

Un indice per misurare la accessibilità di prossimità

Paola Pucci, Giovanni Lanza, Luigi Carboni¹ *

¹ Politecnico di Milano, DASTU

IAPI (Inclusive Accessibility by Proximity Index) misura, in ambiente GIS, l'accessibilità a servizi essenziali a partire dalle condizioni che favoriscono/sfavoriscono la pedonalità, la ciclabilità e le interazioni sociali a scala di quartiere. La sua sperimentazione in Bologna ha permesso sia di mappare la qualità dei percorsi ciclo-pedonali, sia di valutare l'accessibilità via mobilità attiva a servizi di quartiere, sia di valutare l'effetto di interventi puntuali di pedonalizzazione sulla qualità dei percorsi e degli spazi pubblici. Grazie alla facilità di calcolo, alla trasferibilità dell'approccio connessa all'uso di dati open source e alle opportunità di aggiornamento degli indicatori e dei coefficienti utilizzati, IAPI può contribuire alla costruzione di politiche multi-settore, a diverse scale.

Parole Chiave: Accessibilità; Mobilità attiva; X min city; Bologna

1 Il modello della città di prossimità.

Il dibattito sulle politiche per una mobilità urbana sostenibile è fortemente incentrato sul modello della città di prossimità, chiamata anche città dei 15 minuti o, più generalmente, degli *x minuti*, in riferimento al *chrono-urbanism* proposto da Carlos Moreno (2016; 2021), che ha tuttavia degli antecedenti nei 20 minute neighbourhood dei Piani strategici di Portland (2012) e di Melbourne (2017). Questi piani, implementati perlopiù in centri urbani densi, concepiscono le città come sistemi di quartieri caratterizzati da una buona dotazione di servizi per la vita quotidiana a cui accedere facilmente grazie alla mobilità attiva promossa attraverso il ridisegno degli spazi e dei percorsi pubblici.

L'accessibilità in prossimità, favorendo la mobilità attiva e una più equa distribuzione dei servizi al cittadino, contribuisce a costruire città che sono non solo ambientalmente più sostenibili, ma anche più inclusive (Moreno, 2021, Eit Um, 2022). Infatti, queste politiche intervengono direttamente sulle disuguaglianze in essere tra aree centrali e periferiche e tra diversi gruppi di popolazione, prevenendo o contrastando fenomeni di esclusione sociale derivanti dall'impossibilità di avere accesso a servizi basilari (Lucas et al., 2016; Martens, 2017).

Un punto essenziale nell'implementazione delle politiche di accessibilità di prossimità riguarda la "misurazione" dell'accessibilità attraverso la mobilità attiva come condizione per costruire politiche per garantire accessibilità di prossimità.

Sebbene la metrica con cui si misura la prossimità, che accompagna la maggior parte di queste esperienze, venga definita perlopiù in base al tempo di spostamento, è però importante prestare attenzione alla diversità dei contesti di analisi. Tale diversità incide sulle modalità attraverso cui effettuare queste misurazioni, su come definire la soglia minima di accessibilità per garantire

* Corresponding author: paola.pucci@polimi.it

inclusione sociale e partecipazione e su come selezionare quali servizi e opportunità dovrebbero essere equamente distribuiti e offerti in prossimità per soddisfare le diverse esigenze di differenti gruppi sociali, evitando di riprodurre le disuguaglianze esistenti.

Con la finalità di offrire uno strumento per misurare le condizioni che garantiscono accessibilità di prossimità, l'articolo propone un indice denominato IAPI (*Inclusive Accessibility by Proximity Index*) che misura l'accessibilità garantita dalla mobilità ciclo-pedonale ai servizi essenziali a scala urbana e di quartiere utile per orientare politiche di mobilità, welfare e progettazione urbanistica. Rispetto alla pluralità di strumenti di misurazione disponibili, IAPI permette di (1) valutare l'accessibilità attraverso la mobilità attiva, superando un limite degli strumenti di valutazione che considerano primariamente gli spostamenti in auto o con il trasporto pubblico (Silva et al., 2017); (2) far luce sull'impatto della qualità effettiva e percepita degli spazi pubblici sull'accessibilità di prossimità per pedoni, persone a mobilità ridotta e ciclisti, superando così approcci di calcolo basati solamente su profili di mobilità standardizzati e dati oggettivi e altamente aggregati; (3) individuare ambiti in cui è debole l'accessibilità e scarsa l'offerta di servizi essenziali come target prioritari per interventi di miglioramento.

A corredo della presentazione dello strumento, verranno presentati i risultati della sperimentazione empirica dell'indice nel caso di Bologna svolta nell'ambito del progetto EX-TRA, *Experimenting with city street to TRAnSform urban mobility* (<https://www.ex-tra-project.eu>), il cui fine è analizzare le implicazioni delle trasformazioni di urbanistica tattica sull'accessibilità di prossimità.

2 Misurare l'accessibilità di prossimità: IAPI

L'indice proposto è implementato sulla base di una metodologia articolata in tre fasi.

2.1 Fase 1: Definizione degli indicatori e caratterizzazione del grafo digitale di simulazione.

IAPI è costruito in base a indicatori che utilizzano open data prodotti da pubbliche amministrazioni ed estratti da Open Street Map per facilitare la trasferibilità dell'approccio. Gli indicatori, mappati su una base di simulazione digitale, descrivono la presenza di condizioni che (s)favoriscono la camminabilità e la ciclabilità relativamente alle prestazioni tecniche dei percorsi (indicatori di rete, fig.1) e alla qualità degli spazi aperti e costruiti circostanti (indicatori relazionali, fig.2).

Categoria	Indicatore	Obiettivo
1. Paths' technical performance	1.1 Pedestrian friendliness	Indica se la strada (arco) incoraggia esplicitamente il transito dei pedoni (es: strada pedonale)
	1.2 Cyclist friendliness	Indica se la strada (arco) incoraggia esplicitamente il transito dei ciclisti (es: presenza di piste ciclabili dedicate)
	1.3 Sidewalk width	Indica l'impatto della larghezza dei marciapiedi della strada (arco) sulla camminabilità
	1.4 Presence of obstacles	Indica la presenza di ostacoli o barriere lungo la strada (arco) che possono incidere sulla camminabilità/ciclabilità
	1.5 Type of surface and smoothness	Indica la qualità e la levigatezza di una strada (arco) che impattano su camminabilità e ciclabilità
	1.6 Slope	Indica la presenza di pendenze (%) lungo una strada (arco) che possono limitare la camminabilità e ciclabilità
	1.7 Lack of lighting	Indica l'assenza di illuminazione lungo una strada (arco) che può incidere sulla qualità e sicurezza del percorso
2. Traffic safety and road impacts	2.1 Car traffic interaction	Indica il livello di stress lungo la strada (arco) per i tre profili dovuto alla prossimità a strade ad alta congestione
	2.2 Traffic calming impact	Indica strade (archi) in cui siano previste velocità ridotte (es: zone 30) che possono favorire camminabilità e ciclabilità
	2.3 Number of lanes	Indica approssimativamente la difficoltà ad attraversare strade (archi) a più corsie (min. 4).

Fig.1 Tabella degli indicatori di rete. Elaborazione degli autori

Categoria	Indicatore	Obiettivo
3. Sense of safety	3.1 Population density	Indica il livello di densità abitativa associato a maggiore senso di sicurezza e opportunità relazionali
	3.2 Poor maintenance of public spaces	Indica la presenza di spazi percepiti come scarsamente mantenuti che sfavoriscono la camminabilità/ciclabilità
	3.3 Presence of social hotspots	Indica la presenza di hotspot percepiti positivamente o negativamente che impattano la vivibilità dell'area
4. Design and diversity of the built environment	4.1 Urban furniture density	Indica la densità di attrezzature che accrescono la vivibilità degli spazi pubblici
	4.2 Predominant land use	Indica la presenza di usi del suolo in base a come questi favoriscono o meno lo stop over
	4.3 POI density	Indica la densità di attività a piano strada in grado di conferire vitalità e accrescere la camminabilità

Fig.2 Tabella degli indicatori relazionali. Elaborazione degli autori

Gli indicatori di rete sono definiti per ogni arco che compone il grafo di simulazione digitale. Gli indicatori relazionali, invece, sono mappati su una griglia esagonale sovrapposta allo stesso grafo, poiché descrivono le caratteristiche degli spazi pubblici, le forme d'uso e le interazioni tra spazi aperti e costruiti e non sono direttamente legati alle caratteristiche tecniche e alle prestazioni dei percorsi.

Sono tre i profili di utenti considerati per il calcolo di IAPI: pedoni, pedoni a mobilità ridotta e ciclisti. Le esperienze dei diversi utenti vengono simulate introducendo coefficienti che esprimono come le condizioni descritte da ciascun indicatore possano avere un impatto positivo o negativo basso, medio o alto sulla percorribilità a piedi e in bicicletta, in base alla capacità e alla possibilità di movimento dei tre profili considerati (fig. 3).

I coefficienti sono calibrati per ogni indicatore di rete. Mentre i coefficienti degli indicatori relazionali sono considerati nella fase 3, i coefficienti degli indicatori di rete sono calcolati direttamente nella prima fase della metodologia. Il loro effetto è espresso come una variazione della velocità lungo gli archi della rete, che aumenta rispetto al valore medio di ciascun profilo di utente quando sono presenti condizioni che favoriscono la pedonalità e la ciclabilità, e viceversa.

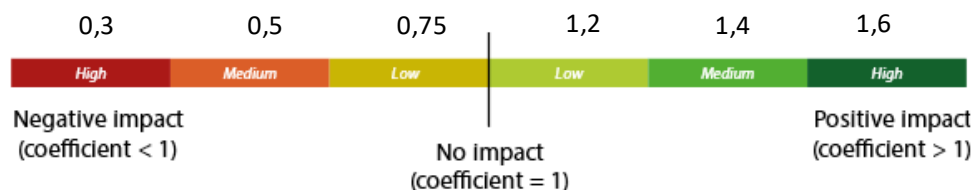


Fig. 3. Coefficienti degli indicatori relazionali e di rete. Elaborazione degli autori

Questo approccio consente di calcolare una velocità diversa per ogni arco, in base a quanto le attuali prestazioni tecniche favoriscano o meno la pedonalità e la ciclabilità (fig.4).

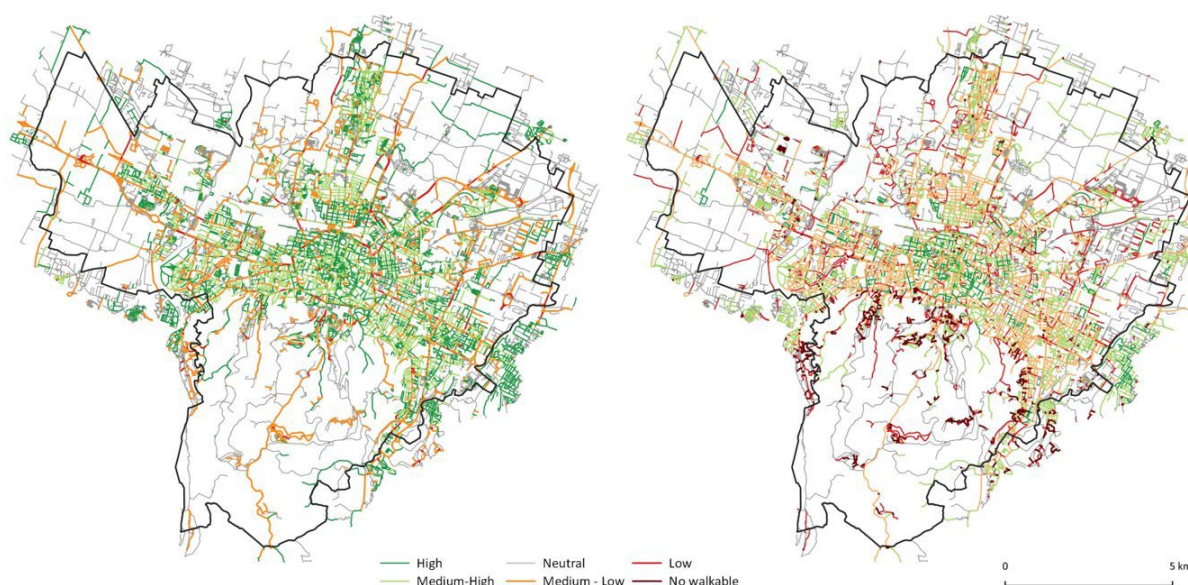


Fig.4 L'applicazione del coefficiente di rete dà luogo alla mappa dei livelli di camminabilità della rete stradale di Bologna per i pedoni (a sinistra) e per le persone a mobilità ridotta (a destra). Elaborazione degli autori.

2.2 Fase 2: Definizione del paniere di servizi

La seconda fase prevede la mappatura dei servizi da includere nella valutazione dell'accessibilità. Questa mappatura viene effettuata considerando l'ubicazione, le prestazioni e la disponibilità oraria di ciascun servizio. Una volta mappati, i servizi vengono inclusi nella stessa base di simulazione caratterizzata nella fase precedente. L'elenco dei servizi di quartiere considerati (fig. 5) e la loro rilevanza discendono dalla fase di interlocuzione con gli abitanti che ha permesso anche di identificare le eventuali carenze.

Tipologia	Servizio
<i>Spazi pubblici</i>	Giardini e parchi
	Parchi gioco
	Supermarket e alimentari
<i>Attività commerciali</i>	Bar e ristoranti
	Strada commerciale
	Chioschi e mercati
	Parrucchiere
	Ufficio postale
	Spazi e servizi culturali
	Teatri e cinema
<i>Spazi e servizi per la cultura</i>	Palestre
	Campi sportivi
<i>Sport</i>	Farmacie e studi medici
	Biblioteche
<i>Salute</i>	Asili nido
	Scuola materna
<i>Istruzione</i>	Scuola elementare
	Scuola secondaria di primo grado
	Stazione della metropolitana (se presente)
	Fermata di linea bus ad alta frequenza
	Fermata di linea bus a bassa frequenza
	Bike sharing station (se presente)
	Car sharing station (se presente)
<i>Trasporto pubblico e mobilità condivisa</i>	

Categoria	Servizio	Categoria	Servizio
Spazi verdi pubblici	Giardini, parchi	Istruzione	Biblioteche
	Parchi gioco		Asili nido, materne, scuole elementari e medie
Attività commerciali	Alimentari		Trasporto pubblico
	Mercati	Fermata bus/tram alta freq.	
	Bar e ristoranti	Fermata bus/tram bassa freq.	
	Edicole, chioschi	Mobilità condivisa	Stazione bike sharing
	Uffici postali		Stazione car sharing
Spazi e servizi per la cultura	Spazi e servizi culturali		
	Teatri e cinema		
Sport	Palestre e campi sportivi		
Salute	Farmacie e studi medici		
	Servizi sociali		

Fig. 5. Tabella dei servizi di quartiere considerati. Elaborazione degli autori.

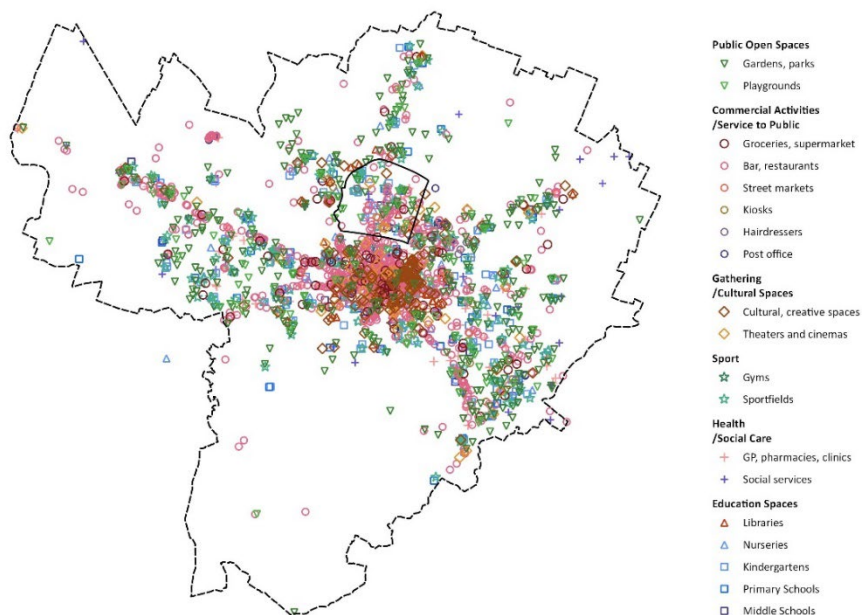


Fig. 6. Mappatura dei servizi di quartiere a Bologna. Elaborazione degli autori.

2.3 Fase 3: Calcolo finale dello IAPI

La terza fase è introdotta dal calcolo delle isocrone sul grafo caratterizzato dai coefficienti di rete, considerando tre soglie temporali (5, 10 e 15 minuti). Le velocità assunte nella simulazione sono quindi diverse per ogni arco stradale in base alla caratterizzazione effettuata nella fase 1, restituendo una geografia più dettagliata e diversificata dell'accessibilità locale. Il calcolo delle isocrone viene eseguito a partire dalla posizione di ciascun servizio selezionato nella fase 2, restituendone la *catchment area*. Successivamente, la griglia esagonale utilizzata per la mappatura degli indicatori relazionali viene sovrapposta alle isocrone, che vengono campionate assegnando punteggi diversi a ciascun esagono in base ai valori delle isocrone (maggiore per soglie temporali più basse e via via più bassi all'aumentare dei minuti). Questo valore viene poi moltiplicato per i coefficienti degli indicatori relazionali che insistono su ciascun esagono, portando a un aumento del valore di accessibilità se le condizioni di camminabilità e ciclabilità sono favorevoli, e viceversa. Infine, i valori di ciascun esagono possono essere sommati n volte quanti sono i servizi considerati nel paniere e poi normalizzati per consentire il confronto tra le diverse aree del quartiere. Per il principio cumulativo, il risultato è un indicatore composito in cui valori più alti corrispondono ad alti livelli di accessibilità intesa sia in termini fisici che relazionali (fig.7).

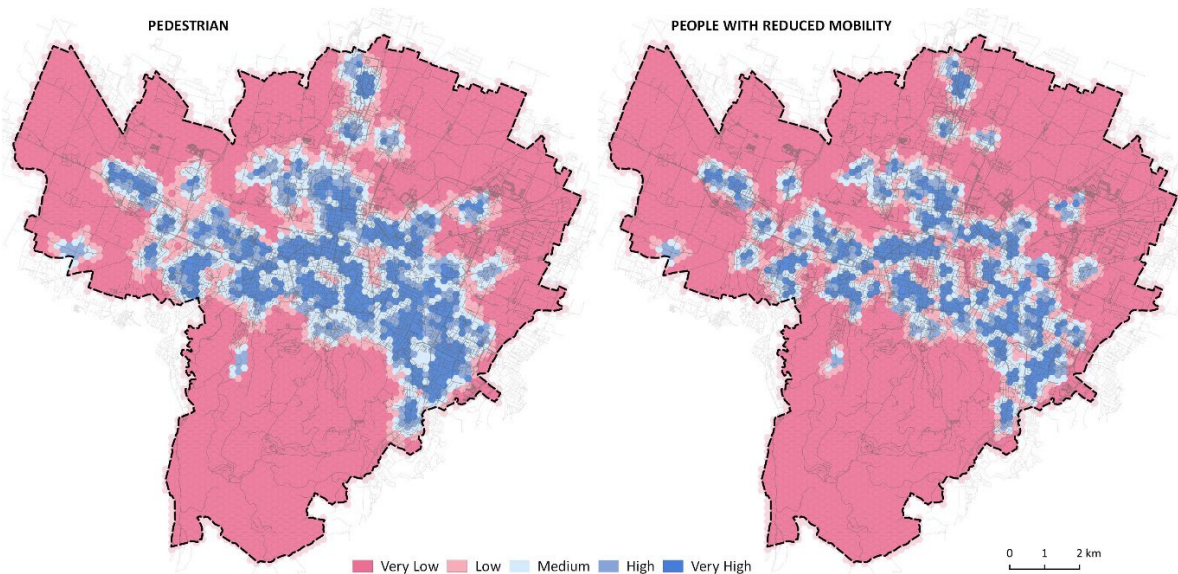


Fig 7 Livelli di accessibilità alle scuole elementari e medie inferiori di Bologna (asili, scuole elementari e medie) calcolati con lo IAPI per i pedoni (a sinistra) e per le persone a mobilità ridotta (a destra). Elaborazione degli autori.

3 Implementazione di IAPI in Bologna: potenzialità e limiti per le politiche urbane

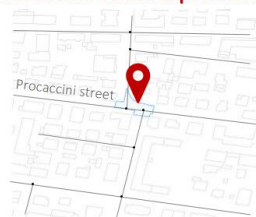
Bologna ha rappresentato un caso promettente per la sperimentazione di IAPI poiché, a seguito della pandemia Covid-19, l'Amministrazione della città ha dato avvio a una strategia su scala urbana per migliorare la mobilità attiva attraverso la riprogettazione degli spazi pubblici e dei percorsi di quartiere, rendendo il tema dell'accessibilità di prossimità centrale nelle scelte di pianificazione (Pucci et al. 2022). La prima sperimentazione per il ridisegno tattico degli spazi antistanti le scuole ha avuto avvio nel quartiere della Bolognina, area in forte trasformazione sociale caratterizzata da notevoli differenze nella qualità degli spazi pubblici. Grazie al successo dell'iniziativa, interventi simili saranno realizzati in altre aree della città nel prossimo futuro. Il caso di Bologna ha quindi permesso di testare l'applicabilità e la validità della valutazione dell'accessibilità consentita da IAPI e, in prospettiva, di fornire indicazioni sugli attuali livelli di pedonalità, ciclabilità e accessibilità a scala cittadina, a supporto delle politiche che la città sta attualmente conducendo (si veda il progetto *Impronta Verde*).

L'esperienza di Bologna ha inoltre consentito di testare il funzionamento di IAPI in termini di raccolta sistematica delle informazioni necessarie alla costruzione e mappatura degli indicatori utilizzando unicamente dati aperti provenienti da OSM e dalle banche dati pubbliche. Al contempo, la sperimentazione su Bologna ha previsto l'utilizzo di due questionari somministrati online. Il primo, limitato al quartiere della Bolognina, è stato diffuso attraverso una piattaforma digitale di partecipazione pubblica. Successivamente, è stata avviata una seconda campagna basata sulla somministrazione di un questionario online esteso a tutta la città. I questionari hanno tre obiettivi. Il primo è di raccogliere informazioni sulle percezioni del pubblico rispetto alla qualità e sicurezza degli spazi e percorsi dei quartieri. Il secondo obiettivo riguarda la selezione degli indicatori e la definizione del loro impatto, espresso dai coefficienti utilizzati nel processo di calcolo. Le domande poste nei questionari hanno permesso di ripesare gli indicatori e i loro coefficienti in base a quanto indicato dal campione. Infine, il terzo obiettivo riguarda la pesatura dei servizi che compongono il paniere. Attraverso le domande poste nel questionario è stato possibile valutare quali servizi siano ritenuti più importanti da raggiungere quotidianamente a piedi e in bici, così da attribuire ad essi un maggiore peso nell'analisi e nei risultati dello IAPI. Il processo di partecipazione pubblica, attivato utilizzando dei questionari, rappresenta un passaggio importante soprattutto se riproposto su scala più ampia, perché permette di costruire uno strumento che sia più sensibile al contesto.

La sperimentazione a Bologna ha permesso di testare l'efficacia dello strumento sia da un punto di vista tecnico, sia rispetto alla sua utilizzabilità a supporto di politiche urbane.

In particolare, IAPI ha mostrato una buona efficacia nel misurare l'accessibilità a servizi ritenuti essenziali a partire dalle condizioni che favoriscono/sfavoriscono la pedonalità, la ciclabilità e le interazioni sociali a scala di quartiere, grazie anche al coinvolgimento - via survey - delle persone che abitano e vivono quegli spazi. Lo strumento ha inoltre mostrato una buona sensibilità spaziale, consentendo di registrare l'effetto positivo di variazioni anche minute legate a miglioramenti puntuali dei percorsi e spazi pubblici (es: esperimenti di urbanistica tattica) e legati alla (ri)localizzazione dei servizi di quartiere e di trasporto.

Procaccini Street Experiment



Valutazione dell'impatto sui livelli di accessibilità dello street experiment come nuovo parco giochi (scelta basata sul tipo di esperimento)

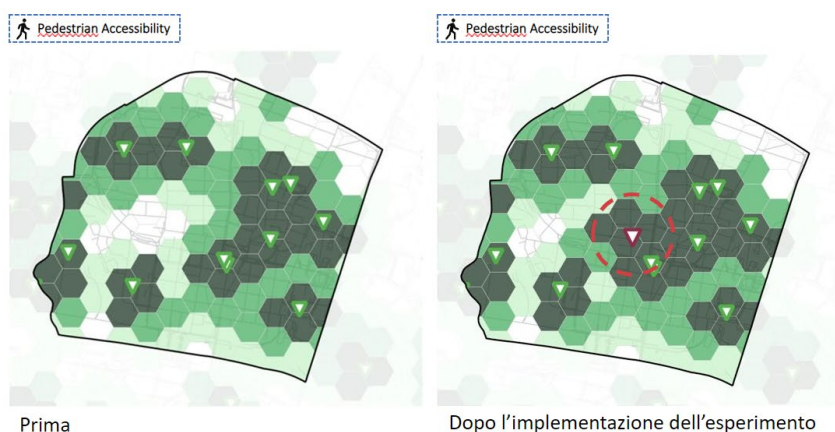


Fig. 8. Variazione nello IAPI per misurare l'impatto dell'esperimento di pedonalizzazione nel quartiere Bolognina. Elaborazione degli autori.

Grazie alla facilità di calcolo, alla trasferibilità dell'approccio connessa all'uso prevalente di dati OSM facilmente reperibili – sebbene con una copertura non omogenea – , e alle opportunità di aggiornamento degli indicatori e dei coefficienti sulla base delle specifiche richieste degli attori coinvolti nei processi di trasformazione urbana, IAPI può contribuire alla costruzione di politiche multi-settore e a più scale. Oltre ad orientare interventi puntuali per il miglioramento dell'accessibilità e della qualità della camminabilità e ciclabilità, lo strumento può contribuire allo sviluppo di piani e progetti strategici a scala urbana (es: piani della mobilità pedonale; piani della ciclabilità; PUMS) per lo sviluppo integrato

dei sistemi insediativi e dei sistemi di trasporto. Inoltre, può contribuire a supportare il dibattito interno ed esterno all'amministrazione attraverso le visualizzazioni dei risultati e la costruzione di scenari per simulare ex-ante i potenziali impatti sull'accessibilità locale di interventi sulla rete della ciclo-pedonalità (ad esempio, pedonalizzazioni, chiusure temporanee di tratti stradali, miglioramenti nelle connessioni ciclo-pedonali) e per la localizzazione di servizi di quartiere.

In questo modo, IAPI può concorrere alla costruzione di politiche multi-settore per l'affermazione di una città accessibile, sostenibile e inclusiva declinando il principio di accessibilità di prossimità negli strumenti valutativi a supporto delle decisioni pubbliche.

Riferimenti bibliografici

City of Portland (2012), *The Portland Plan*. <https://www.portlandonline.com/portlandplan/index.cfm?c=56527>. (Accesso: 2021/12/02)

Coppola P.L., Pucci P., Pirlo G. (a cura di) (2023). *Mobilità & Città: verso una post-car city*. Ottavo Rapporto Urban@it sulle città, Il Mulino, Bologna.

EIT_Urban Mobility (2022) *±15-Minute City: Human-centred planning in action. Mobility for more liveable urban spaces*, TUM, November

Farrington J., Farrington, C. (2005), Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualization. *Journal of Transport Geography*, n. 13, pp. 1-12.

Farrington J. H. (2007), The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography. *Journal of Transport Geography*, vol. 15, n. 5, pp. 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.007>

Handy S. (2020), Is accessibility an idea whose time has finally come? . *Transportation Research Part D* n. 83

Lucas K., van Wee B., Maat K. (2016), A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches. *Transportation*, vol. 43, n. 3, pp. 473–490. doi:10.1007/s11116-015-9585-2

Martens K. (2017), *Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems*. New York - London: Routledge.

Moreno C., 2016, La Ville du Quart D'heure: Pour un Nouveau Chrono-Urbanisme: <https://www.la Tribune.fr/regions/smart-cities/la-tribune-de-carlos-moreno/la-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html> (accesso 2021/09/27)

Moreno C., Allam Z., Chabaud D., Gall C., Pratlong F. (2021), Introducing the 15-Minute City: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, n. 4, pp. 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>

Pucci P., Carboni L. Lanza G. (2022), Accessibilità di prossimità per una città più equa. Sperimentazione in un quartiere di Milano, *Territorio* n. 99, pp. 40-52 ISSN 1825-8689, ISSN e 2239-6330

Pucci P. (2022), Per un cambiamento di paradigma: politiche e strumenti per una post car mobility, *Territorio*, n. 99, pp. 13-16, ISSN 1825-8689, ISSN e 2239-6330.

Silva, C.; Bertolini, L.; te Brömmelstroet, M.; Milakis, D.; Papa, E. Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap. *Transp. Policy* 2017, 53, 135–145

State Government of Victoria (2017), *Melbourne Plan*. <https://www.planmelbourne.vic.gov.au>. (Accesso: 2021/12/02)

Transport for London (2020), *Assessing Public transport accessibility level in London (PTAL)* <http://content.tfl.gov.uk/connectivity-assessment-guide.pdf> (Accesso: 2021/12/02)