoluoghi (tratta da <https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2021/11/5-Rapporto-Nazionale-sulla-sharing-mobility-2.pdf>).

Milano è la città italiana dove la mobilità condivisa è maggiormente presente ed è la prima in tutti e tre gli indicatori forniti dall'osservatorio nazionale della sharing mobility (percorrenze, numero di veicoli, numero noleggi). In crescita anche Roma, che si classifica al secondo posto. Al terzo posto si piazza, invece, Torino, seguita da Bologna, Firenze e Bari [15,16]. Le compagnie che offrono il servizio di sharing di monopattini elettrici si sono attrezzate installando nei punti strategici delle città le docking station: si tratta di veri e propri parcheggi di ricarica dove è possibile ritirare e depositare il monopattino a noleggio. In Italia queste “basi” per la ricarica sono offerte solo da alcune compagnie, mentre in altri paesi, come gli Stati Uniti, sono disponibili anche per i singoli proprietari privati di veicoli di micromobilità. In altri casi, però, è previsto il cosiddetto free-floating, ovvero la possibilità di parcheggiare dove si vuole (codice stradale premettendo) [17].

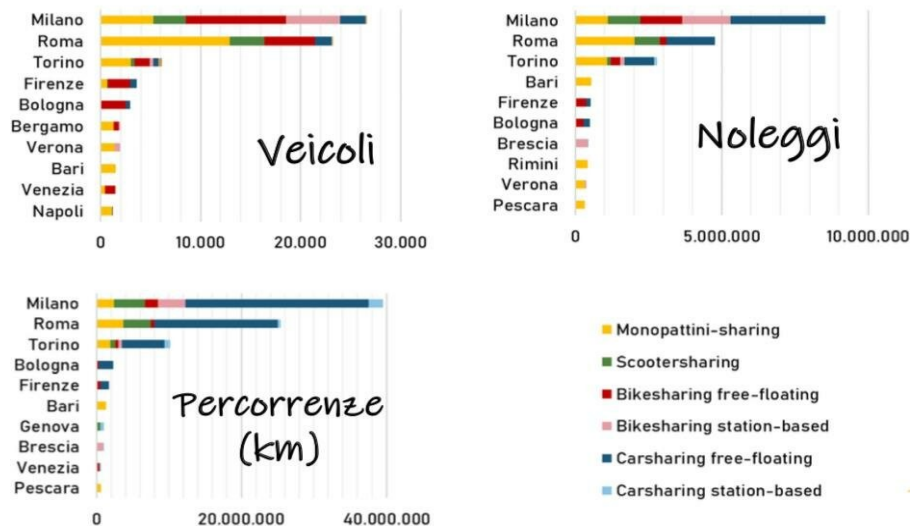
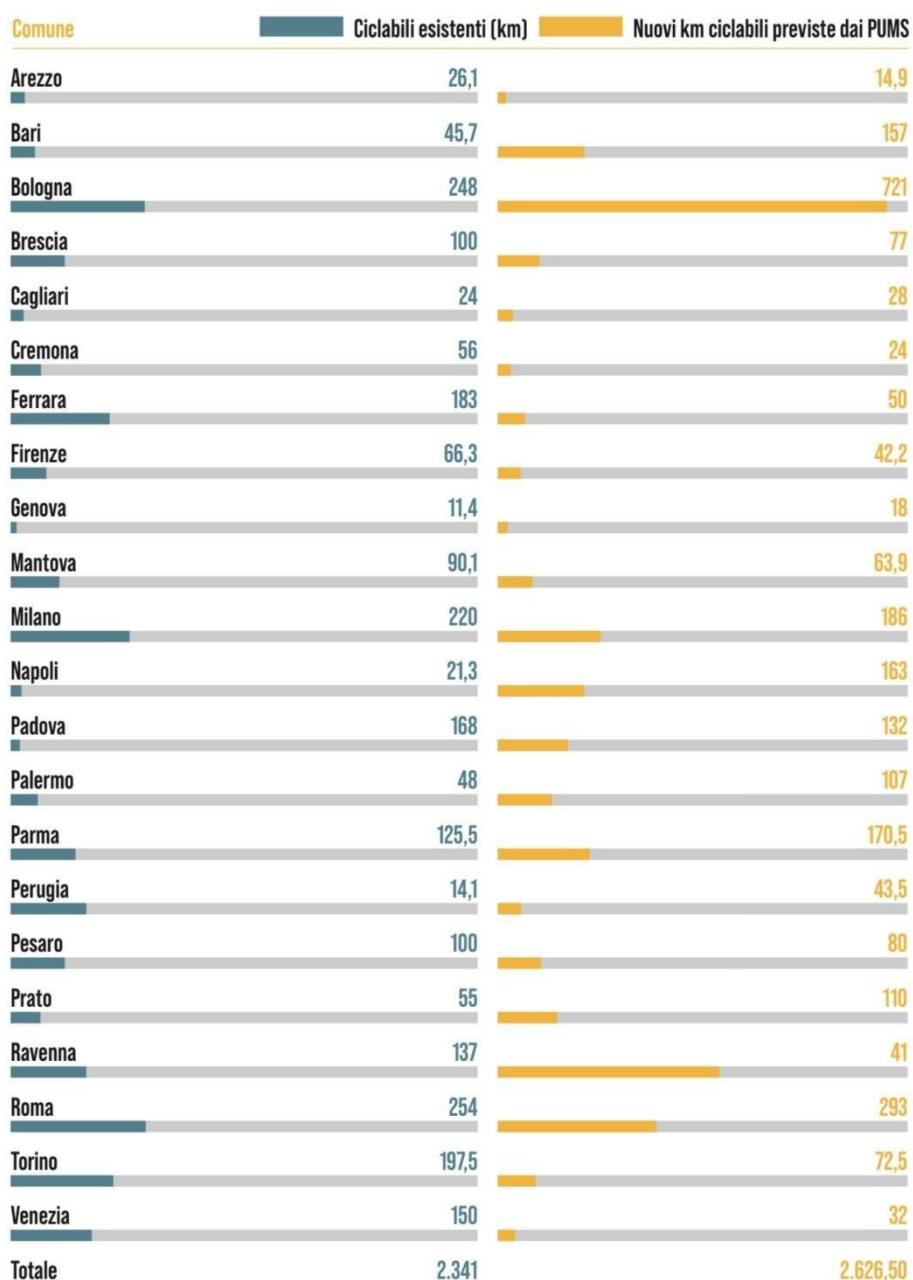


FIGURA 3.2 Classifica dei capoluoghi di provincia (tratta da <https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2021/11/5-Rapporto-Nazionale-sulla-sharing-mobility-2.pdf>).

Altro concetto fondamentale per lo sviluppo e miglioramento della micromobilità nelle città è il PUMS (ovvero il Piano Urbano di Mobilità Sostenibile). Questo è lo strumento attraverso il quale le grandi città, italiane ed europee, stanno rivoluzionando il modo di muoversi dei cittadini. Esso consiste in un piano strategico volto a soddisfare la necessità di mobilità delle persone e delle merci, migliorando al contempo la qualità della vita urbana. È da sottolineare come, per le città con più di centomila abitanti sia peraltro obbligatorio. Le linee guida dei PUMS, come indicate dall'Unione Europea, definiscono quale finalità principale del piano quella di creare un sistema urbano dei trasporti che persegua almeno i seguenti obiettivi:

- ∑ migliorare l'accessibilità per tutti, senza distinzioni di reddito o status sociale;
- ∑ accrescere la qualità della vita e l'attrattività dell'ambiente urbano;
- ∑ migliorare la sicurezza stradale e la salute pubblica;
- ∑ ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico, le emissioni di gas serra e il consumo di energia;
- ∑ fattibilità economica, equità sociale e qualità ambientale.

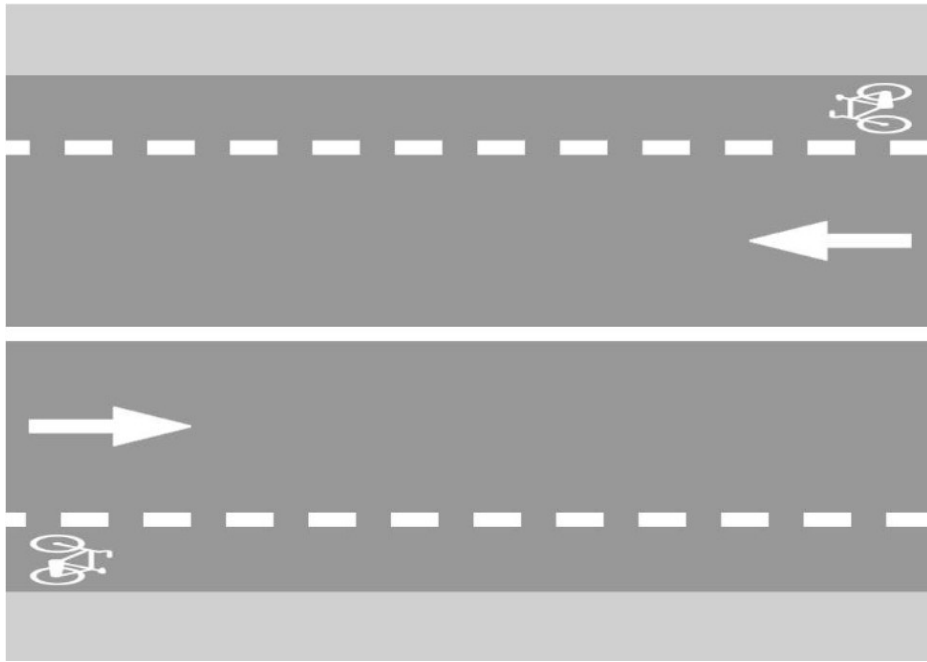
I piani urbani di mobilità sostenibile adottati in Italia sono 45, mentre quelli in stato di approvazione sono 53 e, infine, 98 sono in via di redazione. Con un orizzonte temporale di medio-lungo periodo (10 anni) permettono una pianificazione strategica e volta a determinati obiettivi. Tra i punti chiave dei piani che interessano la micromobilità ci sono: una forte crescita delle piste ciclabili (come si può vedere nella tabella 3.1, riportata qui sotto), l'istituzione di nuove zone 30 o il potenziamento di quelle già esistenti soprattutto nel centro storico, e il miglioramento (o l'attivazione per i comuni che non ne dispongono) della mobilità in sharing (ad esempio aumentando il numero di veicoli in flotta o aprendo nuove postazioni) [18,19,20].



**TABELLA 3.1** Ciclabili esistenti nel e nuovi km previsti (tratta dal dossier di legambiente “covidlanes”, <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/12/Dossier-CovidLanes.pdf>).

A partire dal 2020 hanno iniziato a diffondersi, anche in Italia, le bike lane o corsie ciclabili e sono definite dalla Legge n.120 del 11/08/2020 come “*parte longitudinale della carreggiata, posta a destra, delimitata mediante striscia bianca discontinua, valicabile e ad uso promiscuo, idonea a permettere la circolazione sulle strade urbane dei velocipedi nello stesso senso di marcia degli altri veicoli e contraddistinta dal simbolo del velocipede. La corsia ciclabile è parte dell’ordinaria corsia veicolare, con destinazione*

*alla circolazione dei velocipedi*”; la direzione di marcia delle biciclette sarà quindi la stessa direzione della corsia destinata ai veicoli a motore e si realizza di norma lungo il lato destro della corsia destinata alle automobili. Nel solo 2020 sono stati realizzati circa 200 km di questa tipologia di corsia, tra cui si possono annoverare Milano (35km), Genova (30km), Roma, Torino e Brescia (con circa 15 km). Il primo vantaggio nella realizzazione di una corsia ciclabile su sede riservata è costituito dalla velocità con cui si ottiene la rete di percorsi ciclabili della città. Inoltre l’esclusivo utilizzo della vernice permette di avere corsie dedicate alla micromobilità in pochissimo tempo. Per questo motivo, le grandi città mondiali che negli ultimi anni stanno sviluppando la ciclabilità stanno dapprima realizzando corsie ciclabili e successivamente le trasformeranno, ove necessario, in piste ciclabili protette. Il secondo vantaggio delle corsie ciclabili è il costo ridotto dell’intervento: infatti è sufficiente della vernice sul manto stradale, andando a modificare la segnaletica orizzontale della carreggiata. Questa tipologia di percorso porta con sé anche alcuni svantaggi rispetto a una pista ciclabile in sede propria: in primo luogo il grado di sicurezza del percorso che, essendo privo di barriere e cordoli di separazione, risulta solitamente più pericoloso; l’altro aspetto negativo è dato dal fatto che la corsia ciclabile è maggiormente soggetta all’utilizzo improprio della corsia, come per il parcheggio o anche la semplice sosta da parte dei veicoli a motore. Ciò porta a una minore fruibilità del percorso, vanificando lo scopo per cui la corsia è stata realizzata [21, 22].



**FIGURA 3.3** *Rappresentazione generica di una corsia ciclabile (tratta da [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Corsia\\_ciclabile\\_segnaletica\\_orizzontale.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Corsia_ciclabile_segnaletica_orizzontale.jpg)).*

La diffusione di questa infrastruttura può essere un punto cruciale per la micromobilità e per le città, sia per avere sempre più percorsi dove è possibile circolare, sia per arrivare più velocemente agli obiettivi futuri, ovvero per far avvicinare più persone possibili ad una mobilità sostenibile. La diffusione di tale sistema infine permette anche il mantenimento della qualità necessaria (ad esempio per quanto riguarda la pavimentazione che per i veicoli in questione deve essere migliore rispetto ai veicoli a motore) solo nella porzione adibita alla micromobilità, rendendola una vera e valida alternativa per gli spostamenti.



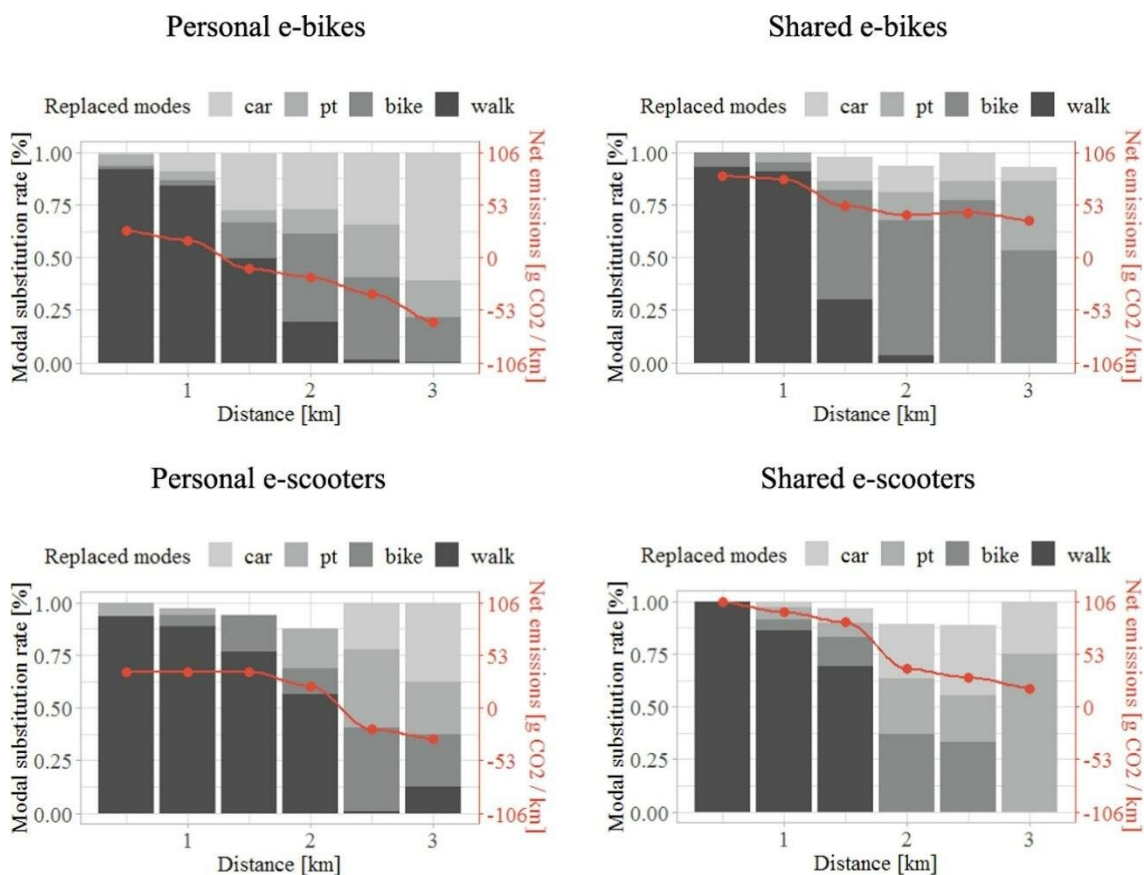
# **Capitolo 4**

## **Proposte per i futuri standard infrastrutturali per la micromobilità elettrica**

Guardando al futuro della micromobilità per diffonderla al meglio e avvicinare sempre più persone ad essa, la prima cosa da fare, secondo me, è sensibilizzare su questo argomento la popolazione, proponendo, ad esempio a livello di singolo comune oppure da parte di aziende private del settore (come le società che offrono lo sharing di questi veicoli), degli incontri in cui vengono spiegate le caratteristiche dei vari veicoli, con tutte le relative regole di circolazione, i benefici che potrebbe portare questa forma di mobilità per le città e dare anche la possibilità di provare questi dispositivi. In questo modo chiunque può farsi un'idea e magari decidere di passare a questi mezzi. Questo potrebbe essere utile soprattutto per le fasce di popolazione meno giovani, nelle quali spesso è un argomento poco conosciuto, ma può essere utile anche per le amministrazioni che, ad esempio attraverso sondaggi, possono capire l'interesse e la richiesta da parte dei partecipanti, quindi decidere se aumentare i veicoli a disposizione in condivisione nel determinato comune e sapere cosa manca nelle città per la micromobilità secondo le persone, visto che dal punto di vista infrastrutturale e anche di servizi c'è ancora molto da fare e da migliorare.

## **4.1 La micromobilità in sharing o privata e il concetto di MaaS**

Un problema riscontrato dallo studio condotto dai tre studiosi Daniel Reck, Henry Martin e Kay Axhausen è la differenza tra la micromobilità elettrica condivisa e quella privata e il rispettivo impatto ambientale, considerando diversi fattori come la tipologia del mezzo che vanno a sostituire, la lunghezza del percorso, oltre alle emissioni dei singoli mezzi. Per quanto la micromobilità elettrica condivisa possa comunque rappresentare un'ottima alternativa ecologica per il minor impatto ambientale rispetto all'uso delle automobili o di mezzi pubblici a benzina, questa presenta anche delle criticità se si analizzano abitudini delle persone e l'uso di questa tipologia di mobilità. Biciclette elettriche e monopattini elettrici a noleggio vengono infatti molto spesso utilizzati non come una vera alternativa ad altre modalità di spostamento più inquinanti, ma piuttosto come un'alternativa ai tragitti a piedi, finendo così per “unirsi” ad altri mezzi di trasporto senza sostituirli. La necessità di doversi recare nei luoghi in cui noleggiare un mezzo e la mancata certezza di trovare mezzi disponibili per i propri spostamenti spingono, quindi, molte persone ad utilizzare comunque altre forme di mobilità, destinando invece alla micromobilità elettrica un ruolo limitato ai micro-spostamenti. Questo tipo di utilizzo, unito anche a fattori come l'usura dei mezzi condivisi che porta ad una più rapida sostituzione (e di conseguenza smaltimento), non consente quindi di associare alla micromobilità elettrica condivisa un impatto ambientale particolarmente positivo. La libertà di avere un mezzo proprio e la possibilità di pianificare l'intero percorso da casa alla destinazione senza dover lasciare il mezzo altrove, sono tutti fattori che spingono molte persone a scegliere la micromobilità elettrica come vera forma alternativa ad altre modalità di trasporto, quindi chi possiede una bicicletta elettrica o un monopattino elettrico è nettamente più incline ad utilizzarli come unici mezzi per i propri spostamenti, rendendo la micromobilità elettrica privata una valida alternativa sostenibile.



**FIGURA 4.1** Metodo di spostamento rimpiazzato e emissioni nette per i veicoli di micromobilità in base alla distanza (tratta da <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004296>).

La figura 4.1 mostra sia il metodo di spostamento che la micromobilità rimpiazza, sia le emissioni nette in funzione della distanza e si può notare come il caso di veicoli personali sia molto più sostenibile e a minor impatto ambientale rispetto ai mezzi in condivisione [23].

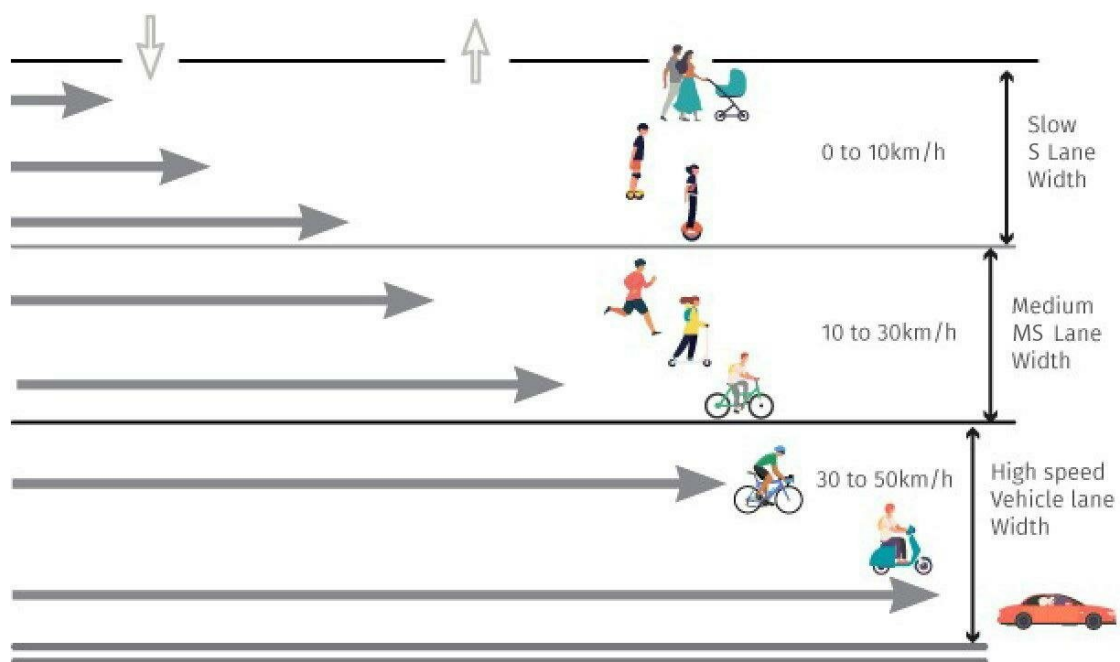
A questa problematica si collega e può essere la soluzione il MaaS, “Mobility as a Service”. Il termine MaaS significa letteralmente “mobilità come servizio”, ovvero un nuovo concetto di mobilità che prevede l’integrazione di molteplici servizi di trasporto pubblici e privati in un unico servizio digitale, accessibile via smartphone, che offre servizi on-demand, in grado di rispondere in modo personalizzato a tutte le specifiche esigenze di mobilità e di offrire tutta la libertà di movimento che le persone desiderano, tutto in una sola app. L’obiettivo è, quindi, rendere la mobilità accessibile a tutti attraverso un’unica app, che consenta di selezionare il viaggio più adatto alle proprie

esigenze (il più veloce, il più economico, o il più sostenibile), scegliere i mezzi con cui compierlo (uno o più d'uno) e pagare l'intera tratta con un solo tocco. Il MaaS permetterà all'utente non solo di acquistare una singola corsa, ma addirittura un pacchetto di mobilità multimodale completo, come un abbonamento o "mobility package". In questo caso, nell'abbonamento saranno inclusi ad esempio un certo numero di viaggi in bus, un certo numero di minuti per una corsa in taxi, in car sharing o in bike sharing, un certo numero di giorni di noleggio auto, pacchetti convenienti dal lato economico e totalmente personalizzabili. Tutto questo può portare ad un uso più efficiente della micromobilità in sharing e anche più vicino allo scopo per cui è stata inserita nelle città, dato che può essere affiancata ad altre modalità di trasporto per terminare il viaggio; ci sarebbe, inoltre, la possibilità di prenotare un veicolo in condivisione, quindi avere la certezza di trovarlo [24]. In Italia era stato presentato un bando per i comuni che volevano inviare la propria manifestazione di interesse sulla sperimentazione del MaaS, per poi presentare la domanda vera e propria; sono tredici le Città metropolitane che hanno partecipato: Bari, Bologna, Cagliari, Catania, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Reggio Calabria, Roma, Torino, Venezia. Nei primi mesi del 2022 la prima selezione ha individuato e finanziato 3 progetti pilota nelle città di Milano, Roma e Napoli, nelle quali si prevede una più elevata probabilità di successo nell'implementazione di servizi MaaS [25]. Questo nuovo concetto può portare, in futuro, un miglior sfruttamento di tutte le modalità di trasporto ed evitarne usi per cui non erano state pensate e implementate nelle città.

## **4.2 Il concetto di strada e di intersezione con la micromobilità elettrica**

Con la continua diffusione della micromobilità si dovrà anche pensare, in breve tempo, di dare più spazio e più importanza a questi nuovi veicoli che popoleranno in numero crescente le città di tutto il mondo, anche perché investendo su servizi e infrastrutture si può far avvicinare ancora più persone a questa modalità di spostamento. Una delle

problematiche più grandi è proprio lo spazio dedicato a questi mezzi visto che la maggior parte dello “spazio” della strada è riservato ai veicoli a motore classici, che sono anche molto più ingombranti, e non sempre è possibile o facile ritagliarne o creane di nuovo (ad esempio per le piste ciclabili). Una possibilità è quella di riprogettare le strade secondo il modo in cui le persone si muovono, e non in base a ciò che le muove; questo concetto comporta una suddivisione delle strade in corsie in base alla velocità con cui il singolo utente vuole procedere. Le persone e i dispositivi più lenti dovranno stare a destra, mentre persone che corrono e mezzi più veloci passano più a sinistra (come si può vedere dalla figura 4.2). Ogni progetto stradale si dovrebbe basare sulla larghezza disponibile e sull'uso desiderato per quella specifica sezione di strada; quindi si dovrebbe fare una previsione sul numero di utenti per ogni categoria per poter dimensionare le varie corsie nel modo migliore e permettere alle persone di muoversi alla velocità desiderata e percepire un certo livello di comfort e, soprattutto, di sicurezza.



**FIGURA 4.2** *Raffigurazione schematica della divisione stradale proposta (tratta da <https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-design-academy-redesign-the-road-blair-monk.pdf>).*

Come si può vedere dalla figura 4.2 la strada sarebbe suddivisa in 3 corsie (la foto si basa sulla guida a sinistra, quindi in Italia la corsia più veloce dovrebbe stare a sinistra, o in cima nel caso della foto).

- ∑ La prima corsia ha un range di velocità tra 0 e 10 km/h e sarebbe usata soprattutto dai pedoni ma anche dagli utenti che usano dispositivi di micromobilità (a patto che rispettino i limiti previsti).
- ∑ La seconda corsia ha una velocità compresa da 10 e 30 km/h ed è la più importante per i dispositivi di micromobilità, infatti è sfruttata da quest'ultimi e dai pedoni che procedono a velocità più elevate (corridori).
- ∑ La terza corsia, infine, ha una velocità superiore ai 30 km/h ospita e i mezzi elettrici, solo se eccedono il limite della seconda corsia, e i veicoli a motore classici.



**FIGURA 4.3** *Rappresentazione della strada con i vari utenti nelle diverse corsie (tratta da <https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-design-academy-redesign-the-road-blair-monk.pdf>).*

Per gli utenti della micromobilità un punto critico sono le intersezioni stradali dove la sicurezza, o perlomeno la sua percezione, si riduce notevolmente. Soprattutto in riferimento alla nuova idea di “strada” sopra esposta, ma anche per le corsie ciclabili, che sono in rapido sviluppo (come scritto nel capitolo 3). Nelle corsie ciclabili l’aggiunta di segnaletica è doverosa e può essere la soluzione per migliorare la sicurezza. Un esempio

presente in via sperimentale a Auckland in Nuova Zelanda sono semafori dedicati ai mezzi di micromobilità presenti nella corsia ciclabile in corrispondenza dell'incrocio e tali da regolare il transito e evitare zone di conflitto con altri utenti della strada.



**FIGURA 4.4** Semaforo dedicato alla micromobilità (tratta da <https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-design-academy-redesign-the-road-blair-monk.pdf>).

La cosa importante è mantenere gli utenti vulnerabili distanti dalla zona di conflitto di un'intersezione, cioè laddove le traiettorie di svolta si incrociano. Una possibile configurazione è data da una segnaletica orizzontale che permette di far evitare le zone di conflitto passando da una zona sicura all'altra muovendosi di fronte al traffico fermo della strada adiacente [26].



**FIGURA 4.5** Possibile segnaletica stradale per creare un attraversamento sicuro dell'intersezione (tratta da <https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-design-academy-redesign-the-road-blair-monk.pdf>).

Un'altra soluzione per aumentare la percezione di sicurezza da parte degli utenti nelle corsie ciclabili, trattate nel capitolo 3, sono delle barriere inserite per dividere la corsia dalla vera e propria strada. Queste barriere possono essere molto utili dato che le uniche critiche a questa infrastruttura sono, appunto, sulla sicurezza e sull'uso improprio da parte dei veicoli a motore o per il parcheggio o per la sosta che intralchierebbe la corsia. Un esempio lo si può trovare a Toronto dove sono state installate delle barriere a onde con questo scopo. Si potrebbero però pensare anche altre soluzioni dal maggior valore estetico. Tutto questo può valere anche per l'idea di strada proposta sopra e installarle tra la corsia più veloce e quella intermedia [27].



**FIGURA 4.6** Barriere di separazione a onda a Toronto (tratta da <https://www.bikeitalia.it/2020/08/12/toronto-nuove-protezioni-a-forma-di-onda-per-le-bike-lane/>).



### 4.3 Parcheggi dedicati alla micromobilità

Una grande mancanza e punto di criticità per la micromobilità sono i parcheggi a essa dedicati. In Italia sono state emanate solo delle regole su come parcheggiare, ma non sono stati creati spazi appositi o punti dove poter lasciare questi veicoli. Questa mancanza ha portato a dei problemi e a delle lamentele dei cittadini nelle città. Numerosi cittadini si sono lamentati infatti per l'intralcio dato dal parcheggio di un monopattino lungo il marciapiede. Questo succede, soprattutto, nel caso di veicoli in sharing nella modalità "free floating", vista la possibilità di lasciare il veicolo ovunque, e non sempre rispettando le regole. Una soluzione a questa mancanza deve essere studiata e implementata nei diversi contesti cittadini. Le possibilità per questa infrastruttura sono diverse:

- ∑ ricavato da un classico parcheggio per auto in cui possono stare più veicoli di micromobilità (Figura 4.7);



**FIGURA 4.7** parcheggio per monopattini ricavato da un posto auto (tratta da <https://www.lcc.org.uk/wp-content/uploads/2021/06/LCC-Micromobility-Parking-Literature-Review-June-2021.pdf>.)

- ∑ parcheggi realizzati con della semplice vernice in uno spazio del marciapiede (Figura 4.8);



**FIGURA 4.8** Parcheggio dedicato su marciapiede a Londra (tratta da <https://www.micromobilitynews.co.uk/news/micromobility-docking-stations>).

Σ parcheggi realizzati con dei paletti che permettano di individuare lo stallo e, al contempo, di bloccare il mezzo (ciò può essere utile per chi ha un mezzo di proprietà, Figura 4.9);



**FIGURA 4.9** Parcheggio più classico a Londra (tratta da <https://www.micromobilitynews.co.uk/news/micromobility-docking-stations>).

Σ parcheggi simili a degli armadietti che possono essere pensati per sedi universitarie o scuole, grandi aziende oppure per zone condominiali in cui stipare il proprio mezzo (Figura 4.10);



**FIGURA 4.10** Parcheggi simili a degli armadietti (tratta da <https://www.lcc.org.uk/wp-content/uploads/2021/06/LCC-Micromobility-Parking-Literature-Review-June-2021.pdf>).

∑ parcheggi/depositi con la funzione sia di parcheggio, sia di ricarica (anche detti “docking station”, Figura4.11).



**FIGURA 4.11** Esempio di una docking station (tratta da <https://www.knotcity.com/es/stories/why-docking-could-be-a-gamechanger-for-micromobility-in-cities/>).

Ognuna delle soluzioni proposte deve essere pensata in base allo spazio disponibile, alle esigenze del contesto cittadino e anche in base ai costi e ai tempi della realizzazione, dato che i primi due sono sicuramente più veloci ed economici da realizzare e inserire nelle città.

# Conclusione

La micromobilità è già un fenomeno ben affermato nelle città, ma serve un cambio di mentalità nelle persone per capire la vera importanza e utilità che potrebbe portare questa modalità di trasporto per centrare lo scopo per cui è stata implementata, dato che da molti è vista come una forma di divertimento o comunque non rappresenta una valida alternativa ai mezzi di trasporto classici, o per questioni legate alla sicurezza percepita su questi dispositivi o per la mancanza di infrastrutture e servizi dedicati. Su quest'ultimo punto ci deve essere un grande impegno e, soprattutto, un intervento nel più breve tempo possibile da parte dello stato e delle amministrazioni comunali per poter migliorare l'esperienza d'uso di questi dispositivi sotto tutti i punti di vista, così da far avvicinare ancora più persone a questa novità nell'ambito dei trasporti, visto che è l'unica grande criticità su questo argomento.

# Riferimenti bibliografici

- [1]. Alberto Andreoni, *Non solo monopattini: la rivoluzione della micromobilità elettrica è cominciata* (2020), Rienergia, <https://rienergia.staffettaonline.com/articolo/34575/Non+solo+monopattini:+la+rivoluzione+della+micromobilit%C3%A0+elettrica+%C3%A8+cominciata/Andreoni#:~:text=La%20micromobilit%C3%A0%20elettrica%20%C3%A8%20un,automobile%20con%20conseguente%20miglioramento%20dei>.
- [2]. *Biciclette elettriche. Cosa sono e quali sono i benefici di una bici a pedalata assistita* (2018), Bikeitalia, <https://www.bikeitalia.it/2018/07/25/biciclette-elettriche-cosa-sono-e-quali-sono-i-benefici-di-una-bici-a-pedalata-assistita/>.
- [3]. *Monopattino elettrico: descrizione e caratteristiche* (2017), Skateboard elettrico, <https://www.skateboard-elettrico.it/monopattino-elettrico>.
- [4]. *Come funzionano i monopattini elettrici?*, Miglior monopattino elettrico.it, <https://www.migliormonopattinoelettrico.it/come-funzionano-i-monopattini-elettrici/>.
- [5]. *Che cos'è un monopattino elettrico o e-scooter, come funziona e la tecnologia che utilizza* (2020), Ingegneria elettronica, <https://www.ingegneria-elettronica.com/veicoli-elettrici-auto-elettriche/cos-e-un-monopattino-elettrico-e-scooter-come-funziona.html>.
- [6]. *Gli hoverboard: cosa sono? Come funzionano? Cosa devo considerare all'acquisto?*, Monopattini-elettrici.it, <https://www.monopattini-elettrici.it/guida/gli-hoverboard-cosa-sono-come-funzionano-cosa-devo-considerare-allacquisto/>.
- [7]. *Segway: cos'è, come funziona e quale scegliere* (2019), Hellogreen, <https://www.hellogreen.it/segway-cose-funziona-quale-scegliere/>.
- [8]. *Monowheel: caratteristiche e normativa di riferimento* (2020), Newsmondo, [https://newsmondo.it/monowheel-elettrico-normativa/motori/?refresh\\_ce](https://newsmondo.it/monowheel-elettrico-normativa/motori/?refresh_ce).

- [9]. *Skateboard Elettrici per la Mobilità Urbana, ecco cosa sono e come funzionano* (2020), Alespazio, <https://www.alespazio.it/skateboard-elettrici-per-la-mobilita-urbana-ecco-cosa-sono-e-come-funzionano/>.
- [10]. Luciano Butti, *Micromobilità, cosa prevede la normativa*, (2020), Snpambiente, <https://www.snpambiente.it/2020/01/29/micromobilita-cosa-prevede-la-normativa/>.
- [11]. *Decreto ministero dei trasporti 04/06/2019 – micromobilità elettrica*, (2019), <http://www.patente.it/normativa/decreto-ministero-trasporti-04-06-2019-n-229-micromobilita-elettrica?idc=3926>.
- [12]. *I vantaggi della micromobilità elettrica*, (2022), emg electric moving green, <https://www.emgmobility.it/blog/news/i-vantaggi-della-micromobilita-elettrica>.
- [13]. *Comune di Vicenza*, <https://www.comune.vicenza.it/>.
- [14]. *Comune di Verona*, [https://www.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a\\_id=1](https://www.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a_id=1).
- [15]. *I vantaggi della micromobilità elettrica*, (2022), <https://www.emgmobility.it/blog/news/i-vantaggi-della-micromobilita-elettrica#:~:text=Utilizzare%20un%20mezzo%20con%20ingombro,agilit%C3%A0%20e%20flessibilit%C3%A0%20nel%20traffico>.
- [16]. *Cresce la micromobilità nei centri urbani*, (2021), <https://www.openpolis.it/cresce-la-micromobilita-nei-centri-urbani/>.
- [17]. *Colonnine di ricarica per veicoli elettrici: bene anche per il monopattino?*, (2020), [monopattinoelettrico.info, https://www.monopattinoelettrico.info/colonnine-di-ricarica-per-monopattini-elettrici/](https://www.monopattinoelettrico.info/colonnine-di-ricarica-per-monopattini-elettrici/).
- [18]. M Ciuffini, S Asperti, V Gentili, R Orsini, L Refrigeri, *5° rapporto nazionale sulla sharing mobility*, (2021), <https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2021/11/5-Rapporto-Nazionale-sulla-sharing-mobility-2.pdf>.
- [19]. A. Donati, F. Petracchini, C. Gasparini, L. Tomassetti, M. S. Scarpinella, C. Montiroli, *4° rapporto mobilitaria 2021*, (2021), <https://www.kyotoclub.org/wp-content/uploads/Rapporto-MobilitAria2021-2-1.pdf>.
- [20]. Osservatorio PUMS, <https://www.osservatoriopums.it/>.

- [21]. E. Zanchini, S. Nuglio, M. Dominici, A. Poggio, A. Bonfanti, G. Battiato, *Covidlanes*, (2020), <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/12/Dossier-CovidLanes.pdf>.
- [22]. Gabriele Sangalli, *Corsie ciclabili e bike lane: se basta un po' di vernice per avere città amiche della bicicletta*, (2020), <https://www.bikeitalia.it/corsie-ciclabili-se-basta-un-po-di-vernice-per-avere-citta-amiche-della-bicicletta/>.
- [23]. Daniel J.Reck, Henry Martin, Kay W. Axhausen, *Mode choice, substitution patterns and environmental impacts of shared and personal micro-mobility*, (2022), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004296>.
- [24]. A. Donati, F. Petracchini, C. Gasparini, L. Tomassetti, M. S.Scarpinella, C. Montiroli, F. Nicoletti, C. Leonardi, *5° rapporto mobilitaria 2022*, (2022), [https://www.kyotoclub.org/wpcontent/uploads/Libro\\_Mobilitaria2022\\_compressed.pdf](https://www.kyotoclub.org/wpcontent/uploads/Libro_Mobilitaria2022_compressed.pdf).
- [25]. Pasini Elia, *Mobility as a Service fa 13 con il PNRR e le città metropolitane*, (2022), <https://www.teknoring.com/news/smart-pa/mobility-as-a-service-pnrr-mobilita-urbana-digitale/>.
- [26]. Blair Monk, *Redesign the road*, (2022), <https://www.aurecongroup.com/thinking/thinking-papers/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-design-academy-redesign-the-road-blair-monk.pdf>
- [27]. *Toronto: nuove protezioni a forma di onda per le bike lane*, (2020), Bikeitalia, <https://www.bikeitalia.it/2020/08/12/toronto-nuove-protezioni-a-forma-di-onda-per-le-bike-lane/>.

