



ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI



Analisi delle infrastrutture urbane e del comportamento dei ciclisti attraverso monitoraggio con veicoli leggeri strumentati



Roberto Battistini, PhD

Alma Mater Studiorum Università di Bologna
ATES – Area Tecnica Edilizia e Sostenibilità – Mobility manager
DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali



Creating a mobility system that is fair and just for all:



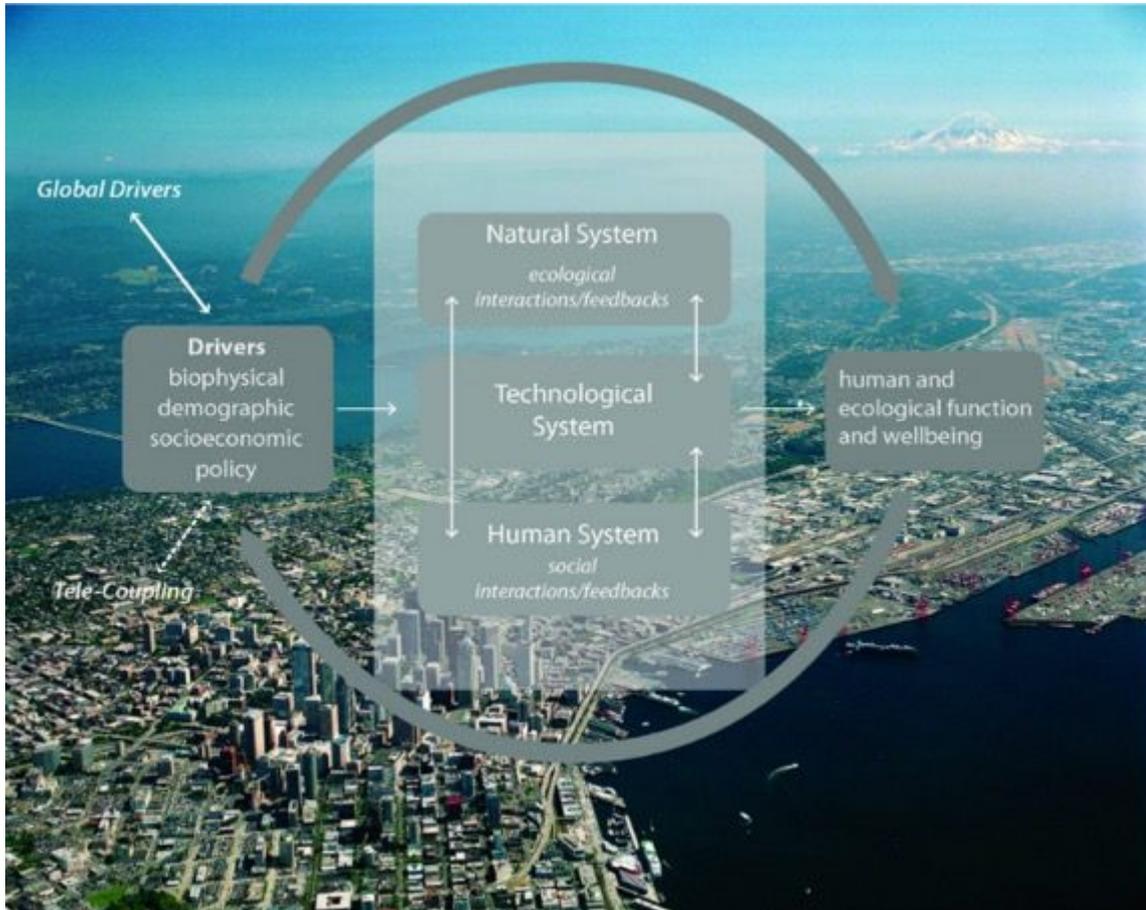
Make mobility affordable and accessible in all regions and for all passengers;



Improve the conditions for transport workers.

University inside-out: la **connessione** dentro-fuori, tra spazio chiuso e spazio pubblico, vista come fattore decisivo per la transizione ecologica

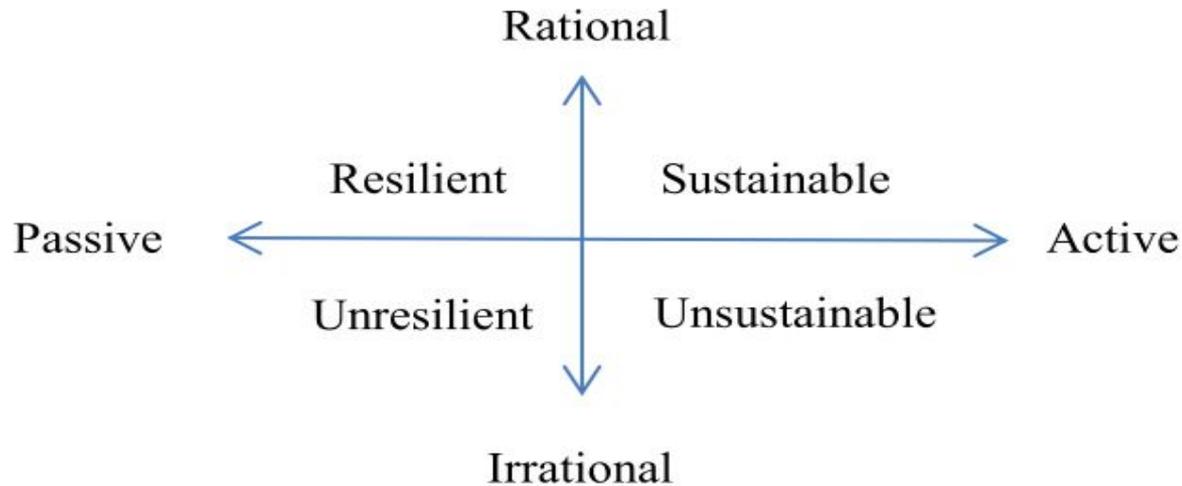
Obiettivo della ricerca: creare un patrimonio conoscitivo bottom-up, per gli utenti della strada e la governance, utile per migliorare la qualità dell'ambiente urbano



One key element: the dominance of humans makes cities different from many other ecosystems

Le città viste come ecosistemi ibridi, risultato della co-evoluzione tra Sistema umano e naturale.

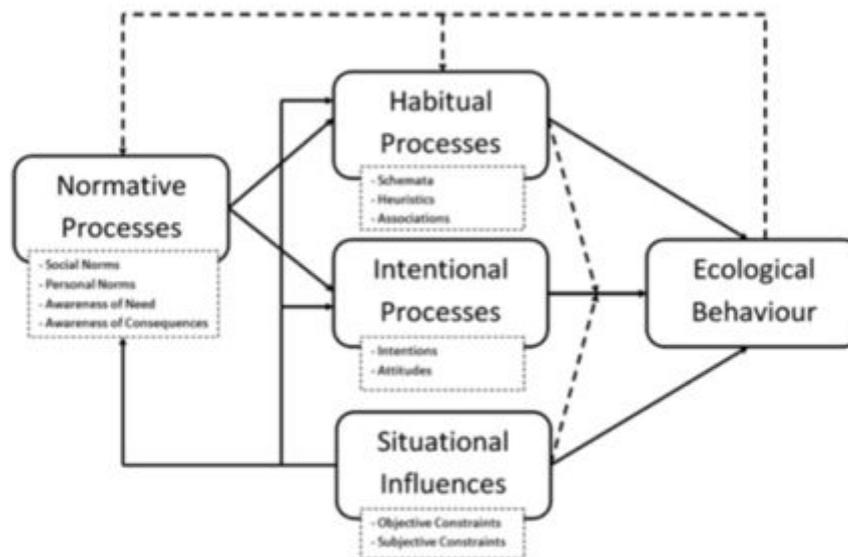
I componenti ecosistemici urbani sono interconnessi dai diversi layer infrastrutturali



Il passaggio da UR ad US è possibile se:

- si sviluppa su un piano formale la mobilità sostenibile attiva (ciclabile). Un modello Healthy Street → **Policy**
- si introducono metodologie bottom-up: percorsi di partecipazione attiva (nel web 2.0 – Crowdsourcing) → **Creazione e condivisione**

Il Comprehensive Action Determination model (CADM)



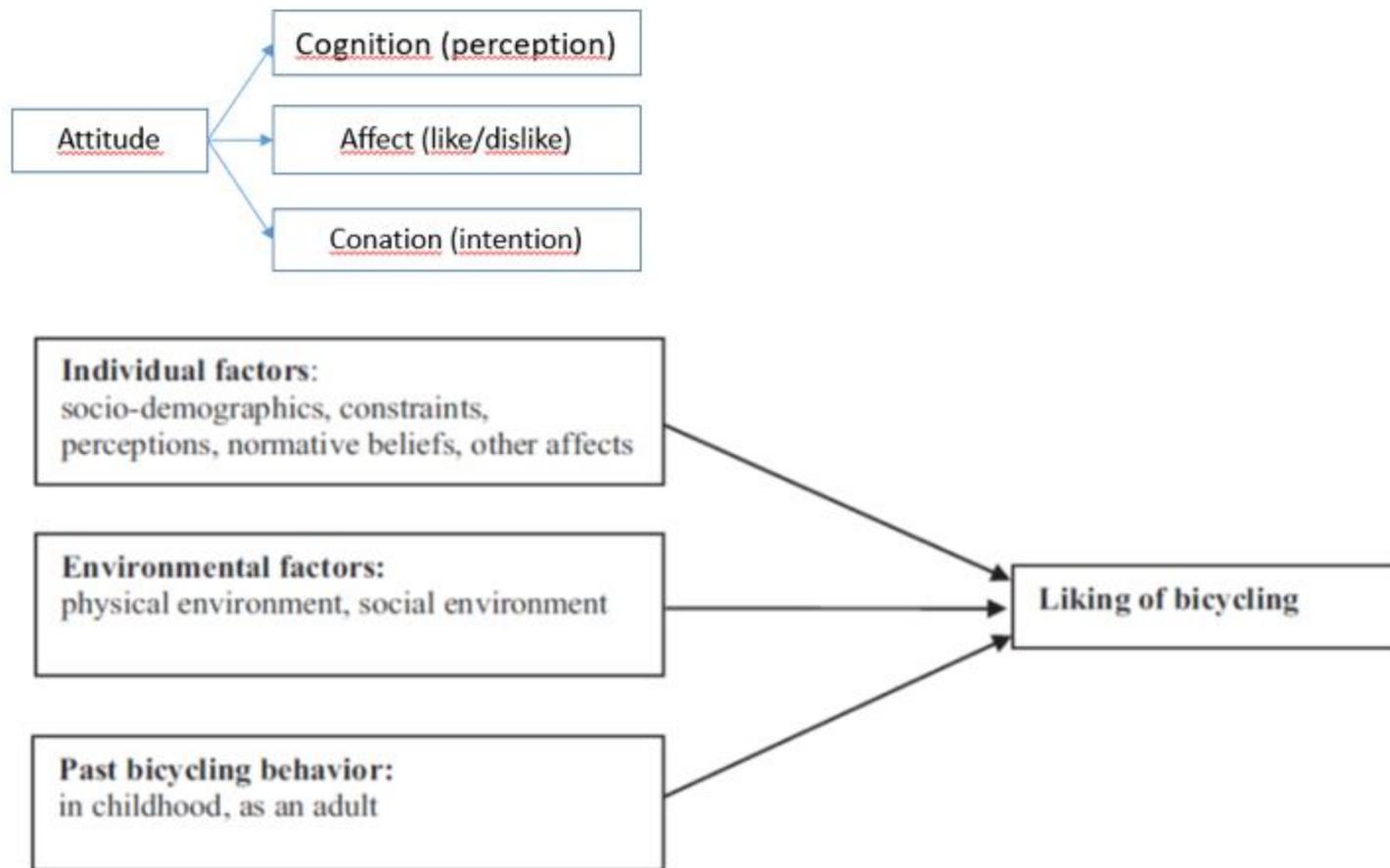
Le scelte ecologiche siano frutto di una complessa interazione tra Processi Normativi (norme sociali, sistema dei valori, norme personali/moral obligation consapevolezza dei bisogni e consapevolezza delle conseguenze delle proprie scelte), Processi Abitudinali, Processi Intenzionali (al cui interno si trova anche l'ambito attitudinale) e le Influenze di Contesto.

In genere i Processi Abitudinali e quelli Situazionali interferiscono con quelli Intenzionali e moderano l'impatto delle intenzioni nel comportamento finale (Ajzen & Fishbein, 2005; Verplanken et al., 1994).

Un fattore ritenuto essenziale per introdurre il break-the-habit a favore di comportamenti sostenibili è la percezione di avere il controllo del proprio comportamento. Il principio di consapevolezza si estende ad aspetti anche economici in grado di agire come istigatori dei Processi Normativi interiori. In tal caso si intende evidenziare la propensione ad una maggiore spesa sottesa a scelte economiche, dal momento che l'utente intravede un beneficio indiretto (consapevolezza di stare agendo nella direzione di un benessere ambientale collettivo o personale indiretto).

General sketch of the Comprehensive Action Determination Model (Klockner-Blockbaum, 2010)

Elementi psico sociali dell'uso della bicicletta



Orientamento dell'ambito di progetto (ambiti di ricerca)

Quali elementi comportamentali ed infrastrutturali possono orientare le policy di mobilità per far sviluppare/consolidare la componente ciclabile

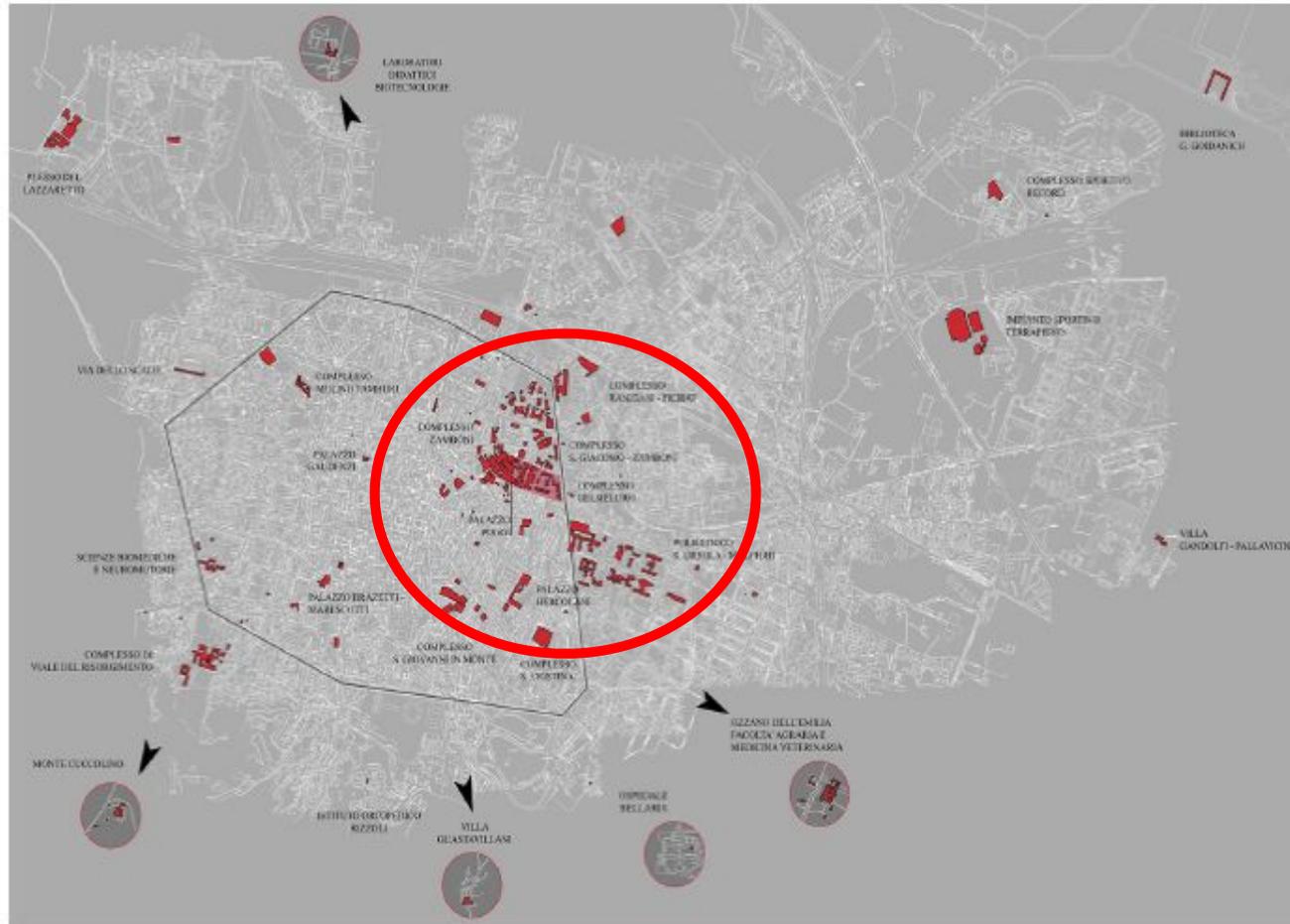


Come la condivisione di informazioni possa creare un layer di supporto alle decisioni e favorire il comportamento ecologico



La complessità di un grande ateneo

Aree di studio



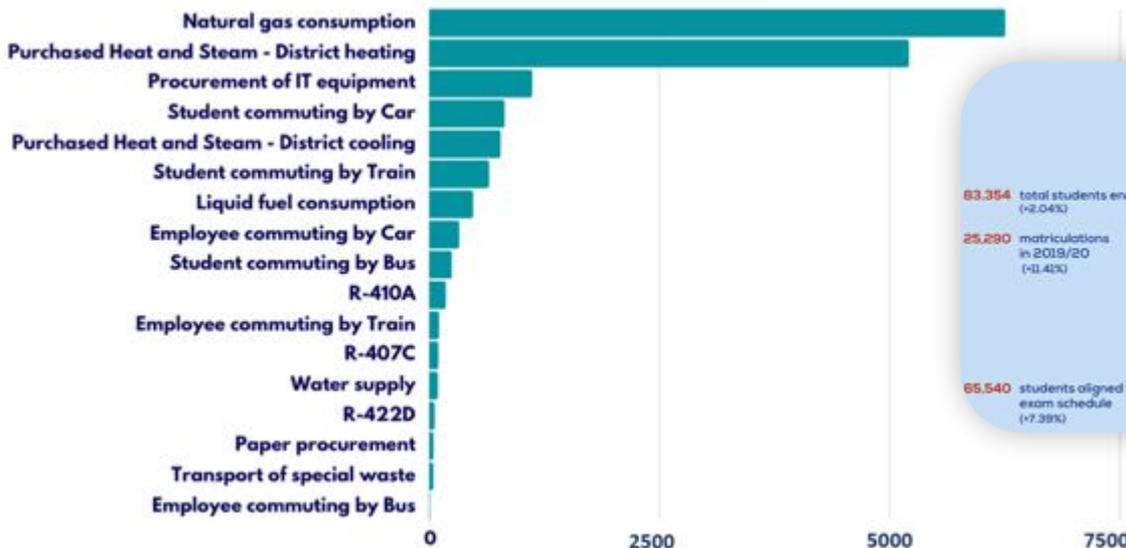
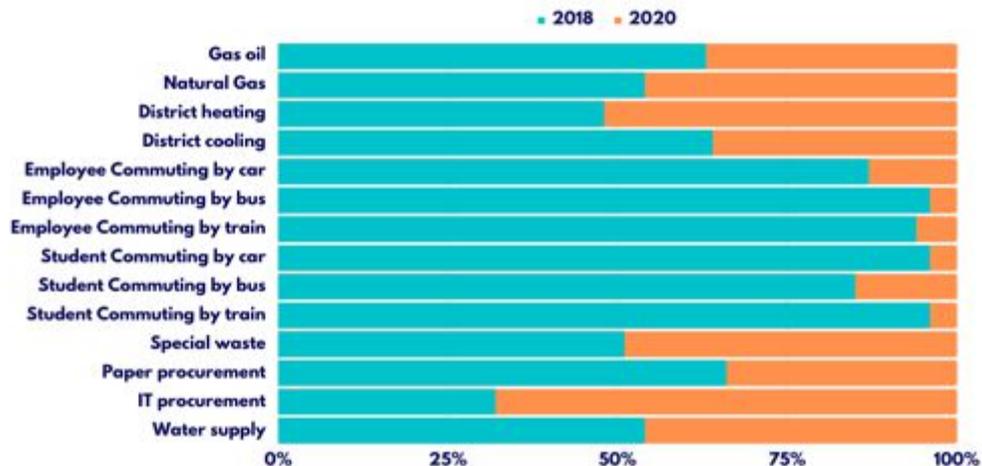


Il caso studio: l'Università di Bologna

L'impatto della mobilità della comunità universitaria

Campione di studio

Emissioni dei trasporti	tCO2e
Emissioni dello spostamento casa-lavoro Dipendenti	429
Emissioni dello spostamento casa-studio. Studenti	1,705
Totale emissioni	2,143



2022	Mezzo principale			
	Docenti	TA	Studenti	Media
Bus	7%	17%	19%	14%
Treno	11%	8%	14%	11%
Bici	17%	15%	10%	14%
Auto	31%	28%	14%	24%
Piedi	23%	21%	33%	26%

Tabella 15. Ripartizione modal share per categoria 2022

2023	Mezzo principale			
	Docenti	TA	Studenti	Media ponderata
Bus	14%	32%	32%	30%
Treno	35%	25%	38%	37%
Bici	14%	12%	10%	10%
Auto	27%	21%	9%	11%
Piedi	10%	10%	12%	11%

Tabella 16. Ripartizione modal share per categoria 2023

2024	Mezzo principale			
	Docenti	TA	Studenti	Media ponderata
Bus	12%	33%	34%	32%
Treno	35%	23%	39%	35%
Bici	18%	14%	10%	12%
Auto	25%	20%	8%	11%
Piedi	6%	7%	8%	9%

Tabella 17. Ripartizione modal share per categoria 2024

Si evidenzia una generale tendenza in rialzo a favore della mobilità sostenibile. Per gli studenti si è assistito al significativo aumento del **bus** (dal 19% del 2022 al 34% del 2024) e **del treno** (dal 14 al 39%), ed una sostanziale invarianza della bicicletta.

L'aumento del bus è registrato anche per il personale TA, a fronte di un calo nell'uso dell'auto e un'invarianza della bicicletta. Il personale Docente e Ricercatore analogamente riporta un aumento del bus (dal 7% al 12%), un aumento dell'uso della bicicletta (dal 17% al 18%) e del treno (dall'11% al 35%), a fronte del calo dell'uso dell'auto.



Mappe e leggende parte II: Almabike

Sviluppo del progetto

Sviluppo design

Ideazione da studenti (bando)



Produzione (650)



Modello definitivo



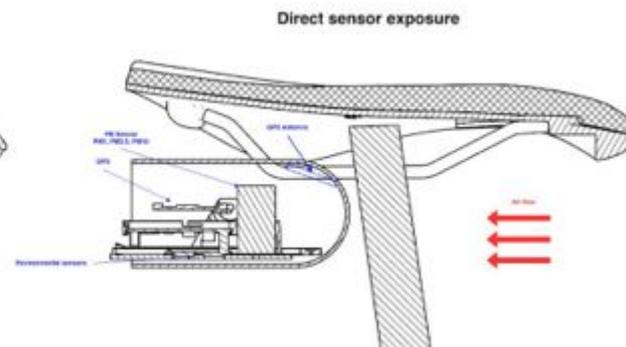
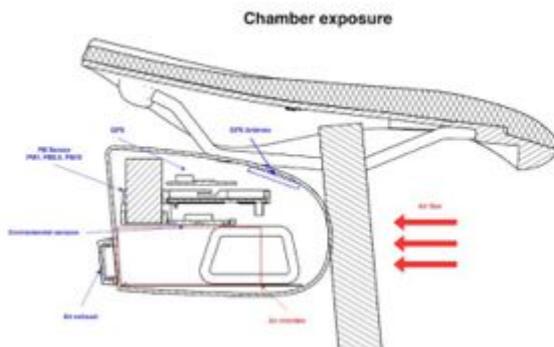
Dotazione per la ricerca: 50





Measurement	Units	Sensor
Air temperature	°C	Sensirion SHT-31
Relative Humidity	%RH	Sensirion SHT-31
Noise level	dBA	Invensense ICS-434342
Ambient light	lx	Rohm BH1721FVC
Barometric pressure	kPa	NXP MPL3115A26
Equivalent Carbon Dioxide	ppm	AMS CCS811
Volatile Organic Compounds	ppb	AMS CCS811
Particulate Matter PM 1 / 2.5 / 10	µg/m ³	Plantower PMS 5003

Dotazione per la ricerca: 30

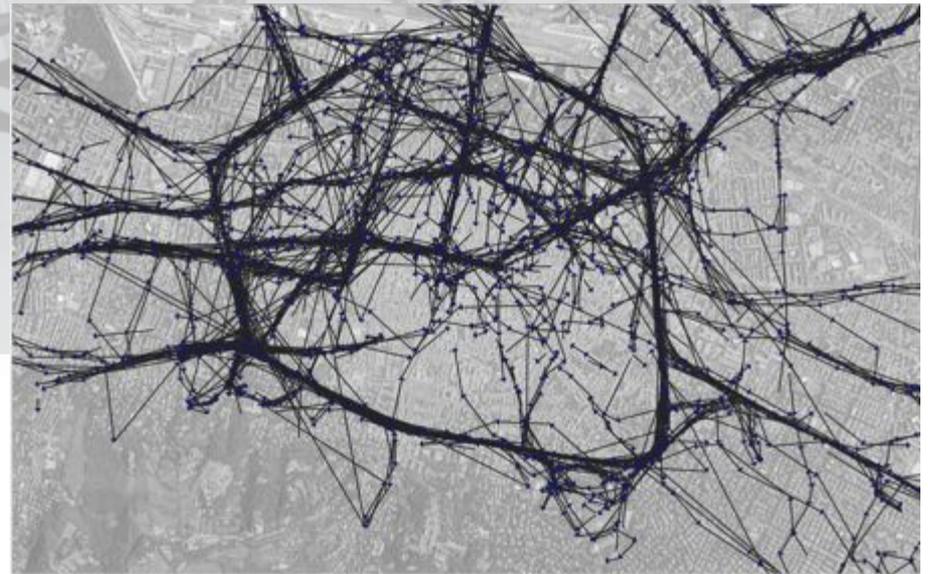
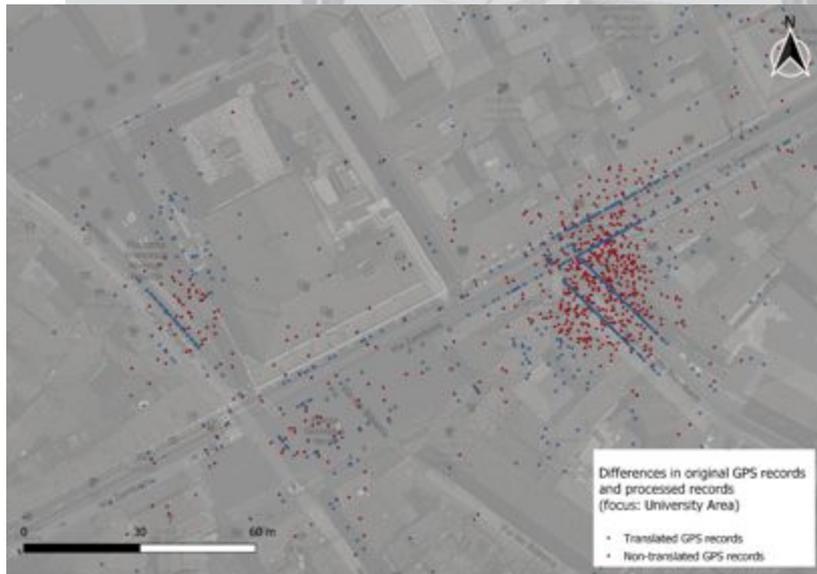


Almabike: prima metodologia di ricerca

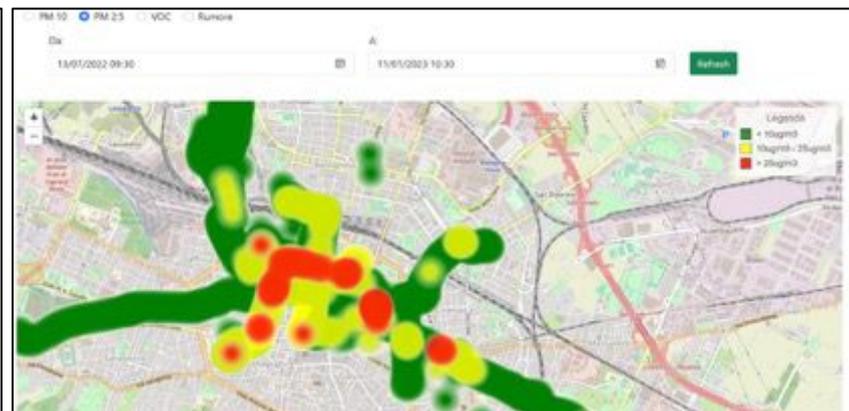
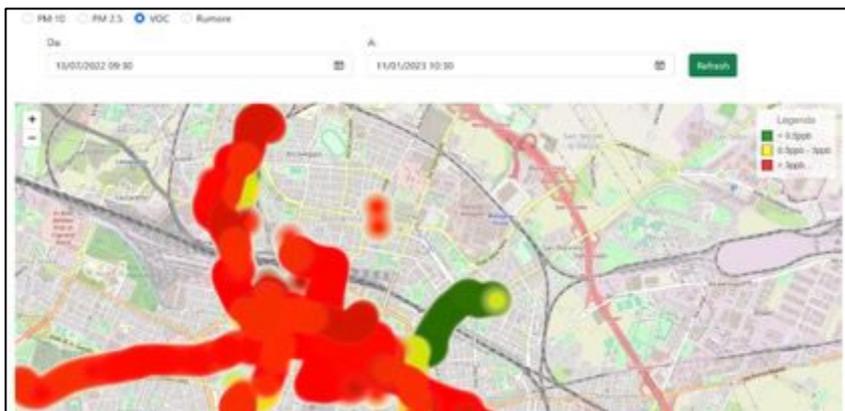
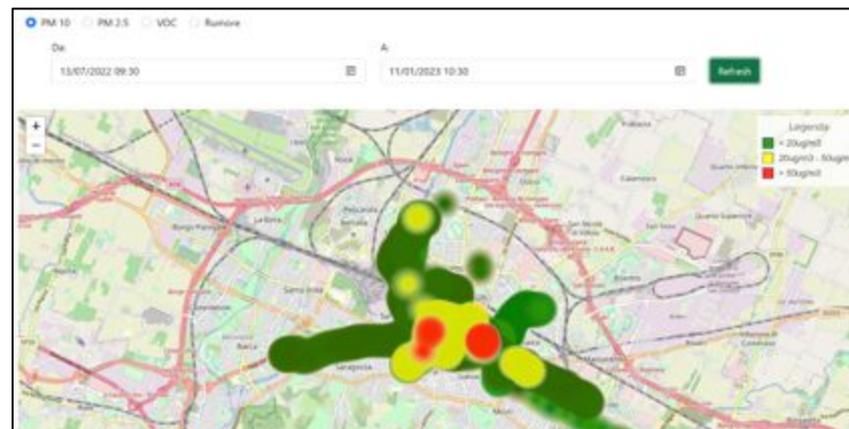
Metodologia di progetto

Analisi dati: correzione dati, map matching, quantificazione dei passaggi per ramo strada, heat island, elementi attrattivi per la ciclabilità e micro mobilità

Procedure di snap e algoritmi correttivi Google/QGIS

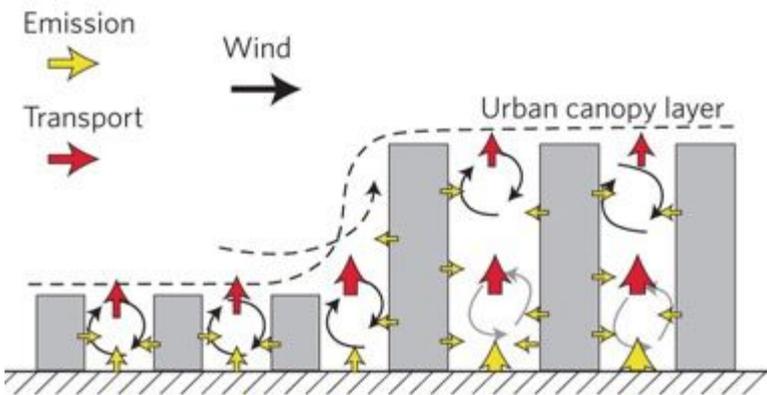
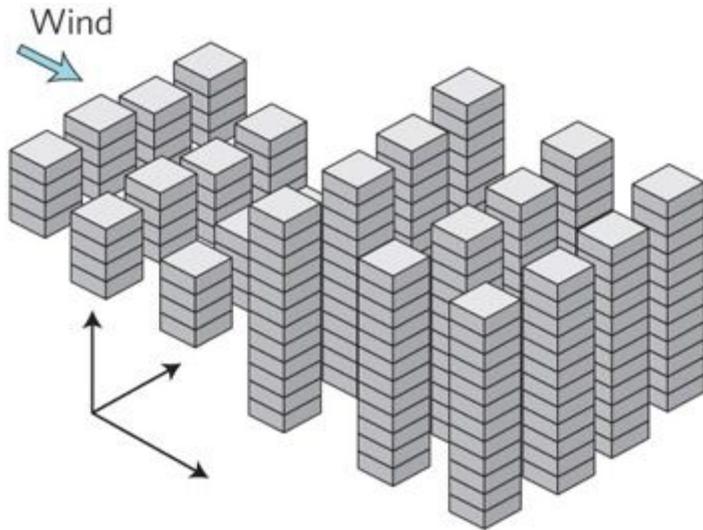


<http://isi-studio8bis.csr.unibo.it:25122>





- Più strada è inquinata, meno utenti la percorrono
- La strana distribuzione degli inquinanti



Inquinante	Strade con i più alti valori	Strade con i più bassi valori
PM 2.5 / PM 10 / PM1	Politiche urbane: non zone a traffico limitato; parcheggi accessibili; presenza di attività commerciali attrattive	Urban policies: zone a totale pedonalizzazione, zone a traffico limitato.
	Infrastrutture: assi di collegamento; strade impiegate per la ricerca di parcheggi.	Infrastrutture: piste ciclabili in sedi riservate; strade di accesso al centro storico
	Forma urbana: bassa distanza tra edifici; assenza di spazi verdi; rami che si sviluppano paralleli alle colline; edifici alti.	Urban shape: green infrastructure presence; (trees platoons); greater distance among buildings; orientation from hillside to plainside; 2-3 floor buildings.
Rumore	Politiche urbane: Strade accessibili accanto a strade a traffico limitato; alta densità di parcheggi su strada	Politiche urbane:zone pedonali; ampi spazi (es: piazze); assenza di parcheggi su strada
	Infrastrutture: principali assi di collegamento; alta densità di fermate bus; alta densità di intersezioni semaforizzate	Infrastructures: presenza di strade ciclabili condivise nel traffico
	Forma urbana: assenza di verde; alta densità di fermate bus, distanza bassa tra edifici	Forma urbana: presenza di barriere verdi o estese zone verdi; grande distanze tra gli edifici.

Ambiti di sviluppo ed innovazione

- Creazione di una **nuova classificazione** delle strade e mappe urbane, basate non su caratteristiche geometriche e fisiche, ma per livello di esposizione degli inquinanti sulle persone
- Incrocio dei dati di inquinamento rilevati nei percorsi con le condizioni di salute dei ciclisti su tre ambiti: oftalmico, respiratorio, integrazioni con il polline/effetti allergenici e menstrual cycles
- Identificazione delle correlazioni tra design urbano e condizioni di salute



Grazie per l'attenzione



Roberto Battistini, PhD

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

ATES – Area Tecnica Edilizia e Sostenibilità – Mobility manager

DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali

Mail: roberto.battistini2@unibo.it