



POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Pianificazione Territoriale,
Urbanistica e Paesaggistico - Ambientale

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**Multicriteria-Spatial Decision Support
Systems per valutare la qualità urbana a
Torino Nord**

Relatore

Prof. Federico Dell'Anna

Correlatori

Prof.ssa Caterina Caprioli

Prof.ssa Marta Carla Bottero

Candidata

Federica Volpato

319427

Anno accademico 2024/2025

*Alla mia cara famiglia,
e ai miei genitori, Marina e Paolo,
con gratitudine e amore.*

Indice

ABSTRACT	7
Introduzione.....	9
CAPITOLO I - Valutare la qualità urbana	
.....	13
1.1 Urbanizzazione e sfide contemporanee	15
1.2 Il concetto di qualità urbana	18
1.3 Approcci metodologici	21
CAPITOLO II - Approccio metodologico: MCDA e GIS nei Sistemi di Supporto Decisionale	
.....	27
2.1 MC-SDSS	29
2.1.1 MCDA	31
2.1.2 SDSS e GIS.....	34
CAPITOLO III - Spatial Decision Support Systems: workflow metodologico	
.....	39
3.1 Definizione del problema e scelta dei criteri	42
3.2 Acquisizione e processing dati	44
3.2.1 Acquisizione dei dati	44
3.2.2 Processing dei dati	45
3.2.2.1 Densità	46
3.2.2.2 Distanza	48
3.2.2.3 Riclassificazione	49
3.3 Normalizzazione e Standardizzazione.....	50
3.4 Pesatura	52
3.5 Analisi di sensitività.....	57
3.6 Visualizzazione dei risultati	58
CAPITOLO IV - Sviluppo del modello e applicazione al caso studio: valutare la qualità urbana a Torino Nord	
.....	59
4.1 Il caso studio.....	61
4.1.1 Torino: capitale storica e polo industriale	61
4.1.2 Torino Nord: dinamiche urbane e assetto territoriale	63
4.2 Fase di intelligence.....	70
4.2.1 Definizione del problema e costruzione del modello decisionale.....	70

4.2.1.1	Identificazione dell'obiettivo	70
4.2.1.2	Definizione della struttura di criteri e sviluppo del network.....	70
4.2.2	Acquisizione dei dati di base.....	77
4.2.3	Processing dei dati.....	78
4.3	Fase di design.....	85
4.3.1	Normalizzazione	85
4.3.2	Pesatura.....	88
4.4	Fase di choice	92
4.4.1	Aggregazione dei risultati	92
4.5	Fase di detailed analysis and implementation	99
4.5.1	Analisi di sensitività	99
4.5.2	Visualizzazione dei risultati.....	109
4.6	I limiti dello studio	112
Conclusioni.....		115
Implicazioni per la pianificazione urbana.....		117
Sviluppi futuri della ricerca		119
APPENDICE		121
FONTI.....		157
Bibliografia.....		159
Bibliografia literature review		165
Sitografia.....		166
Sitografia dell'acquisizione dei dati per le analisi cartografiche		169

ABSTRACT

Le crescenti necessità di espansione ed evoluzione delle città hanno portato a diverse considerazioni sulla qualità urbana, che adottano sempre più frequentemente approcci integrati e multidimensionali, in continua evoluzione grazie alla ricerca.

Le città sono sistemi complessi e dinamici, caratterizzati dall'interazione di diverse componenti. La qualità urbana è un concetto chiave della pianificazione degli spazi urbanizzati che influenza direttamente diversi elementi di carattere ambientale, sociale ed economico.

In un periodo caratterizzato da rapide e numerose trasformazioni, la valutazione della qualità urbana si può considerare come uno strumento essenziale per indirizzare le politiche di rigenerazione e di sviluppo sostenibile.

Il presente studio ha come obiettivo quello di sviluppare uno strumento MC-SDSS per valutare la qualità urbana, analizzando criteri e indicatori in diversi ambiti disciplinari e in particolare applicare questo modello al caso studio di Torino Nord.

Nel corso degli ultimi decenni, l'area di Torino Nord ha subito profonde trasformazioni determinate da processi di riqualificazione, deindustrializzazione, riconversione di aree vuote e abbandonate. Questo ha portato a spazi eterogenei, con carenza di servizi e complesse dinamiche sociali. L'obiettivo è quello di ottenere uno strumento di supporto per la definizione di strategie e linee guida per la gestione degli spazi urbani.

Introduzione

Il presente lavoro di tesi è stato realizzato a partire dall'attività del tirocinio curriculare svolto presso il Politecnico di Torino, con il DIST, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, sotto la supervisione del tutor accademico Federico Dell'Anna e del tutor aziendale Marta Carla Bottero.

L'elaborato si pone l'obiettivo di realizzare un Multicriteria-Spatial Decision Support Systems (MC-SDSS) finalizzato alla valutazione della qualità urbana a Torino Nord.

A causa della crescente urbanizzazione, che ha trasformato e continua a trasformare profondamente le città e i territori, è sempre più al centro dell'attenzione il tema dello sviluppo urbano sostenibile. Tema che anche l'Agenda 2030 della Nazioni Unite ha individuato come fondamentale per affrontare le sfide globali. In particolare, l'SDG 11, "Città e comunità sostenibili" propone che gli insediamenti urbani siano più sicuri, inclusivi, resilienti e sostenibili, focalizzandosi sulla qualità della vita nelle città.

Vista l'attualità del tema, si rende necessaria la realizzazione di strumenti tecnologici che possano far fronte ai problemi odierni e futuri, supportando efficacemente le scelte e le decisioni.

Trattandosi di un concetto multidisciplinare, la costruzione del modello di valutazione della qualità urbana ha tenuto conto di tale complessità, sviluppando uno strumento operativo, replicabile e flessibile, in grado di considerare e integrare le diverse dimensioni che la compongono.

I contributi attesi della ricerca si articolano su tre livelli complementari, in primo luogo, viene delineato il contesto dell'elaborato, analizzando i processi di urbanizzazione contemporanea globali e l'evoluzione del concetto di qualità urbana, che costituiscono la base teorica e il quadro di riferimento dell'intero lavoro. In secondo luogo, viene descritto teorico e metodologico alla base dei Multicriteria Spatial Decision Support Systems, illustrando l'integrazione tra metodi di analisi multicriteri (MCDA) e Sistemi Informativi Geografici (GIS), quindi le fasi per la costruzione di un'analisi MC-SDSS. In terzo luogo, l'applicazione condotta nel caso studio di Torino Nord.

La tesi si articola quindi nei seguenti quattro capitoli:

- CAPITOLO I, tratta l'urbanizzazione e le sfide contemporanee, definendo l'evoluzione del concetto di qualità urbana;

- CAPITOLO II, tratta le MC-SDSS, visualizzando l'integrazione che questo strumento comporta tra le analisi multicriteri e il GIS;
- CAPITOLO III, affronta l'aspetto metodologico, quindi i vari step, a livello teorico, da seguire per realizzare il modello;
- CAPITOLO IV, si focalizza sul caso studio di Torino Nord, le dinamiche principali che caratterizzano l'area, la costruzione del modello decisionale rispetto a queste dinamiche e la definizione della struttura di criteri e sviluppo del network.

CAPITOLO I

Valutare la qualità urbana

1.1 Urbanizzazione e sfide contemporanee

L'urbanizzazione è uno dei temi più complessi e significativi del XXI secolo, essendo fonte di profonde trasformazioni globali, di carattere sociale, economico e ambientale.

Nel 2009, la popolazione urbana globale ha superato, per la prima volta, quella rurale, segnando l'inizio di un fenomeno irreversibile (United Nations, World Urbanization Prospects: The 2009 Revision). Questo è il frutto di migrazioni interne, industrializzazione e trasformazioni socio-economiche e porta con sé conseguenze enormi per la sostenibilità, le infrastrutture e la governance urbana.

Ad oggi più della metà della popolazione terrestre, vive in insediamenti urbani, in particolare le stime indicano valori che superano i 4 miliardi di persone e si prevede un aumento, salendo al 68% entro il 2050 (Rapporto delle Nazioni Unite, 2019). Questo scenario comporterà una crescente e rapida domanda di spazi idonei e, porterà alla necessità di sviluppare strumenti all'avanguardia per la gestione di questo fenomeno così complesso. La discussione sulla qualità dell'ambiente urbano diverrà un tema sempre più discusso e di grande rilevanza, sia per la vita delle persone che per lo sviluppo sostenibile.

La crescita demografica, dovuta alla migrazione nei contesti rurali, che si verifica come conseguenza dell'espansione del settore economico, dell'attrattiva urbana in termini di opportunità lavorative, istruzione e accesso ai servizi essenziali, porta con sé dinamiche articolate, difficili da gestire.

Una delle sfide maggiori future, sarà la gestione di questi elementi in ambiti urbani sovrappopolati, con caratteristiche di megalopoli. Infatti, il crescente aumento della popolazione in tempi sempre più brevi, impone sempre più pressioni sulle infrastrutture urbane, aumentando la necessità di strumenti di pianificazione efficaci e sostenibili, per ridurre e annullare il rischio che queste pressioni possano trasformarsi in crisi abitative, disuguaglianze sociali e degrado ambientale.

Tra gli strumenti più innovativi a disposizione vi sono i *Sustainable Development Goals (SDG)*, 17 obiettivi di sviluppo elaborati e approvati dalle Nazioni Unite. Lo scopo, definito nell'Agenda globale per lo sviluppo sostenibile (Agenda 2030), è raggiungere questi obiettivi entro il 2030.

In particolare, in relazione al tema dell'urbanizzazione, si fa riferimento all'*SDG 11 "Città e comunità sostenibili"* che mira a rendere i territori urbani, inclusivi, resilienti, sostenibili e sicuri. L'obiettivo per lo sviluppo sostenibile individua diversi target che hanno lo scopo di migliorare e valorizzare diversi elementi che



Figura 1: Sustainable Development Goals – SDGs
Fonte: <https://asvis.it/l-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-sostenibile/>

influiscono fortemente sullo sviluppo di città inclusive e con un buon livello di qualità di vita. Altri SDG strettamente correlati a questo sono l'*SDG 13 "Lotta contro il cambiamento climatico"*, l'*SDG 9 "Infrastrutture resilienti e innovazione"*, l'*SDG 10 "Riduzione delle disuguaglianze"*, l'*SDG 3 "Salute e benessere"* e l'*SDG 7 "Energia pulita e accessibile"*. La priorità è quella di fondere il concetto di espansione urbana con quello di qualità della vita, attraverso strategie basate su un approccio partecipativo ed integrato della popolazione per le scelte di governance delle città.

Inoltre, il fenomeno globale di urbanizzazione deve fare fronte alla necessità di ridurre l'impatto ambientale delle città, il World Cities Report del 2024 di UN-Habitat affronta la questione della crisi climatica sostenendo come le città siano il punto focale della crisi, essendo i principali generatori di emissioni di gas serra, ne producono circa il 70%, ed essendo vulnerabili alle conseguenze del cambiamento climatico, come l'aumento di temperatura (previsto di 0,5°C entro il 2040), la perdita di spazi verdi e il consumo di suolo. Le città, infatti, nonostante occupino solo il 3% della superficie terrestre, sono responsabili del 60-80% di consumo energetico e del 75% delle emissioni di carbonio.

L'urbanizzazione contemporanea è un sistema complesso, caratterizzato da dinamiche mutevoli e interconnesse. Le città non possono più essere considerate semplicemente come agglomerati di edifici o infrastrutture, ma devono essere studiate e comprese per far fronte alle dinamiche globali che impongono espansioni rapide e disordinate. La pianificazione contemporanea ha il compito di far fronte alle grandi difficoltà odierne e rispondere a queste con nuovi modelli di sviluppo multidisciplinari e adattivi,

integrando strumenti flessibili e moderni, grazie anche alla definizione di obiettivi e strategie partecipative e orientate verso il benessere.

Per far fronte alla gestione delle complesse dinamiche contemporanee e future, di urbanizzazione, è necessaria la realizzazione di sistemi informativi e tecnologici per la valutazione e la gestione di questo ambito. Un esempio sono le *smart cities*, città che adottano tecnologie per sviluppare strategie di pianificazione urbana sostenibile ed efficiente, gli strumenti innovativi sono molti, di seguito si riportano i più diffusi: i *Sistemi Informativi Geografici*, che permettono di mappare, analizzare e visualizzare dati spaziali utili per la valutazione di interventi territoriali, i *modelli di simulazione urbana*, che permettono di simulare fenomeni di crescita, flusso di traffico, valutando scenari differenti. Altri strumenti sono piattaforme di *Big Data Analytics*, che gestiscono e monitorano elementi come la qualità dell'aria, il traffico, i consumi di energia; i *digital twin*, repliche virtuali e dinamiche della città che consentono di monitorare e simulare interventi territoriali.

Complessivamente, questi strumenti tecnologici e integrati rappresentano alcune delle basi per far fronte alle complessità future della pianificazione urbana.

1.2 Il concetto di qualità urbana

La qualità urbana è un concetto complesso e multidimensionale che ha lo scopo di valutare elementi come il benessere, la funzionalità, l'attrattività e l'inclusività di uno spazio urbano. Questo concetto nasce dall'interazione di diverse componenti, in particolare queste possono essere materiali, come infrastrutture, edifici, spazi pubblici, servizi, verde urbano, o immateriali, come percezioni, identità locale, senso di coesione. Tuttavia, non esiste una vera e propria definizione univoca, perché si tratta di un elemento fortemente legato al contesto, ai valori culturali del territorio e agli obiettivi che si ricercano con le politiche di pianificazione. Valutare questo indicatore, rappresenta uno strumento per conoscere e analizzare lo spazio urbano, riconoscendo le necessità, le criticità e le potenzialità territoriali, ponendo basi solide per far fronte alle esigenze della popolazione e definire strategie, interventi mirati e sostenibili.

I grandi cambiamenti in atto dovuti alla globalizzazione, alle tecnologie, al tema della sostenibilità, hanno condotto a discussioni sempre più diffuse sulle dinamiche urbane e in particolare sulla questione della qualità e della vita.

Questo concetto negli anni ha subito una dinamica evoluzione, trasformandosi, e diventando solo recentemente, un concetto caratterizzato da multidimensionalità.

Le diverse definizioni attribuite, riflettono le priorità dei diversi periodi storici in campo di urbanistica e sociologia urbana. All'inizio del Novecento questo tema veniva analizzato secondo parametri fisico-formali, con una grande attenzione all'ordine e alla razionalità. In questo periodo si ricordano le teorie di *Camillo Sitte*, attento studioso della dimensione percettiva ed estetica degli spazi pubblici, e di *Le Corbusier*, sostenitore di una visione razionale basata sulla rigida separazione delle funzioni spaziali. Entrambi, contribuirono a costruire l'idea di qualità urbana come legata prevalentemente alla forma fisico-razionale della città. A partire dagli anni Cinquanta e Sessanta emergono nuove visioni, che criticano le posizioni precedenti, tra cui quella della studiosa *Jane Jacobs* che definì lo spazio urbano come luogo di complesse interazioni tra persone e spazi.

Kevin Lynch, pose invece l'attenzione, in *The Image of the City* (1960), sull'analisi qualitativa della città, come frutto delle percezioni degli abitanti. Introdusse il concetto di *imageability*, ovvero la capacità di un ambiente di essere compreso, ricordato, grazie all'individuazione di cinque elementi

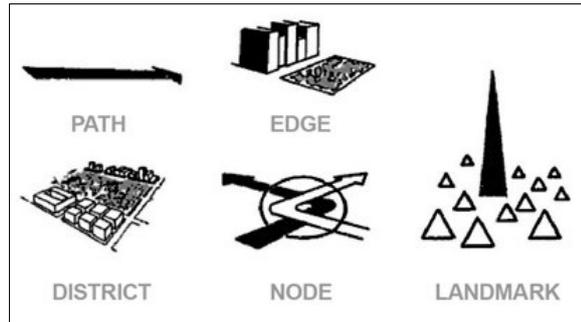


Figura 2: Gli elementi della città (Fonte: Kevin A. Lynch, *The Image of the City*, 1960)

chiave per l'analisi dell'esperienza urbana: *percorsi, margini, nodi, quartieri, punti di riferimento*. Questo portò a una visione dello spazio, definito dalla percezione e interpretazione soggettiva delle persone.

Negli anni Settanta e Ottanta, si ricordano gli studi di *Henri Lefebvre*, che introdusse una lettura critica e legata alla visione marxista dello spazio, questo viene inteso come l'insieme delle relazioni sociali.

Il concetto evolve a seguito degli approcci ecologici, socio-tecnici e partecipativi, negli anni '90 e 2000 iniziando ad essere considerato come elemento multidimensionale. Southworth¹ nel 2003² approfondisce i criteri definiti da Lynch e definisce l'importanza delle forme fisiche urbane, non solo come elementi di rilevanza sociale ed economica, ma anche come fattori significativi per la vivibilità.

Ad oggi la qualità urbana è un concetto complesso, articolato su diversi livelli, che si colloca in un contesto multi-prospettiva e multi-attoriale; si tratta di un contesto multi-prospettiva perché i criteri e i sottocriteri analizzati possono appartenere a sfere distinte quali l'accessibilità, l'ambiente, l'economia, la società, ecc., ognuna delle quali presenta diversi attori pubblici e/o privati, portatori di esigenze, necessità, competenze differenti, fondamentali per la partecipazione e le analisi spaziali sul territorio; per questo motivo la qualità urbana è definita anche come multi-attoriale.

¹ Michael Southworth è un professore del dipartimento di urbanistica e pianificazione regionale e il dipartimento di architettura del paesaggio e pianificazione ambientale del Berkeley's College of Environmental Design. Le sue ricerche si focalizzano sulla forma dell'evoluzione degli spazi urbani nelle metropoli americane. Le sue pubblicazioni più recenti esaminano il design urbano e lo sviluppo di quartieri e comunità di successo.

² Michael Souhwort, *Measuring the Liveable City*, 2003

Si ricorda la duplice natura dell'indicatore, poiché definibile come un sistema socio-tecnico, in cui intervengono variabili di natura tecnica e variabili di natura sociale.

Come dimostrato da Oppio et al. (2018) la valutazione della qualità urbana è un processo complesso e molto articolato a causa della sua multidisciplinarietà, che richiede un dialogo tra molteplici stakeholders e dati interdisciplinari.

“Concetti come la vivibilità, la qualità dell'abitare, l'ambiente di vita, la qualità del luogo, la percezione e la soddisfazione residenziale, la valutazione dell'ambiente abitativo, la qualità della vita e la sostenibilità, si sovrappongono frequentemente e spesso vengono utilizzati come sinonimi, ma talvolta sono messi in contrasto. Queste nozioni affondano le proprie radici in differenti tradizioni di ricerca e di policy, tra cui quelle legate alla salute, alla sicurezza, al benessere, alla soddisfazione abitativa e all'ambiente fisico urbano” (I. van Kamp et al., 2003).

Valutare la qualità urbana acquisisce una grande importanza per la questione della gestione dell'ambiente urbano per i pianificatori e le autorità locali e permette di percepire, con strumenti innovativi, le necessità del territorio, per poter definire obiettivi e strategie per il futuro sviluppo sostenibile della città.

1.3 Approcci metodologici

I Multicriteria-Spatial Decision Support Systems, MC-SDSS, sono uno strumento innovativo rivoluzionario per la gestione dei problemi decisionali complessi e multidisciplinari.

Questo sistema integra analisi multicriteri con strumenti di gestione di dati spaziali georeferenziati, permettendo di effettuare analisi territoriali. È possibile considerare fattori qualitativi e quantitativi simultaneamente e offre la flessibilità necessaria per integrare i dati e modellarli in base alle preferenze di stakeholders e decisori.

Essendo la qualità urbana un concetto multidisciplinare e complesso, lo strumento risulta essere particolarmente efficace, supportando le decisioni, permettendo di visualizzare e valutare le dinamiche territoriali.

Nonostante le potenzialità dei MC-SDSS, la ricerca e l'applicazione in questo ambito ad oggi sono limitate e, effettuando una revisione critica della letteratura specifica, emerge un gap significativo dell'applicazione dei MC-SDSS.

È stata eseguita *la literature review* relativa all'applicazione di questo strumento in questo ambito. Di seguito si riportano i processi e i risultati ottenuti dalla ricerca.

Per la review sono stati utilizzati Scopus e Web of Science, due piattaforme internazionali per la ricerca scientifica. L'utilizzo di due diverse piattaforme ha permesso di ottenere una panoramica il più possibile completa e affidabile della letteratura scientifica rilevante.

La metodologia adottata per effettuare la rassegna bibliografica è stata la medesima su entrambe le piattaforme di ricerca. Per ottenere un ampio spettro di pubblicazioni relative al tema la query di ricerca impostata è la seguente: (*"Urban quality" OR "quality of urban environment"*) AND (*"mc-sdss" OR "mcda" OR "mc sdss" OR "sdss" OR "hybrid approach" OR "multi criteria" OR "multi-criteria" OR "multi-criteri spatial decision support systems" OR "spatial decision support systems"*), su Scopus questa è stata utilizzata per cercare dentro la sezione *Titolo di articoli, Abstract e Keywords*; su Web of Science la ricerca tramite query è stata fatta considerando *Tutti i campi*.

La fase successiva non ha visto l'applicazione di filtri per parole chiave o categorie documentali, ma si è impostato un criterio temporale, che ha ristretto la selezione alla

letteratura pubblicata tra il 2018 e il 2024. Questo periodo è stato selezionato per garantire una copertura della letteratura più recente, con l'obiettivo di includere anche gli sviluppi teorici e metodologici più aggiornati. La scelta di questo intervallo temporale permette di osservare le tendenze attuali della ricerca scientifica e tecnica sul tema.

Osservando i risultati ottenuti dalla revisione critica della letteratura, emerge la necessità di approfondire la ricerca sull'utilizzo di questo strumento per valutare la qualità urbana. Lo strumento, grazie all'integrazione avanzata con Sistemi Informativi Geografici, è un grande valore aggiunto; strategico per la pianificazione e la gestione integrata del territorio. Inoltre, il carattere interattivo e partecipativo dei MC-SDSS, rende questi strumenti adatti a coinvolgere stakeholder pubblici e privati, favorendo dinamiche di governance partecipativa e semplificando il processo partecipativo, portando a processi decisionali più trasparenti e condivisi.

La forte carenza di ricerca e l'importanza assunta dallo strumento, portano alla crescente necessità di ampliare la ricerca, per sviluppare modelli da applicare a contesti urbani. Questa esigenza risulta ancora più prioritaria, a seguito dei fenomeni odierni e futuri di urbanizzazione, che richiedono alle città l'adozione di strumenti innovativi, sostenibili e all'avanguardia, per far fronte all'innovazione. In questo scenario, i MC-SDSS rappresentano un elemento per la transizione verso modelli decisionali più efficaci e integrati, in grado di supportare la gestione di processi complessi in ambito urbano.

Di seguito si riporta una tabella con i dettagli delle pubblicazioni coerenti la ricerca, quindi la *Valutazione della qualità urbana con MC-SDSS*.

Database	Autore/i	Titolo	Ente di ricerca	Anno	Strumento/i	Criteri	Sotto-criteri
Scopus, Web of Science	Ivan Blečić, Alessandra G. Santos, Ana Clara Moura, Giuseppe A. Trunfio	Multi-criteria Evaluation vs Perceived Urban Quality: An Exploratory Comparison	- Department of Civil and Environmental Engineering and Architecture, University of Cagliari, Cagliari, Italy, - Geoprocessing Laboratory, Federal University of Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil, - Department of Urban Planning, Geoprocessing Laboratory, Federal University of Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil, - Department of Architecture, Design and Urbanism, University of Sassari, Alghero, Italy	2019	MCDA e GIS	- Bus stops - Cycle grid - Urban parks, Green areas - Land densification and buildings height - Lots limits, block contours and land use - Public and private equipment for leisure and tourism - Public and private urban equipment for health and education - Roads grid, hierarchy, type, width and pavement - Topography and roads grid - Trees along the roads and in the frontal part of the lots - Waterbodies - Roads connection and urban services or commerce - Bus lines	
Scopus, Web of Science	Stefano Capolongo, Leopoldo Sdino, Marta Dell'Ovo, Rossella Moioli, Stefano Della Torre	How to Assess Urban Regeneration Proposals by Considering Conflicting Values	- Department of Architecture, Built environment and Construction Engineering (A.B.C.), Politecnico di Milano, Milan, 20133, Italy	2019	MCDA (AHP) e GIS	1. Functional Sustainability 2. Socio-Cultural Sustainability 3. Environmental Sustainability 4. Economic Sustainability	1.1 Flexibility 1.2 Usability/Accessibility 1.3 Buffer and common space 1.4 Transformability index 2.1 Functional mix 2.2 Social Attractiveness 2.3 Aggregation spaces 3.1 Harmonization with the context 3.2 Energetic quality 3.3 Consistency with constraints 4.1 Construction cost 4.2 Maintenance cost 4.3 Profitability of the intervention
Web of Science	Alessandra Oppio, Marta Bottero, Federico Dell'Anna, Marta Dell'Ovo, Laura Gabrielli	Evaluating the Urban Quality Through a Hybrid Approach: Application in the Milan (Italy) City Area	- Politecn Milan, Dept Architecture & Urban Studies, Via Bonardi 3, I-20133 Milan, Italy, - Politecn Torino, Dept Reg & Urban Studies & Planning, Corso Mattioli 39, I-10125 Turin, Italy, - Politecn Milan, Dept Architecture Built Environm & Construct Engn, Via Bonardi 9, I-20133 Milan, Italy, - IUAV Univ Venice, Dept Architecture & Arts, Dorsoduro 2206, I-30123 Venice, Italy	2020	Multi-Attribute Value Theory (MAVT) e GIS	Accessibility Supply of services Public open spaces	- Bus and tram stops - Railway stops - Metro stops - Bike sharing stations - Kinder gardens - Primary schools - Middle schools - Libraries - Galleries - Places of worship - Pharmacies - Supermarkets - Sport fields - Museums - High schools - Universities - Physical settings - Connectivity - Vitality - Meaning - Protection
Scopus, Web of Science	Chiara D'Alpaos, Francesca Andreolli	Urban quality in the city of the future: A bibliometric multicriteria assessment model	- Department of Civil Environmental and Architectural Engineering, University of Padova, 35131 Padova, PD, Italy	2020	MC-SDSS	Economic Environmental Social	- Air - Water - Waste - Land use - Green spaces - Built Environment - Infrastructure
Scopus	Alessandra Oppio, Luca Forestiero, Loris Sciacchitano, Marta Dell'Ovo	How to assess urban quality: a spatial multicriteria decision analysis approach	- Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DASU), Politecnico di Milano, via Bonardi 3, Milano, 20133, Italy, - Politecnico di Milano, Milano, 20133, Italy, - Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC), Politecnico di Milano, Milano, 20133, Italy	2021	MCDA (AHP) e GIS	1. Physical setting 2. Connectivity 3. Vitality 4. Meaning 5. Protection	1.1 Permeability 1.2 Environmental comfort 1.3 Sustainability 2.1 Walkability 2.2 Access and links 3.1 Active Community 3.2 Functional mix 4.1 Sense of Place 4.2 Landmarks 5.1 Noise 5.2 Risk perception
Scopus	Salim Dehimi	The use of new techniques in spatial modeling and analysis of urban quality of life: Multiple-Criteria Decision Analysis and GIS	- University of M'sila, Department of Urban Engineering, Laboratory of Urban Technologies and Environment, Algeria,	2021	MCDA (AHP) e GIS)	- Security and Civil Protection - Education - Culture and Entertainment - Health - Public Services - Environment	

Scopus, Web of Science	Rabia Bovkir, Eda Ustaoglu, Arif Cagdas Aydinoglu	Assessment of Urban Quality of Life Index at Local Scale with Different Weighting Approaches	- Department of Geomatics Engineering, Gebze Technical University, 41400 Kocaeli, Turkey	2022	MCDA (AHP, BWM) e GIS	- Housing Quality	- Average building area - Housing ratio - Newly built (0–5 years) dwelling ratio - Houses with adequate heating systems - Houses with elevator
						- Local environment characteristics	- Distance to industrial sites - Air quality (% of pollutants) - Distance to urban forest - Building density
						Urban services/functions Transportation Emergency Population characteristics Finance/economic status	- Distance to mall/shopping centres - Distance to cultural facilities - Distance to primary schools - Distance to hotel/pension - Distance to park area - Distance to cemetery - Distance to highway - Distance to urban train - Distance to metro - Distance to parking - Distance to emergency services - Distance to fire stations - Total number of pharmacies - Child population (0–14 years) - Widowed population - Young population - Illiteracy rate - University graduate rate - Education spending - Transportation spending - Average unit (m2) house price - Income
Scopus, Web of Science	Hassan Mahmoudzadeh, Asghar Abedini, Farshid Aram, A. Mosavi	Evaluating urban environmental quality using multi criteria decision making	- Department of Geography and Urban Planning, University of Tabriz, Tabriz, Iran, - Urban Planning Department, Urmia University, Urmia, Iran, - John von Neumann Faculty of Informatics, Budapest, Hungary, - Ludovika University of Public Service, Budapest, Hungary	2024	MCDM (metodo CRITIC) e GIS	Physical environment built-up Environment	- Air Quality Index - Vegetation Index - Land Surface temperature - Distance from Fault line - Production of waste - Population density - Noise pollution - Health care space per capita (m) - Recreational space per capita - Green space per capita

CAPITOLO II

Approccio metodologico: MCDA e GIS nei Sistemi di Supporto Decisionale

La città può essere considerata come un sistema complesso e dinamico, riconducibile a un insieme di componenti in continua relazione. Un sistema urbano risulta essere complesso, per la molteplicità e diversità degli elementi e delle relazioni che lo compongono, dinamico perché in continua evoluzione. Le trasformazioni che avvengono influiscono fortemente sulla vita delle persone che abitano gli spazi. Al fine di garantire buoni livelli di qualità urbana e vivibilità, questi devono essere studiati, analizzati ed eventualmente cambiati; ricordandosi sempre della coesistenza tra elementi fisici e funzionali che caratterizzano i territori.

La complessità delle trasformazioni urbane contemporanee richiede strumenti di analisi e valutazione che siano in grado di restituire una lettura integrata della città, che possa tenere conto delle sue molteplici dimensioni, per questo i *Multicriteria Spatial Decision Support Systems (MC-SDSS)* rappresentano uno strumento adeguato ad affrontare questo tipo di valutazione.

2.1 MC-SDSS

Gli MC-SDSS, Multicriteria Spatial Decision Support Systems, sono uno degli strumenti per il supporto alle decisioni più innovativi e promettenti. Questi sono progettati per affrontare problemi decisionali complessi e semi-strutturati che includono una varietà di criteri eterogenei, distribuiti nello spazio.

Da un punto di vista metodologico, un MC-SDSS è un sistema informatico interattivo in grado di assistere l'utente, o un gruppo di utenti, nel raggiungere un elevato livello di efficacia nel processo decisionale (Malczewski, 1999).

Questo tipo di strumento si differenzia dalle classiche analisi multicriteri per l'integrazione delle componenti geografiche geospazializzate, determinanti in analisi territoriali. Si integrano quindi, i metodi dell'Analisi Multicriteri, MCDA con le potenzialità analitiche degli SDSS, offrendo un dispositivo capace di elaborare e gestire dati spaziali, sviluppare alternative nello spazio, confrontare scenari e visualizzare soluzioni attraverso le mappe tematiche (Densham, 1991; Malczewski, 2006).

Sharifi e Rodriguez (2002) definiscono i Planning Support Systems, come una tipologia di sistemi geo-informativi, di dati, informazioni, modelli, strumenti di valutazione, per supportare diverse fasi del processo di pianificazione. I Multicriteria Spatial Decision Support Systems si possono considerare come una specifica tipologia di PSS, essendo uno strumento modellato per affrontare problemi decisionali specifici della pianificazione, spesso semi-strutturati, caratterizzati da dinamiche spaziali. I PSS sono progettati per facilitare un processo decisionale trasparente e partecipato (Ferretti, 2012), i MC-SDSS rispettano queste caratteristiche e assumono il ruolo di dispositivi fondamentali nella pianificazione sostenibile, in quanto permettono di rappresentare, analizzare e comunicare in modo efficace le alternative progettuali attraverso mappe tematiche e indicatori multicriterio.

Lo strumento si rivela inoltre prezioso sia nella fase di valutazione che nella pianificazione, nella prima permettendo il confronto con diversi criteri e opzioni, per osservare i vantaggi, gli impatti, gli svantaggi, i livelli di trade-off, l'attrattività globale

di ogni azione. Nella fase di pianificazione invece, aiuta a sviluppare le alternative da approfondire nella fase di valutazione.

Osservando l'applicazione dei MC-SDSS, Malczewski (2006) individua una serie di categorie di problemi decisionali spaziali efficacemente supportati dai modelli integrati:

- analisi di idoneità dei territori
- valutazioni di piani/scenari di pianificazione
- ricerca/selezione di un sito
- distribuzione delle risorse
- definizione di tracciati dei trasporti
- valutazione di impatto ambientale
- localizzazione/distribuzione di risorse.

La varietà degli ambiti di applicazione conferma la versatilità e l'importanza dello strumento nella pianificazione e nella gestione del territorio.

Per realizzare un modello MC-SDSS, si segue il modello di Simon (1960), che può essere scomposto in quattro fasi: Intelligence, Design, Choice e Review, esaminate in dettaglio nel Capitolo III.

L'adozione degli MC-SDSS nella valutazione della qualità urbana rappresenta un processo verso una pianificazione più razionale, trasparente e inclusiva. L'interazione tra MCDA e SDSS permette di affrontare la complessità del problema in modo strutturato, rendendo esplicita la struttura dell'analisi, visualizzando gli effetti spaziali delle scelte e promuovendo processi partecipativi più efficaci.

2.1.1 MCDA

Per comprendere la duplice natura degli MC-SDSS, formati da MCDA e SDSS, è necessario approfondire questi due elementi.

La Multicriteria Decision Analysis (MCDA), conosciuta in italiano come Analisi Multicriteri (AMC), rappresenta un insieme di tecniche per la valutazione, che considerano simultaneamente diversi criteri all'interno di un problema decisionale complesso. La metodologia vuole rispondere all'esigenza di affrontare situazioni decisionali caratterizzate dalla presenza di molteplici elementi, che coesistono in un sistema e spesso presentano obiettivi e caratteristiche differenti. Il triplice scopo è quello di individuare l'azione preferibile, di contribuire allo sviluppo di un processo di apprendimento che agevoli il processo decisionale e di favorire il percorso razionale dei decisori, affinché effettuino scelte giudiziose tra un set di alternative perseguibili (Roy, 1996).

L'azione di trovare compromessi tra diversi obiettivi è un'azione, talvolta implicita, che si svolge quotidianamente, per questo motivo il processo decisionale, pur essendo oggi supportato da metodologie quantitative come l'MCDA, ha radici molto antiche. Molti filosofi antichi come Aristotele, Platone e Socrate riflettevano sull'importanza della razionalità e della scelta consapevole come elementi fondamentali per prendere decisioni corrette e virtuose. Queste riflessioni così all'avanguardia rappresentavano una prima forma di approccio alla decisione, anticipando concetti chiave che oggi ritroviamo nei moderni metodi decisionali.

L'origine effettiva delle Analisi Multicriteri risale agli anni Sessanta del '900, in un periodo complesso, a causa dello sviluppo economico, urbano e tecnologico del dopoguerra. L'espansione industriale, la crescente attenzione alle problematiche ambientali e sociali e l'aumento della multidimensionalità degli obiettivi decisionali resero evidenti i limiti delle metodologie tradizionali, stimolando la nascita di nuovi approcci, in grado di integrare molteplici criteri con un unico obiettivo finale.

Tra i più importanti contributi teorici, che hanno segnato l'evoluzione dello strumento, vi è la *teoria dell'utilità* introdotta da Von Neumann e Morgenstern nel 1944,

inizialmente concepita per le preferenze individuali e successivamente estesa alla gestione di preferenze a criteri multipli attraverso la MAVT, Multi Attribute Value Theory, formulata da Keeney e Raiffa (1976). A seguito della quale, gli studi si sono focalizzati sulla ricerca e sul perfezionamento di metodi adatti a gestire la complessità.

I problemi di valutazione a criteri multipli sono analizzati individuando i seguenti sei elementi fondamentali:

1. Un goal o un insieme di goal, ovvero le finalità generali del processo decisionale.
2. Il Decision Maker o un gruppo di decisori, ovvero i soggetti coinvolti nel processo di valutazione e scelta.
3. I Criteri di valutazione, gli elementi o le dimensioni utili a valutare le alternative.
4. Un insieme di alternative decisionali, le opzioni da ordinare e che rappresentano l'oggetto della valutazione e della scelta.
5. Un insieme di punteggi che esprimono i valori numerici assegnati a ciascuna alternativa in relazione a ciascun criterio. Costituiscono gli elementi della matrice di valutazione.
6. L'insieme di outcomes, ovvero i risultati previsti o attesi che derivano dalla selezione di un'alternativa.

Le principali famiglie di MCDA sono i MADM, Multiple Attribute Decision Making e i MODM, Multiple Objective Decision Making, suddivisione dettata dalla natura del processo decisionale e dal tipo di alternative da valutare.

I MADM sono applicati a problemi discreti, dove il decisore sceglie tra un numero ben definito di alternative. Si utilizzano in settori come la pianificazione urbana, la gestione ambientale, la selezione di siti o progetti, e in generale in tutti quei casi in cui le alternative siano esplicitamente identificabili. Tra i metodi che appartengono a questa famiglia vi sono: AHP (Analytic Hierarchy Process), ELECTRE, PROMETHEE e MAVT (Multi-Attribute Value Theory).

Al contrario, invece, i MODM si rivolgono a problemi continui dove l'insieme delle alternative decisionali è infinito. Le alternative non sono predefinite, ma sono generate da un modello matematico che ha il compito di trovare le soluzioni ottimali. Solitamente vengono adottati in ambito ingegneristico, nella logistica o nella

programmazione economica. Esempi di metodi conosciuti sono il Goal Programming e la Multi-Objective Linear Programming.

Il presente lavoro, orientato alla valutazione della qualità urbana attraverso un sistema di supporto decisionale spaziale a criteri multipli (MC-SDSS), adotta un modello di tipo MADM. Le alternative sono un insieme finito e numerabile, confrontabile sulla base di criteri sia quantitativi sia qualitativi. Tale caratteristica rende idonea l'adozione di un approccio MADM.

2.1.2 SDSS e GIS

Gli Spatial Decision Support Systems, SDSS, si configurano come sistemi informatici interattivi che integrano dati spaziali per il supporto dei decisori nella scelta tra diverse alternative. Nella pianificazione territoriale e nell'ambito della gestione delle risorse spaziali i tradizionali strumenti decisionali mostrano dei limiti nel trattare la complessità e multidisciplinarietà del tema, per questo è importante adottare gli SDSS per ottenere un ambiente flessibile dove il decisore possa esplorare diversi scenari, confrontare le alternative e simulare conseguenze in modo sistematico e trasparente.

Questi si sviluppano parallelamente al concetto dei DSS, i sistemi di supporto alla decisione (Densham e Rushton, 1987; Densham, 1991) e sono adottati per problemi decisionali spaziali, che presentano dati geografici come elementi chiave per gestire la valutazione. Per questo motivo gli SDSS contribuiscono ad affrontare problemi semi-strutturati o non strutturati³.

Dal punto di vista funzionale vi sono diversi elementi che compongono un SDSS:

- *Database Management System (DBMS)*: gestisce i dati spaziali e non spaziali necessari per la decisione.
- *Model Base Management System (MBMS)*: gestisce i modelli analitici, statistici o decisionali per il supporto della valutazione delle alternative.
- *Display Generator*: si occupa della visualizzazione grafica e spaziale, mostrando mappe o altre rappresentazioni utili.

³ Nei SDSS, vi possono essere problemi strutturati, semi-strutturati e non strutturati.

I problemi strutturati, sono problemi ben definiti, in cui tutte le variabili sono note, i dati sono disponibili, e le regole per arrivare alla soluzione sono chiare. In questi casi, esiste un algoritmo o una procedura standard che garantisce una soluzione corretta.

Esempio: calcolare il percorso più breve tra due punti su una rete stradale nota.

I problemi semi-strutturati, sono problemi in cui una parte del processo decisionale può essere formalizzata, ma altre parti richiedono valutazioni soggettive. Di solito, i dati disponibili sono solo parzialmente completi o presentano incertezze, e non tutte le variabili sono misurabili con precisione.

Esempio: decidere dove localizzare una nuova infrastruttura.

I problemi non strutturati, sono problemi aperti, poco definiti e con un alto grado di incertezza. Spesso non esiste un solo obiettivo chiaro o una soluzione "giusta", ma piuttosto una serie di alternative con vantaggi e svantaggi.

Esempio: definire una strategia di sviluppo sostenibile per un'area metropolitana, tenendo conto di interessi contrastanti (ambiente, economia, società), visioni politiche in contrasto, scenari futuri incerti.

- *Report Generator*: produce report e sintesi dei risultati per supportare il decisore.
- *User interface*: il punto di contatto tra il decisore e il sistema, permettendo di inserire dati, accedere ai modelli, visualizzare mappe e risultati, e ricevere report per supportare la decisione in modo semplice e interattivo.

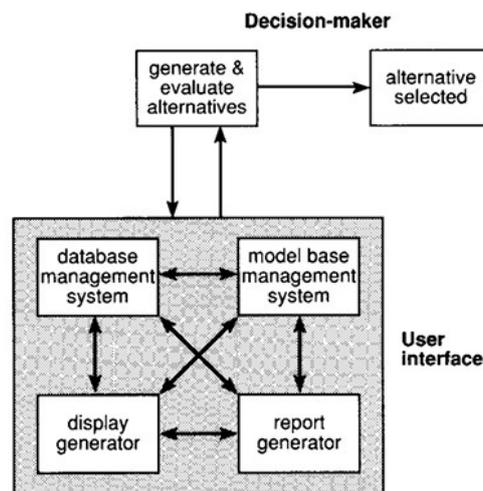


Figura 3: Architettura di un SDSS, tratto da Armstrong, Densham e Rushton, 1986

L'integrazione delle diverse componenti permette la risoluzione di problemi decisionali dove diverse dimensioni si intersecano e devono essere valutate simultaneamente.

I Sistemi Informativi Geografici, GIS, sono uno strumento fondamentale all'interno degli SDSS e forniscono la piattaforma informatica per la raccolta, l'archiviazione, l'elaborazione, l'analisi e la visualizzazione dei dati geografici.

Osservando i due strumenti si osserva che il GIS è un sistema per la gestione, analisi e visualizzazione dei dati spaziali. Si concentra sulle funzioni tecniche di elaborazione dei dati georeferenziati. Gli SDSS sono invece, un sistema più ampio che integra i GIS con modelli decisionali, tecniche di simulazione e strumenti interattivi, con l'obiettivo di assistere i decisori nel processo di scelta, in contesti spaziali complessi.

I GIS negli SDSS forniscono quindi una base tecnica e informativa per la costruzione di modelli decisionali. Mentre il GIS elabora i dati spaziali, il SDSS li adotta per elaborare scenari, e proporre soluzioni, strategie e previsioni.

I GIS assumono un ruolo sempre più importante nella nostra società, essendo strumenti che permettono di raccogliere, elaborare e analizzare dati spaziali, questo consente di associare informazioni descrittive a luoghi fisici, ottenendo una lettura spaziale ad alta precisione. Questi strumenti funzionando come delle piattaforme digitali, all'interno dei quali sono gestiti dati di diverso tipo, come i dati vettoriali, i dati raster, dati tabellari o statistici relazionati a elementi geografici.

I Sistemi Informativi Geografici nascono negli anni '60 come risposta alla necessità di gestire e analizzare grandi quantità di dati spaziali in modo più efficiente rispetto ai metodi cartografici tradizionali. Il primo GIS fu sviluppato in Canada da Roger Tomlinson nel 1963, considerato il "padre del GIS", con il progetto *Canada Geographic Information System*. Questo sistema permise di integrare dati alfanumerici e geografici per supportare decisioni nella pianificazione territoriale e ambientale. Da allora, i GIS hanno subito una rapida evoluzione, grazie ai progressi tecnologici, diventando strumenti fondamentali in numerosi settori, come la gestione delle risorse naturali, l'urbanistica e la sicurezza.

I Sistemi Informativi Geografici GIS sono sistemi informatici per l'acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l'integrazione, l'elaborazione e la rappresentazione di dati che sono spazialmente riferiti alla superficie terrestre (Arnaud, Masser, Salgè, Scholten, 1993).

Il GIS è molto più che un semplice software, infatti questo, è un sistema complesso composto da diversi elementi. Secondo le definizioni più riconosciute, come quella di Burrough (1986), è una tecnologia che non solo gestisce dati, ma li rende disponibili e utilizzabili da chi deve prendere decisioni. È composto da sei elementi fondamentali:

1. Dati, informazioni geografiche e attributi associati, sia vettoriali che raster.
2. Hardware, computer, server, dispositivi di input/output, GPS, ecc.
3. Software, programmi per gestire, analizzare e visualizzare dati spaziali (es. ArcGIS, QGIS).
4. Procedure, metodi e flussi di lavoro che regolano la raccolta, l'aggiornamento e l'analisi dei dati.
5. Persone, utenti e specialisti che utilizzano e gestiscono lo strumento.

Ciò che rende veramente unico un GIS è la capacità di lavorare con *geodati*, ovvero dati che descrivono oggetti reali e sono legati a una posizione nello spazio. Questi possono essere elementi naturali, come laghi, fiumi, rilievi collinari o montani, oppure artificiali, come strade, edifici, infrastrutture.

Inoltre, i GIS sono strutturati in layer, ovvero livelli informativi in sovrapposizione, ognuno dei quali riporta una categoria di dati, che a differenza di altri strumenti grafici come i CAD, sono georeferenziati, ovvero ogni elemento ha una collocazione precisa sulla superficie terrestre, secondo un sistema di coordinate. I dati non quindi solo rappresentati graficamente, ma in relazione allo spazio reale. Assumendo la capacità di rispondere a tre domande: ...cosa c'è lì? ...dove si trovano? ...cosa c'è intorno?

I dati presenti nei GIS possono avere due formati: vettoriale e raster. I dati vettoriali utilizzano geometrie precise per rappresentare oggetti nel mondo reale, come dati puntuali (es. alberi o edifici), linee (es. strade o fiumi) e poligoni (es. laghi o confini territoriali). A ogni elemento vettoriale corrispondono delle coordinate spaziali e talvolta possono contenere attributi descrittivi specifici.

I dati raster, invece, rappresentano lo spazio geografico come una griglia di celle regolari, ciascuna con un valore associato, volto alla descrizione della caratteristica del dato. Questo modello è particolarmente adatto per rappresentare fenomeni continui e variabili, come immagini satellitari, modelli digitali di elevazione o mappe tematiche.

Sebbene questi due tipi di dati, presentino caratteristiche differenti, nei GIS vengono spesso utilizzati insieme, per sfruttare i vantaggi di entrambi. L'integrazione permette di ottenere una rappresentazione più completa e articolata del territorio.

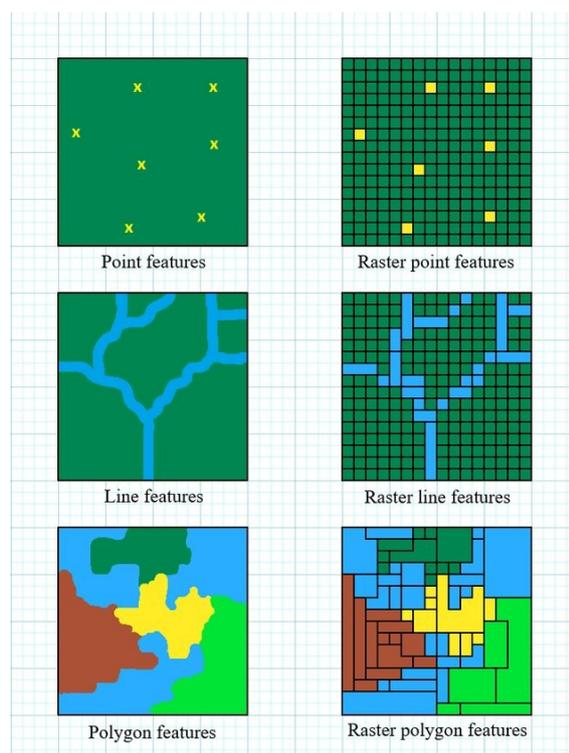


Figura 4: Confronto tra dati vettoriali (a sinistra) e dati raster (a destra)

Fonte: Sadig Akhund, *Analysis of Spatial Big Data for Geographical Information Systems*, 2022

https://www.researchgate.net/publication/360058688_Analysis_of_Spatial_Big_Data_for_Geographical_Information_Systems

Questo strumento svolge un ruolo sempre più chiave in ambiti come la pianificazione urbana, la gestione delle emergenze, la tutela ambientale, l'agricoltura di precisione, il monitoraggio dei cambiamenti climatici e molti altri; grazie alla capacità di integrarsi con altre tecnologie come il telerilevamento, il GPS, l'intelligenza artificiale e i servizi cloud.

In conclusione, il GIS non è solo un software o un insieme di mappe digitali, ma un sistema che permette di rappresentare e comprendere il mondo in modo più efficace. Grazie a questo strumento è possibile prendere decisioni più informate, più eque e più sostenibili.

Per l'analisi si è utilizzato QGIS, un software GIS open source, che permette di visualizzare, modificare, analizzare e creare dati geografici sia vettoriali che raster, offrendo numerosi strumenti avanzati per l'elaborazione spaziale. Il software è in costante aggiornamento, grazie agli sviluppatori e gli utenti che contribuiscono nel renderlo uno strumento accessibile e valido.

CAPITOLO III

Spatial Decision Support Systems: workflow metodologico

Il capitolo affronta il processo metodologico utilizzato per eseguire l'analisi, approfondendo i passaggi effettuati.

Il framework per lo sviluppo di un modello di Analisi Multicriteri Spaziale segue il modello proposto da Simon (1960) e si suddivide in:

- fase di Intelligence: è la prima fase e permette di definire il problema e i criteri di valutazione. Nelle analisi spaziali vengono raccolti i dati per l'analisi e una volta processati sono pronti per le fasi successive, dove verranno pesati e valutati in base all'importanza che assumono nel sistema di valutazione.
- Fase di Design: integra le preferenze dei decision makers. In questa fase vengono effettuate la standardizzazione e l'assegnazione dei pesi per i dati;
- fase di Choice: le prestazioni standardizzate e i pesi precedentemente assegnati vengono aggregati per ottenere mappe intermedie, pesate a seconda delle preferenze e necessità del decisore;
- fase di Review: riguarda l'elaborazione dei risultati ottenuti dalle analisi di sensitività svolte. Si utilizza quest'ultima come supporto per prendere decisioni consapevoli, e l'eventuale ridefinizione delle regole decisionali e dei criteri di valutazione.

FASE I	INTELLIGENCE	1. Definizione del problema e costruzione del modello decisionale
		2. Acquisizione dei dati
		3. Processing dei dati
FASE II	DESIGN	4. Normalizzazione
		5. Pesatura
FASE III	CHOICE	6. Aggregazione dei risultati
FASE IV	DETAILED ANALYSIS AND IMPLEMENTATION (REVIEW)	7. Analisi di sensitività
		8. Visualizzazione dei risultati

Tabella 1: Schema della metodologia

3.1 Definizione del problema e scelta dei criteri

La definizione del problema comporta la raccolta di informazioni relative al sistema considerato, ovvero l'analisi e l'elaborazione dei dati grezzi finalizzati alla produzione di conoscenza sul territorio e sulle dinamiche che lo influenzano (Ferretti, 2012).

La fase di definizione del problema è essenziale per avere una analisi corretta e dettagliata quanto necessario. Il problema viene delineato attraverso i confini e i limiti, definendo gli obiettivi da raggiungere con l'analisi.

Essendo questa una fase fondamentale del processo, si necessita che non venga svolta in solitaria ma derivi dalla interazione continua tra il decisore e i possibili portatori di interesse, sia per individuare i criteri corretti che per affrontare le differenti conflittualità che potrebbero verificarsi.

Il risultato della fase di analisi e definizione del problema è la composizione di una rete di obiettivi, criteri e sotto-criteri, rappresentabili con un diagramma ad albero. Una struttura gerarchica dove, partendo dall'alto, al primo livello, si trova l'obiettivo della valutazione, il secondo livello è relativo ai criteri e al terzo livello vi sono i sotto-criteri individuati. Questa rappresentazione gerarchica è denominata *albero decisionale*.

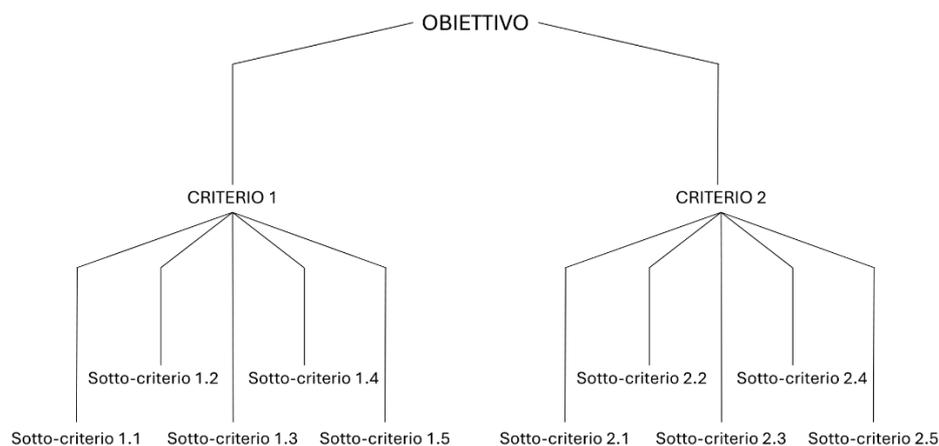


Figura 5: esempio della struttura ad albero gerarchico

Individuati gli obiettivi, il problema viene suddiviso in parti elementari dette nodi, successivamente raggruppati in serie omogenee, ossia cluster di elementi, che

formano a loro volta una rete, caratterizzata da dipendenze, interazioni e feedbacks tra i suddetti elementi (Ferretti, 2012).

Una volta definito il problema, avviene la scelta dei criteri che si focalizza sugli aspetti più rilevanti che vanno approfonditi. Nella scelta del set di criteri e sotto-criteri si devono considerare diversi requisiti:

- *completezza*: tutti gli aspetti chiave del problema decisionale devono essere inclusi nel modello;
- *ridondanza*: verificare che non vi siano aspetti considerati più volte o in qualche modo non necessari all'analisi;
- *operatività*: ogni alternativa deve essere valutata dal punto di vista di ogni criterio e la valutazione può essere oggettiva, come nel caso di grandezze fisiche, grandezze misurabili, ecc., oppure soggettiva nel caso in cui si parli di aspetti immateriali che richiedono il giudizio di esperti;
- *dimensione*: considerare una misura ridotta di criteri per evitare di aumentare la complessità del problema;
- *impatti diacronici*: considerare che le decisioni spesso possono fare riferimento a impatti di medio-lungo periodo.

Facendo riferimento a una analisi spaziale, i criteri di valutazione sono associati a entità spaziali e vengono rappresentati attraverso delle mappe geografiche che ne mostrano la posizione sul territorio. Realizzare queste carte permette di valutare la performance delle alternative rispetto ai criteri in esame.

3.2 Acquisizione e processing dati

Successiva alla fase di definizione dell'albero decisionale è quella di acquisizione e processing dei dati rilevanti per l'analisi. In questa fase avviene la ricerca e raccolta dei dati, che porterà all'associazione di una mappa georeferenziata per ogni sotto-criterio. Si tratta di un processo importante che permette di approfondire la conoscenza a livello territoriale, mentre la disponibilità e l'accessibilità dei dati influenzano il processo decisionale e i risultati dell'analisi.

Per raggiungere gli obiettivi prefissati si procede con diverse fasi, a partire con l'acquisizione dei dati, spesso complessa a causa di complicanze, per arrivare a produrre i risultati attraverso l'elaborazione e l'analisi delle informazioni ottenute.

3.2.1 Acquisizione dei dati

Questa fase è spesso considerata critica a causa della difficoltà nella reperibilità dei dati che porta a lunghi tempi di ricerca, rendendo articolato il processo. Si tratta quindi di un processo che non va sottovalutato e richiede molta attenzione e precisione.

Per questo tipo di analisi ogni sotto-criterio deve essere associato ad una mappa georeferenziata, o data layer, che permetta di rappresentare la distribuzione spaziale dei valori di performance di ogni criterio per il raggiungimento dell'obiettivo dell'analisi. Reperire i dati che contengano le informazioni necessarie per descrivere ogni singolo attributo è possibile grazie a diversi geoportali, software o banche dati che mettono a disposizione le informazioni necessarie. I dati che vengono acquisiti possono avere diversa forma, l'importante è che questi siano spazializzabili sui GIS o codificabili, nel caso in cui si tratti di dati che richiedono ulteriori elaborazioni. Alla fine della raccolta dati ogni sotto-criterio avrà quindi dei valori che potranno poi nella fase di processing essere lavorati e trasformati per ottenere dati spazializzati per la costruzione delle mappe utilizzate per le analisi di normalizzazione, pesatura e aggregazione dei risultati.

L'acquisizione dei dati spesso comporta complicazioni, specialmente quando si trattano temi articolati e di natura complessa, come quelli legati alla pianificazione territoriale; spesso la difficoltà nel tradurre diversi fenomeni in elementi spazializzabili

porta a modificare i temi da trattare, causando anche eventuali cambiamenti nella scelta dei sotto-criteri.

3.2.2 Processing dei dati

La fase successiva è quella del processing, che permette di elaborare i dati e adeguarli all'analisi. Questo processo varia a seconda delle analisi e delle necessità di ogni sistema.

Essendo le fonti e le tipologie di dati ricavati variabili, vi è la necessità di organizzare e codificare i dati secondo criteri comuni. Si deve inoltre effettuare un controllo dell'integrità, della correttezza, dell'attualità dei dati raccolti. L'uniformità dei *sistemi geodetici di riferimento*⁴ permette che i dati siano confrontabili ed elaborabili correttamente l'uno con l'altro.

Una volta raccolti i dati, su questi si possono effettuare diverse tipologie di elaborazione degli elementi geografici degli attributi; alcune di queste sono: *l'interrogazione diretta, l'elaborazione dei dati, e infine, le analisi spaziali* (Caprioli, 2017).

Le interrogazioni dirette permettono di consultare i dati a partire da criteri spaziali; si realizzano selezioni e ricerche, grazie a strumenti come la selezione diretta, le tabelle attributi o l'utilizzo di linguaggio di interrogazione formale SQL⁵.

L'elaborazione dei dati consiste nell'ottenere nuovi valori utili per l'analisi, grazie all'uso di criteri geometrici topologici o tematici, relativi a posizione, distanza, prossimità. Un esempio di queste funzionalità è l'overlay topologico, utile per

⁴ I sistemi geodetici di riferimento si basano su un insieme di regole e misure che hanno come scopo quello di descrivere numericamente lo spazio, fissando un sistema che associa ai punti nello spazio dei numeri che ne indicano la posizione. Questo serve, in particolare per i sistemi geodetici di riferimento, per descrivere la superficie terrestre matematicamente. Basandosi su modelli ellissoidali della Terra sono utilizzati per misurazioni precise.

⁵ Structured Query Language, linguaggio utilizzato per l'interazione con i database relazionali; è universalmente accettato dai produttori di sistemi per database e può essere inglobato in linguaggi di programmazione tradizionali come C, C++, Java. Questo linguaggio permette di effettuare diverse operazioni per l'interazione con i database (inserimento di nuovi dati, interazione, eliminazione di dati esistenti, modifica di dati esistenti).

sovrapporre e intersecare gli elementi di due temi per unire le informazioni associate e produrre così un nuovo layer (sovrapporre ad esempio il confine dell'area di analisi e un dato per ottenere unicamente il dato presente in quel determinato confine).

Per concludere le *analisi spaziali* permettono di interpolare dati puntuali per ottenere informazioni continue, ovvero superfici che mostrano un determinato tematismo. Se invece i dati vettoriali vengono rasterizzati, si include un solo attributo come tematismo del raster finale.

In ambiente raster sono eseguiti principalmente tre tipologie di analisi spaziali, le analisi di:

- Densità
- Distanza
- Riclassificazione

3.2.2.1 Densità

La Kernel Density, analisi di densità, è una funzione degli strumenti GIS che permette di calcolare la densità di un determinato dato sul territorio, quindi di percepirne l'intensità e la distribuzione a livello spaziale. Può essere calcolata sia per elementi puntuali che per elementi lineari e il procedimento risulta essere analogo.

In particolare, per gli elementi puntuali, calcolare la densità è possibile considerando il numero di punti localizzati in una determinata area; questo strumento permette di realizzare *heatmaps*⁶ che

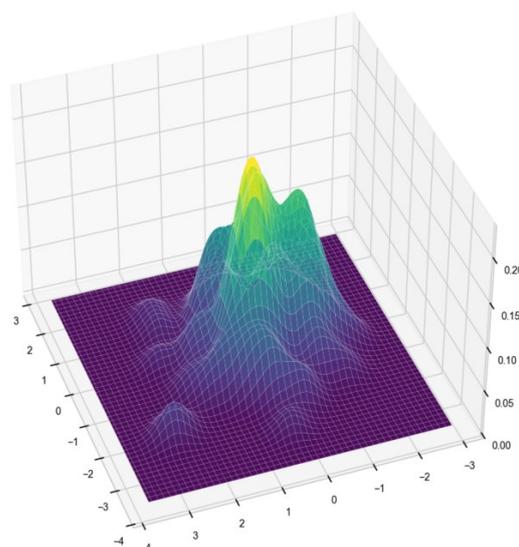


Figura 6: Rappresentazione 3D della Kernel Density
Fonte: <https://towardsdatascience.com/the-math-behind-kernel-density-estimation-5deca75cba38/>

⁶ Tecnica di rappresentazione grafica dei dati che permette di percepire la concentrazione di un determinato fenomeno utilizzando diverse gradazioni di colore. Le diverse variazioni di intensità e tonalità del colore permettono di osservare la distribuzione geografica del fenomeno e percepire le aree con maggiore o minore frequenza.

permettono una facile identificazione dei raggruppamenti di punti e quindi degli hotspots.

Un numero maggiore di punti raggruppati porterà ad avere valori maggiori di concentrazione.

La Kernel Density calcola i dati puntuali attorno a ciascuna cella raster di output, il valore sarà maggiore in corrispondenza del punto e diminuirà con l'aumentare della distanza dal punto, fino ad arrivare a 0. Concettualmente per comprendere il funzionamento della kernel density ci sono *tre aspetti principali da considerare*, il primo è il raggio del cerchio stabilito attorno al punto in analisi, variabile a seconda del fenomeno considerato; il secondo elemento è la dimensione della cella stabilita per l'analisi, che compone il raster e ne determina il livello di dettaglio (minore sarà la grandezza impostata, maggiore sarà il dettaglio). Il terzo elemento da considerare è la sommatoria dei picchi ottenuti per ogni punto sovrapposti. Concettualmente, quindi, si immaginano delle curve uniformi, che presentano come apice l'elemento puntuale e decrescono raggiungendo la distanza definita come raggio dal punto.

Il Grafico 1 mostra come su ogni punto x_i , dove viene posizionata una funzione kernel K la stima della densità è:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

Dove:

- $f(x)$ è la stima della densità in un punto x
- n è il numero totale di punti dati
- h è l'ampiezza di banda (bandwidth)
- K è la funzione di Kernel
- x è il punto in cui dove si vuole stimare la densità
- x_i sono i valori del campione

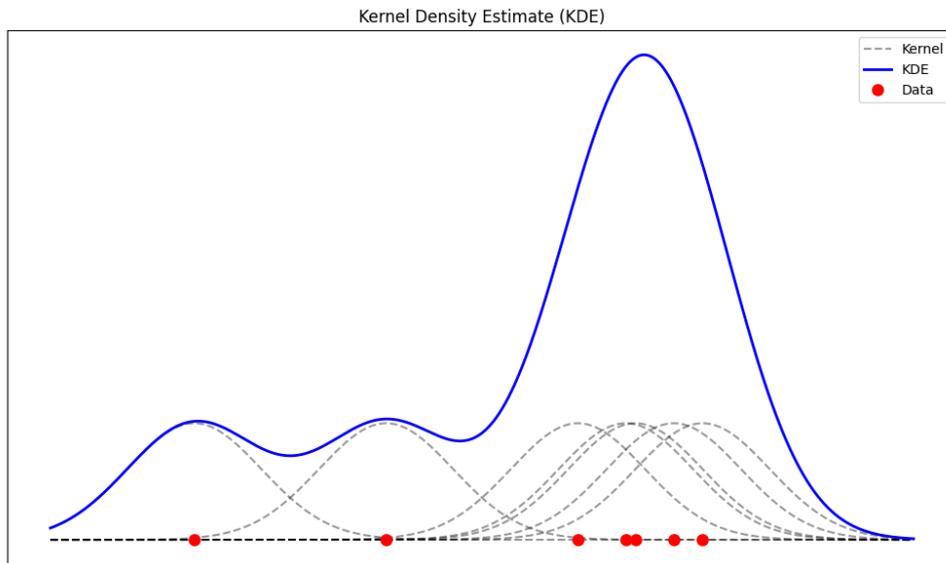


Grafico 1: Kernel Density Estimate (KDE)

3.2.2.2 Distanza

La distanza euclidea è un concetto fondamentale della matematica che permette di calcolare la distanza tra due elementi differenti. In particolare, questa è definita come la distanza tra due punti nello spazio euclideo, dove questa distanza si ottiene misurando la lunghezza del segmento che ha come estremi i due punti.

QGIS denomina questo tipo di analisi come analisi di prossimità raster; il software permette quindi di calcolare in ambiente raster la distanza di uno o più punti dall'origine. Per effettuare questa analisi il software considera un raster binario o dei dati vettoriali, puntuali o lineari o poligonali, convertiti in raster, e realizza un nuovo raster dove in ogni cella vi è contenuto il valore della distanza euclidea dal punto di origine.

Per calcolare la distanza radiale il raster utilizza la formula trigonometrica standard che si basa sul Teorema di Pitagora,

$$\sqrt{d(p, q)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

dove:

- p, q sono due punti nello spazio n euclideo, p è l'origine e q il punto di arrivo
- q_i, p_i sono due vettori euclidei, che iniziano dai punti iniziali

- n rappresenta lo spazio (il numero di dimensioni dello spazio).

Differentemente dalla Kernel Density, dove la maggior parte dei casi vede la massima concentrazione corrispondere a livelli prestazionali migliori, per la distanza euclidea questo non è sempre valido, infatti, a valori massimi non sempre corrispondono livelli prestazionali migliori (Caprioli, 2017). Per esempio, si prediligerà la maggiore distanza per il traffico, mentre distanze minime per le piste ciclabili.

3.2.2.3 Riclassificazione

La riclassificazione è un processo che permette di sostituire i valori dei raster di input con nuovi valori, questo è utile per semplificare le informazioni contenute nei raster, trasformare dati qualitativi in dati quantitativi, assegnare valori di preferenza, priorità o per similarità con altri raster in analisi. È importante stabilire una scala di riferimento e definire l'ordine di importanza da attribuire ai dati esistenti, assegnando così i nuovi valori agli attributi esistenti. Questo procedimento può avvenire tramite tabelle di conversione, che facilitano l'associazione del nuovo valore con quello originale oppure mediante funzioni di calcolo sul software QGIS.

3	3	19	1	6	6	Valori originali	Nuovi valori	5	5	5	5	3	3
20	3	19	17	1	5	1-3	5	4	5	5	4	5	3
20	15	15	6	11	14	4-7	3	4	2	2	3	5	2
12	7	15	8	8	10	8-9	1	5	3	2	1	1	5
13	4	18	18		10	10-12	5	2	3	5	5	1	5
16	4	18	7		9	13-15	2	4	3	5	3	1	1
						16-17	4						
						18-19	5						
						20	4						
						ND	1						

Figura 7: Esempio di riclassificazione dei dati dei pixel di un raster

3.3 Normalizzazione e Standardizzazione

Fase cruciale che segue l'acquisizione e il processing è la normalizzazione o standardizzazione dei dati, un procedimento cruciale che ne permette l'elaborazione, rendendo le misure dei criteri selezionati trasformate in unità comparabili. Questo viene fatto per poter confrontare le diverse variabili e i set di dati con valori differenti, evitando la compromissione delle analisi dovuta a dati errati e fuorvianti.

Nonostante spesso i termini normalizzazione e standardizzazione siano interscambiati, in realtà i due approcci utilizzano diverse logiche che li contraddistinguono.

La normalizzazione è un metodo di scalatura che ridimensiona i dati in un intervallo predeterminato, solitamente tra 0 e 1, dove 0 corrisponde alla performance peggiore e 1 alla migliore. Talvolta si utilizza come riferimento l'intervallo [-1,1].

Vi sono diversi metodi, il più comune e utilizzato è quello del *ridimensionamento Min-Max*, che raggiunge la trasformazione dei dati sottraendo il valore minimo della funzione e dividendo per l'intervallo, ovvero la differenza tra i valori massimo e minimo.

La formula che si utilizza è:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Dove:

- x è il valore della funzione
- $\min(x)$ rappresenta il valore minimo nel dataset
- $\max(x)$ rappresenta il valore massimo nel dataset
- x' è il valore normalizzato

Applicando quindi la normalizzazione a tutti i dati si ottiene un set di dati con una scala comune, quindi confrontabili con semplicità ed efficacia.

Altro metodo spesso utilizzato è la *normalizzazione del punteggio Z*, conosciuta anche come standardizzazione. Essa trasforma ogni dato sottraendo il valore medio della variabile e dividendolo per la sua deviazione standard. Il risultato porta i valori standardizzati ad avere una media di 0 e una deviazione standard pari a 1, questo permette che tutte le variabili abbiano una scala e una distribuzione simili, rendendo i confronti equi. La formula utilizzata è la seguente:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

dove corrisponde alla media μ e σ alla deviazione standard.

Confrontando quindi la normalizzazione e la standardizzazione si osservano le seguenti differenze:

NORMALIZZAZIONE	STANDARDIZZAZIONE
Questo metodo ridimensiona il modello utilizzando i valori minimo e massimo.	Questo metodo ridimensiona il modello utilizzando la media e la deviazione standard.
Quando i dati da confrontare sono su scale diverse, è funzionale.	Quando la media e la deviazione standard di una variabile sono entrambe impostate su 0, è vantaggioso.
I valori sulla scala sono compresi tra [0, 1] e [-1, 1].	I valori su una scala non sono vincolati a un intervallo particolare.

Tabella 2: Differenze tra normalizzazione e standardizzazione

3.4 Pesatura

A seguito della normalizzazione il passaggio necessario che segue è quello della pesatura degli attributi dell'analisi. Questo procedimento permette al decisore di esprimere le proprie preferenze, assegnando a ogni attributo un peso che varia in base all'importanza che gli viene attribuita. Una volta che i pesi sono stati attribuiti questi vengono moltiplicati per ogni indicatore precedentemente normalizzato, successivamente verranno aggregati agli altri criteri per ottenere dei risultati intermedi che poi verranno sottoposti successivamente all'analisi di sensitività.

Per l'assegnazione dei pesi possono essere adottate diverse metodologie e coinvolti vari stakeholder, a seconda del contesto decisionale. Di seguito si riportano alcuni dei principali metodi utilizzabili per determinare i pesi.

1. *Rating methods*

Metodi che richiedono al decisore di definire i pesi, in base alle proprie preferenze, su una scala predefinita, solitamente tra 1 e 100. Il decisore deve quindi liberamente distribuire i pesi, attribuendo valori maggiori a quelli che reputa più importanti. Nonostante si tratti di un metodo immediato e apparentemente semplice, talvolta comporta difficoltà per il decision maker nella definizione dei punti da assegnare a ciascun attributo.

2. *Ranking methods*

I metodi di classificazione consistono nell'ordinare i criteri secondo una graduatoria di preferenze del decisore. Si possono adottare due diversi ordini di classificazione: *l'ordine di classificazione diretto*, dove l'ordinamento è decrescente in base all'importanza oppure *l'ordine di classificazione inverso* in cui l'ordinamento è crescente in funzione dell'importanza. Per generare i pesi esistono due principali approcci che possono essere utilizzati, dove w_j corrisponde al peso normalizzato del j -esimo criterio; n è il numero di criteri considerati e r_j è la posizione dove il criterio viene collocato. Ognuno dei criteri viene pesato $(n - r_j + 1)$ e poi normalizzato in base alla funzione della somma di tutti i pesi $\sum(n - r_k + 1)$:

- l'ordinamento in base alla somma, che si calcola:

$$W_i = \frac{n - r_j + 1}{\sum(n - r_k + 1)}$$

- l'ordinamento reciproco, che si calcola:

$$w_i = \frac{1/r_j - b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{\sum(1/r_j)}$$

3. *Pairwise comparison methods e Analytic Hierarchy Process (AHP)*

Il confronto a coppie è una delle tecniche più utilizzate nelle Analisi Multicriteri, dove i vari criteri o gli obiettivi sono comparati, ottenendo una matrice che riporta i diversi confronti.

Una delle metodologie di confronto a coppie più adottata è la AHP, analisi gerarchica introdotta a partire dagli anni Settanta da Thomas L. Saaty, approccio che permette di esprimere la preferenza tra una coppia di criteri, strutturando l'analisi in diversi livelli gerarchici: gli obiettivi, i criteri, i sotto-criteri e le alternative.

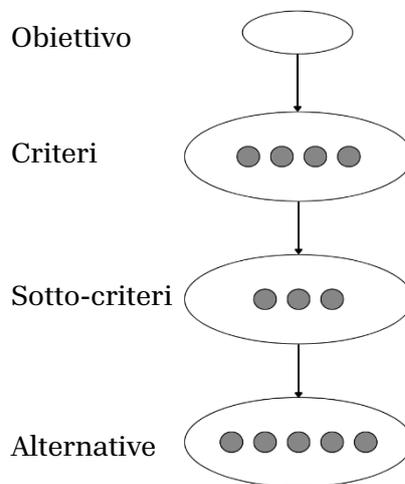


Figura 8: Struttura gerarchica della AHP

Viene quindi espresso un giudizio tra una coppia, evitando il confronto contemporaneo tra tutti i livelli del sistema.

L'AHP ammette l'incoerenza dei giudizi e fornisce un mezzo per migliorare la coerenza (Thomas L. Saaty, Luis G. Vargas, 2012).

Ci sono diversi step che vanno seguiti per applicare questa tecnica:

1. Definizione degli obiettivi e identificazione del problema.
2. Sviluppo del modello gerarchico, quindi scomposizione del problema in differenti componenti.
3. Costruzione della matrice di confronto a coppie e comparazione a coppie tra gli elementi.
4. Stima dei pesi tramite il metodo degli autovalori.
5. Verifica della coerenza tramite il calcolo della consistenza delle matrici.
6. Unione degli elementi per ottenere la valutazione finale delle alternative.

Nella fase di confronto a coppie è importante domandarsi quale tra l'elemento X e l'elemento Y in analisi contribuisca maggiormente al raggiungimento dell'obiettivo. Per fare questo Saaty ha inventato una scala numerica che va da 1 a 9 punti, che prende il nome di "Scala fondamentale di Saaty".

VALORE	IMPORTANZA	DESCRIZIONE
1	Importanza uguale	I due aspetti contribuiscono in egual maniera al raggiungimento dell'obiettivo
3	Importanza moderatamente maggiore	Uno dei due aspetti è prediletto per esperienza e giudizio
5	Importanza forte	Uno dei due aspetti è prediletto per esperienza e giudizi
7	Importanza molto forte	Uno dei due aspetti è dimostrato essere predominante
9	Estrema importanza	Uno dei due aspetti è per evidenza predominante rispetto all'altro
2, 4, 6, 8	Valori intermedi	Compromessi tra i giudizi adiacenti

Tabella 3: La scala fondamentale di Saaty (Fonte: elaborazione da Saaty, 1980)

I valori numerici ottenuti permettono di definire le matrici quadrate di confronto a coppie degli elementi le quali, una volta compilate, permettono che per ognuna si possa determinare la priorità dei rispettivi componenti.

	X	Y	Z	...	n
X	1				
Y		1			<i>valori</i>
Z			1		<i>reciproci</i>
...		<i>giudizi</i>		1	
n		<i>assegnati</i>			1

Tabella 4: Esempio di matrice di confronto a coppie

Si utilizzano i valori reciproci ricavati per ottenere l'indice di consistenza CI, che si calcola:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

dove

- λ_{max} equivale al valore massimo dell'autovettore del confronto a coppie
- n equivale alla dimensione della matrice

Una volta ottenuto l'indice di consistenza CI si ricava l'indice random RI, ovvero il valore di coerenza causale. Questo valore, precalcolato da studi statistici, rappresenta il valore di consistenza di una matrice generata casualmente.

DIMENSIONE DELLA MATRICE	INDICE DI CONSISTENZA CASUALE (RI)
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Tabella 5: Random Index (RI) (Saaty, 1980)

Il rapporto tra CI e RI permette di determinare il rapporto di consistenza CR che si ottiene con la seguente formula:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Perché il giudizio risulti consistente e i pesi relativi possano essere utilizzati, il rapporto deve essere inferiore a 0,1.

3.5 Analisi di sensitività

L'analisi di sensitività rappresenta uno strumento utile a determinare la robustezza del modello rispetto alla soggettività e l'incertezza dei giudizi assegnati dagli esperti (Ferretti, 2011).

Avendo questo tipo di valutazione una forte componente soggettiva, si ricerca tramite questo procedimento di eseguire un'analisi caratterizzata da precisione e trasparenza, considerando come obiettivo principale il controllo della stabilità e la valutazione di eventuali errori che possano influire sui risultati finali.

Si effettua una valutazione della variazione dei dati di output in riferimento alla variazione dei dati di input. Se la variazione finale dei dati di output risulta poco significativa, allora il modello può essere ritenuto stabile.

L'analisi di sensitività si può quindi focalizzare su tre elementi:

- sensitività del metodo, applica un diverso tipo di tecniche di calcolo utilizzate, come la normalizzazione dei dati o la computazione dei punteggi finali;
- sensitività dei criteri, permette di individuare l'assenza di criteri fondamentali o la presenza di criteri superflui;
- sensitività dei pesi, si focalizza sull'influenza di ogni fattore sulla decisione finale, applicando variazioni sui giudizi assegnati ai diversi criteri.

3.6 Visualizzazione dei risultati

L'ultima fase è la visualizzazione dei risultati ottenuti dalle analisi. La ricerca confluisce in report, grafici, e nel caso delle analisi spaziali, mappe, che permettono lo studio e quindi l'utilizzo di questi come strumenti per il supporto alle decisioni, rendendo il processo decisionale coerente, consapevole e trasparente.

L'utilizzo di diverse tipologie di rappresentazioni schematiche contribuisce positivamente nella comunicazione con i decisori e gli stakeholders coinvolti e, soprattutto, nel validare la qualità di ciò che si è realizzato (Caprioli, 2017).

Questa fase applicata alla pianificazione urbanistica assume un valore strategico, poiché permette di identificare in maniera più consapevole le aree più idonee ai determinati interventi spaziali. Questa fase assume non solo il ruolo di verifica tecnica dei criteri e indicatori scelti e dei dati ottenuti, ma contribuisce anche a una forma di pianificazione urbanistica più informata, integrata e condivisa.

CAPITOLO IV

Sviluppo del modello e applicazione al caso studio: valutare la qualità urbana a Torino Nord

Questo capitolo illustra l'applicazione della metodologia descritta nel Capitolo III al caso studio di Torino Nord, si è quindi vista la realizzazione del modello seguendo le diverse fasi: fase di Intelligence, fase di Design, fase di Choice e fase di Review.

4.1 Il caso studio

4.1.1 Torino: capitale storica e polo industriale

La città di Torino si colloca a Nord-Ovest dell'Italia in una porzione di territorio compresa tra le Alpi Occidentali e i rilievi collinari adiacenti al Po. La città si sviluppa su una superficie di 130,6 km² e la popolazione residente al 31 dicembre 2024 ammonta a un totale di 862.999⁷ persone.

Aspetto caratteristico della città è la presenza di diversi corsi d'acqua che la attraversano: il Po, la Dora Riparia, la Stura di Lanzo e il Sangone. Vi sono inoltre diversi laghi e aree verdi, alcune delle quali sono riconosciute come Aree Naturali Protette inserite nella Rete Natura 2000 per la biodiversità. Questi elementi sono importanti per Torino poiché costituiscono importanti corridoi ecologici fluviali.

La presenza di questi elementi morfologici ha fortemente influenzato l'assetto urbano della città, che si sviluppa principalmente nell'area pianeggiante e lungo il corso del fiume Po.

La città conserva la struttura viaria ereditata dall'epoca romana e ampliata e modificata specialmente grazie alla dinastia dei Savoia, che a partire dal XVI secolo diede una sistemazione razionale e rigida all'assetto urbanistico di Torino.

Assetto che con i secoli successivi è stato rivisitato, ampliato e modificato per seguire le necessità dell'espansione urbana, con la costruzione anche di viali alberati, nuovi edifici e grandi aree verdi come Parco della Pellerina⁸ e il Parco del Valentino.

Torino è una città con una grande storia industriale e culturale, nasce come colonia romana e nei secoli muta e assume un ruolo centrale per l'industria italiana fino a diventare, nei tempi più recenti, una città conosciuta anche per il suo aspetto artistico

⁷ Città di Torino, popolazione registrata in anagrafe per età annuale e circoscrizione, 31/12/2024.

⁸ Ufficialmente Parco Carrara

e creativo. La città, caratterizzata dalle grandi trasformazioni e riconversioni del tessuto urbano, è oggi un simbolo di resilienza e adattamento.

Nel '900, in particolare nel periodo post-bellico, vi fu una grande crescita economica che rese Torino, grazie alla FIAT e altre industrie una delle città protagoniste del boom industriale italiano. Questo ruolo portò, oltre allo sviluppo economico, anche a profonde trasformazioni sociali, dovute all'improvviso aumento di popolazione a seguito delle dinamiche di immigrazione di massa dal Sud Italia. Dinamiche che non furono prontamente gestite dall'amministrazione locale e portarono a gravi problemi nella gestione del mercato immobiliare, nei servizi pubblici come scuole, trasporti e sanità.

Verso la metà degli anni '70 la crisi petrolifera, si rifletté anche su Torino portando ad un periodo complesso che fu l'inizio della dismissione di alcuni stabilimenti produttivi. Questo portò nel periodo a cavallo tra gli anni '80 e '90 all'approvazione del Piano regolatore della città del 1995 che si focalizzò su diversi progetti di trasformazione e costruzione del sistema di trasporto pubblico, sulla conversione dei tessuti industriali in disuso, specialmente a Nord e a Sud della città; sul sistema storico-ambientale che si focalizzava sulle residenze sabaude e le aree naturali, e infine, sulla riqualificazione del centro.

Torino subì grandi cambiamenti nel 2006 in occasione dei Giochi Olimpici, che ebbero un forte impatto non solo sugli impianti sportivi, ma su tutto il territorio comunale e circostante, con la apertura della Linea 1 della Metropolitana, la riorganizzazione di diversi elementi della viabilità e dell'arredo urbano, la costruzione dei villaggi olimpici, ecc.

4.1.2 Torino Nord: dinamiche urbane e assetto territoriale

Il caso studio si focalizza sull'area di Torino Nord, in particolare prendendo come riferimento corso Regina Margherita e considerando la porzione di città che si colloca a nord di questo importante asse viario.

L'area scelta, un territorio caratterizzato per la sua complessità territoriale, sociale e infrastrutturale, è da anni focus di analisi e ricerche, ed è stata oggetto di numerosi interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana. Negli ultimi anni è aumentata l'attenzione alle dinamiche in atto nel territorio, per merito anche della revisione del Piano Regolatore Generale. Il processo è stato avviato formalmente nel 2017 con l'approvazione dell'atto di indirizzo da parte del Consiglio Comunale e si sviluppa tuttora attraverso *Torino Cambia*, il percorso di revisione strategica e partecipata del PRG, che accompagna le diverse fasi di elaborazione e confronto.

Tra le linee di indirizzo della revisione, emergono la valorizzazione dei quartieri come strumenti di riequilibrio territoriale, il tema ambientale, con l'obiettivo di contenere il consumo di suolo libero, incrementare i servizi ecosistemici, rigenerare suolo permeabile, ridurre l'effetto isola di calore e salvaguardare le aree agricole, definendo un sistema naturale di scala metropolitana. Importante anche la mobilità sostenibile, con l'integrazione della rete di trasporto pubblico su ferro e un miglior collegamento con il resto del territorio urbano.

Il nuovo piano vuole accompagnare l'evoluzione economica della città, promuovendo tecnologie innovative, come l'adozione dell'Urban Digital Twin per simulazioni e analisi urbane avanzate. Si prevede inoltre il potenziamento della valutazione dell'impatto sociale delle trasformazioni urbane e l'adozione di strategie per adeguare il sistema residenziale alle esigenze di studenti e giovani lavoratori. Il piano intende consolidare la pratica degli usi temporanei degli spazi dismessi come fase propedeutica alla trasformazione urbana.

Il focus è superare il piano vigente, per orientare lo sviluppo urbano verso la rigenerazione, la sostenibilità e il riequilibrio tra centro e periferie. Torino Nord è quindi un territorio emblematico per comprendere le trasformazioni urbane contemporanee e le sfide odierne della città.

Il confine meridionale dell'area di studio corrisponde con Corso Regina Margherita, una delle principali arterie della città, che si estende da ovest a est per oltre 7 km,

attraversando alcuni dei quartieri storici e multiculturali. Gli altri confini coincidono con quelli amministrativi.

L'area di analisi è sia adiacente al centro storico di Torino, caratterizzato da monumenti ed elementi con grande rilevanza storica, che alla zona periferica in prossimità del confine comunale, nella quale si trova una concentrazione di impianti produttivi, a cui fu associata la realizzazione di villaggi operai, come Falchera⁹, il villaggio SNIA¹⁰, le case FIAT di via Verolengo e via Viterbo¹¹, il villaggio delle Vallette.

L'area di Torino Nord analizzata è attraversata dalla Stura di Lanzo, dalla Dora Riparia e dal Po, confina a Sud-Ovest con il Parco della Pellerina e nella porzione Est include la Riserva naturale del Meisino e la porzione di territorio boschivo del Parco Naturale della Collina di Superga, importante territorio per la fauna e la flora locali, nonché per il ruolo chiave che svolge nella prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico.

L'urbanizzato si estende principalmente dell'area pianeggiante dove tutt'oggi si trovano molte delle aree industriali dismesse. La collina invece, ospita una concentrazione di edificato limitata e mantiene buona parte dei suoi caratteri naturali; nelle aree extraurbane permangono elementi rurali destinati alle attività agricole.

L'analisi si focalizza sulle Circoscrizioni 4, 5, 6, e 7, dove ognuna include diversi quartieri, composti da borghi e borgate storiche.

La circoscrizione 4 si trova nella zona a Ovest di Torino e dell'area di analisi, di essa si considerano solo porzioni di territorio all'interno dei quartieri Parella e San Donato.

La circoscrizione 5 si colloca in prossimità della 4 e della 6 e al suo interno ospita i quartieri Borgata Vittoria, Madonna di Campagna e Le Vallette. Successivamente procedendo da Ovest a Est si passa alla circoscrizione 6 con i quartieri: Barriera di

⁹ Il quartiere di Falchera, situato nella periferia a Nord di Torino, rappresenta uno dei principali esempi di edilizia pubblica. Progettato tra gli anni Cinquanta e Sessanta, mirava a rispondere all'emergenza abitativa del periodo postbellico. Tuttavia, la sua collocazione periferica e l'inadeguatezza progressiva delle dotazioni infrastrutturali e sociali hanno contribuito alla formazione di dinamiche di marginalità ed esclusione fisica e sociale, rispetto al tessuto urbano centrale.

¹⁰ Case operaie edificate lungo corso Vercelli nei primi anni Venti del come parte del progetto insediativo promosso dalla SNIA Viscosa, azienda di produzione di fibre sintetiche. L'intervento, sebbene innovativo, si caratterizzò per la scarsa dotazione di servizi per la comunità e forte portando a fenomeni di esclusione e disagio sociale.

¹¹ Case costruite dalla Fiat, assegnate negli anni Cinquanta esclusivamente a dipendenti dell'industria automobilistica.

Milano, Regio Parco, Falchera. Infine, la Circoscrizione 7 comprende Aurora, Vanchiglia e Madonna del Pilone.

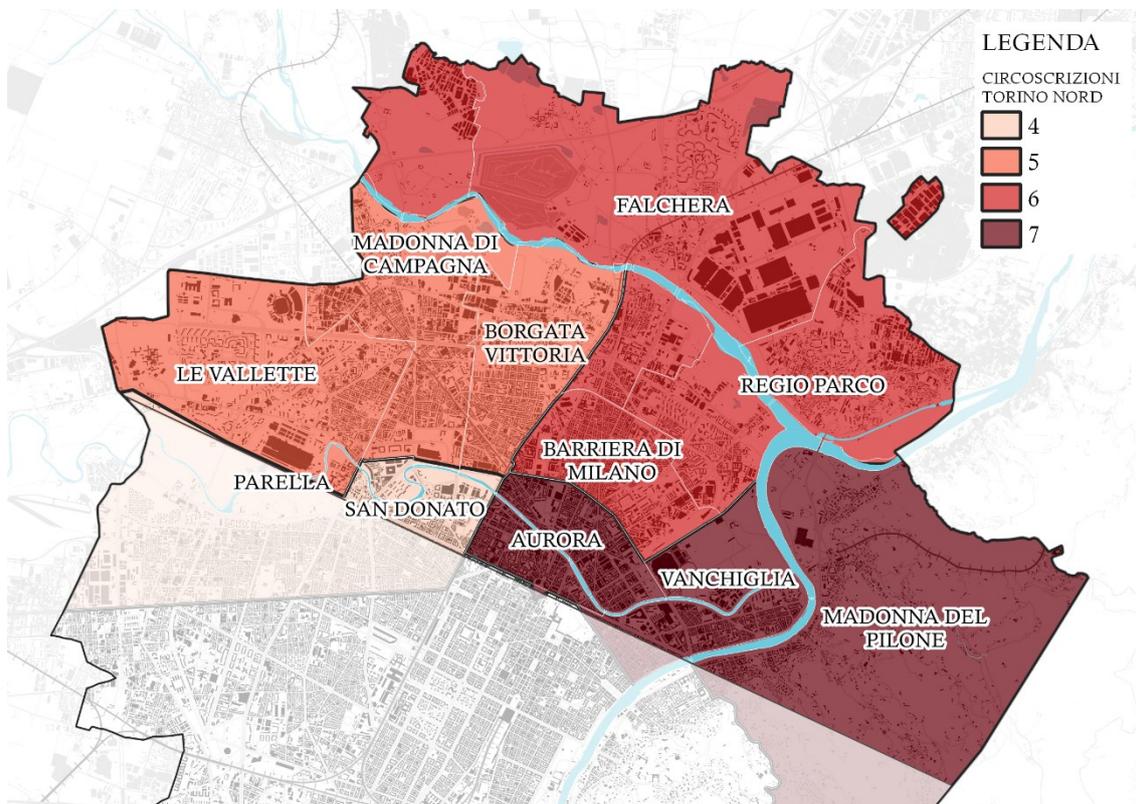


Figura 9: Circoscrizioni e quartieri di Torino Nord

Il territorio ospita, diversi elementi storici quali la Basilica di Superga, il Castello di Lucento, l'Abbadia di Stura, la Cascina Fossata, che recentemente ha subito un'importante trasformazione ed è stata riconvertita a polo multifunzionale per la città, il Cimitero Monumentale e Piazza della Repubblica che ospita il mercato di Porta Palazzo, il più grande d'Europa, a cui si collega anche il mercato del Balon. Altri elementi storici di carattere industriale che hanno avuto un forte impatto a livello territoriale sono l'ex fabbrica Superga, l'ex manifattura Paracchi, dove ora sorge la Ciminiera commemorativa, la Sede Storica delle Pastiglie Leone (1935-2005), l'Ex stabilimento della Società Anonima Stabilimenti Chimici Farmaceutici Riuniti Schiapparelli, l'Ex Lanificio Fratelli Piacenza e molti altri.

Quest'area si distingue per la sua complessa e unica stratificazione urbana, in cui coesistono funzioni e paesaggi molto diversi tra loro. Si trovano importanti

infrastrutture industriali come lo stabilimento Iveco, situato a Nord, in prossimità del confine, in un ampio territorio adibito al settore industriale.

Sono numerose le strutture abbandonate e industrie in disuso sul territorio, come l'ex Thyssenkrupp, l'ex Superga, l'ex Gondrand, l'ex Officina Grandi Motori OGM, l'ex Manifattura Tabacchi, l'ex trincerone ferroviario che attraversa e divide via Sempione e via Gottardo, una cesura fisica e sociale che ostacola la continuità tra i quartieri. Queste aree in stato di abbandono e degrado sono grandi criticità, che generano insicurezza e svalutano la qualità degli spazi pubblici che le circondano, ma, anche, risorse future importanti per interventi di rigenerazione.

Altro elemento da considerare come criticità per degrado ambientale, isolamento territoriale e fragilità sociale è l'area di Basse di Stura.

Il territorio ospita a Ovest, la discarica AMIAT, numerose aree adibite a campi agricoli, che testimoniano la presenza di suoli rurali storici in prossimità della città, la Casa Circondariale Lorusso e Cutugno¹², grandi assi viari come la Tangenziale Nord (A55), che connette l'A4 Torino-Milano e l'A5 Torino-Aosta, rendendola uno snodo cruciale per la mobilità metropolitana e interregionale.

Un'indagine effettuata dal Comune di Torino nel 2023, sull'indicatore socio-economico della città, rivela che tra i quartieri con valori critici, molti di questi si trovano a Torino Nord, come: Le Vallette, Falchera e Regio Parco.

A livello economico questa zona presenta molte difficoltà, risultando la più problematica della città di Torino, con un IRPEF che va da 17.336 € a 18.845 € che si confrontano con valori sopra i 30.000 € per i quartieri più ricchi (Centro, Crocetta, Madonna del Pilone). Netta è infatti la differenza a Torino Nord tra i quartieri a Ovest del Po, rispetto a quello situato a Est, sulla collina.

¹² Nota colloquialmente come carcere delle Vallette.

Anno	Denominazione quartiere	Indicatore socioeconomico - Demografia	Reddito	Dotazioni	Attività	
2023	LE VALLETTE	10,06	18,05	4,04	8,33	9,84
2023	FALCHERA	11,52	40,48	1,44	1,5	2,67
2023	MIRAFIORI SUD	13,85	37,79	7,1	4,67	5,84
2023	REGIO PARCO	15,18	47,42	1,11	4	8,17
2023	NIZZA MILLEFONTI	20,05	37,46	14,24	16,5	12
2023	MIRAFIORI NORD	20,34	25,5	19,35	20	16,5
2023	VANCHIGLIA	20,41	30,12	19,52	14,67	17,34
2023	MADONNA DI CAMPAGNA	23,45	65,38	4,42	5,67	18,34
2023	BORGATA VITTORIA	24,62	54,7	5,59	8,83	29,34
2023	PARELLA	25,71	47,94	14,73	16,33	23,84
2023	MADONNA DEL PILONE	26,38	58,77	46,77	0	0
2023	MERCATI GENERALI	27,65	27,13	15,63	31,83	36
2023	BORGO PO E CAVORETTO	30,35	32,97	84,93	2,67	0,84
2023	POZZO STRADA	31,71	34,14	17,01	27	48,67
2023	SAN PAOLO	33,23	45,45	26,79	25,5	35,17
2023	SANTA RITA	36,12	33,99	20,65	40,83	49
2023	AURORA	38,52	50	7,08	38,67	58,34
2023	CENSIA	41,99	39,83	34,13	33,83	60,17
2023	SAN DONATO	45,06	51,91	24,01	38,67	65,66
2023	CROCETTA	48,12	43,89	60,6	35	53
2023	BARRIERA DI MILANO	48,98	82,95	5,79	42,33	64,84
2023	SAN SALVARIO	49,06	66,34	41,74	45,33	42,84
2023	CENTRO	86,95	88,31	77,16	82,33	100

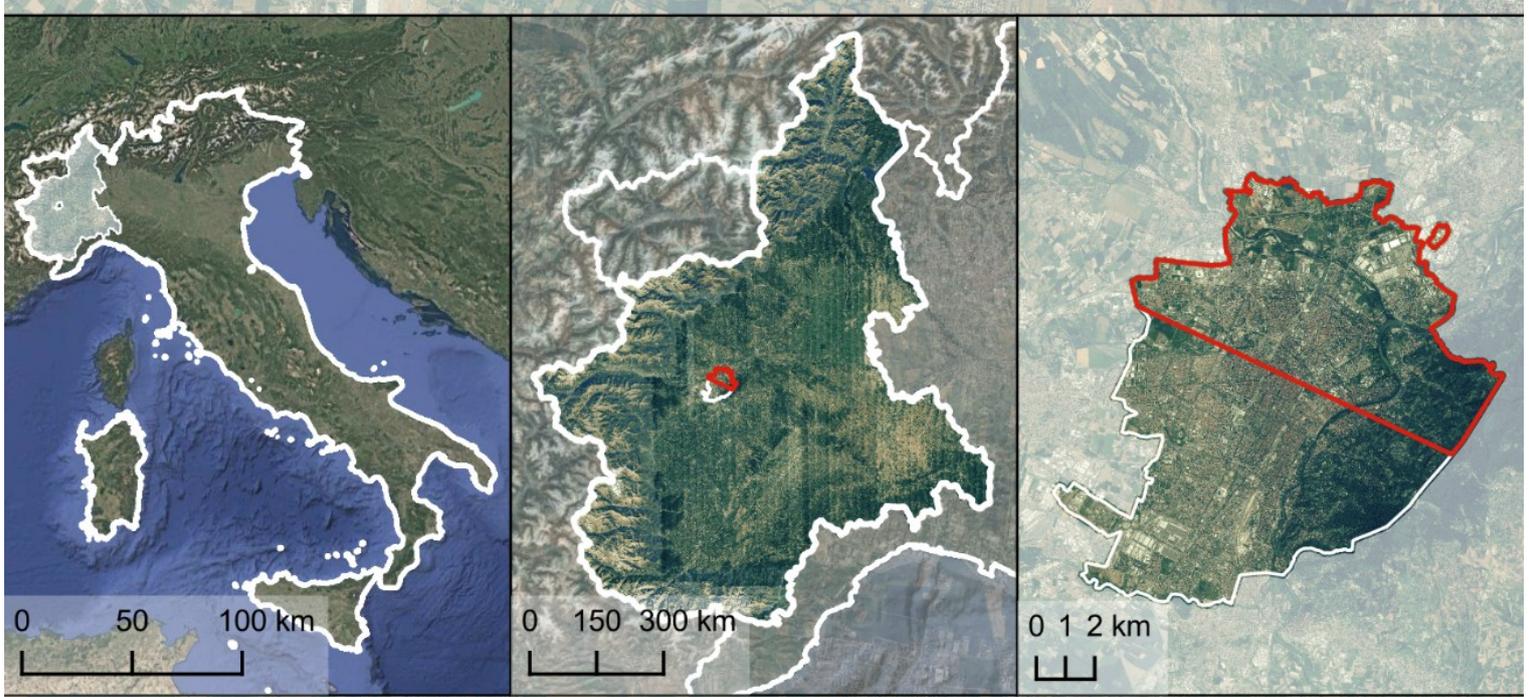
Figura 10: Analisi degli indicatori socio-economici dei quartieri di Torino. Immagine estrapolata da: <http://geoportale.comune.torino.it/web/node/2211>

A Torino Nord è caratterizzata da un'elevata presenza di cittadini stranieri. Questo comporta la necessità di gestire dinamiche legate alla multiculturalità, di integrazione sociale e culturale. La ricca diversità di questi territori nasconde grandi fragilità che incidono sulla qualità della vita delle persone che abitano questi luoghi. La ricchezza multiculturale che caratterizza questi quartieri convive con diverse criticità sociali ed economiche, che complicano di conseguenza le dinamiche di integrazione ed inclusione. Le aree presentano infatti tassi di istruzione più bassi rispetto alla media comunale e un forte tasso di abbandono scolastico, specialmente tra i giovani stranieri, con una disoccupazione pari al 14% dovuta alle difficoltà di accesso al lavoro e inclusione nel tessuto sociale.

La coabitazione di funzioni eterogenee e forti difficoltà socio-economiche, rende Torino Nord un esempio di periferia complessa, dove si intrecciano un passato industriale, criticità ambientali, vuoti urbani aperti a trasformazioni e difficoltà di integrazione sociale ed economica. Questo la rende un'area prioritaria per la Città, con la necessità di sviluppare strategie mirate all'inclusione sociale per migliorare l'accesso ai servizi e contrastare le disuguaglianze occupazionali ed educative. L'analisi della qualità urbana permette di evidenziare le aree con maggiori criticità e su cui intervenire per favorire la coesione e il senso di comunità all'interno dei quartieri.

Valutare la qualità urbana analizzando diversi indicatori spaziali può essere una metodologia efficace per la scelta di strategie coerenti con gli obiettivi da perseguire. Per questo il modello di ricerca realizzato è stato applicato su questa porzione di città, utilizzando un framework multi-criteriale composto da 4 criteri e 16 indicatori di analisi (4 per ogni criterio), che permette di percepire le potenzialità e le necessità dell'area di analisi, sotto diversi aspetti.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE



4.2 Fase di intelligence

4.2.1 Definizione del problema e costruzione del modello decisionale

4.2.1.1 Identificazione dell'obiettivo

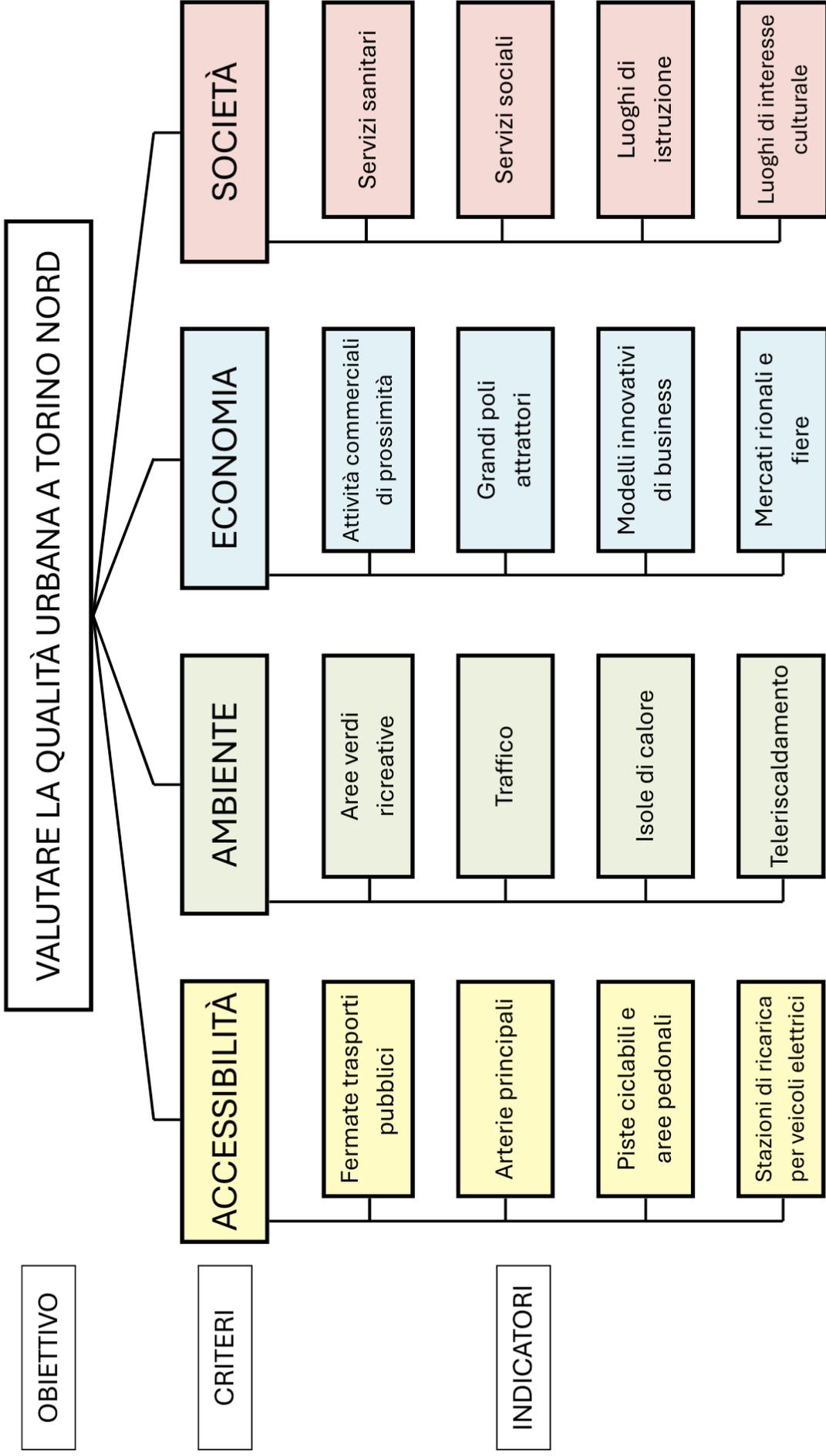
L'obiettivo dell'analisi è la valutazione della qualità urbana a Torino Nord. La realizzazione di un modello multicriteriale spaziale permette di conoscere e approfondire le dinamiche territoriali intrinseche nell'area. Definire quindi l'analisi sotto diversi aspetti è fondamentale per comprendere le potenzialità, i punti di forza e le criticità del territorio in analisi.

Trattandosi di una questione complessa è importante che l'analisi sia sviluppata seguendo un sistema gerarchico, tenendo conto della componente socio-tecnica che caratterizza questa tematica.

4.2.1.2 Definizione della struttura di criteri e sviluppo del network

La necessità multidisciplinare dell'analisi ha portato alla scelta di criteri appartenenti a sfere tematiche differenti. Il sistema è caratterizzato dalla scelta di 4 criteri principali, ognuno dei quali è stato approfondito con 4 sotto-criteri denominati indicatori, per un totale di 16 indicatori.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del network decisionale.



I diversi criteri che compongono il sistema sono: accessibilità (A), ambiente (AM), economia (E) e società (S).

- ACCESSIBILITÀ

Questo criterio fa riferimento al settore che concerne la viabilità e i servizi a questa connessi. L'indicatore si focalizza sulla presenza o meno, nel territorio, di servizi che rendano gli spostamenti praticabili a tutti.

Avere una buona connessione stradale e servizi di viabilità pubblica efficiente, permette alle persone di poter raggiungere facilmente la destinazione senza che vi siano ostacoli.

Per la pianificazione urbanistica è uno strumento fondamentale per comprendere la distribuzione dei servizi a livello territoriale e, quindi, usufruire delle analisi sullo stato attuale per la valutazione di strategie e politiche territoriali future.

Per questo l'analisi si focalizza sull'accessibilità come insieme di diversi elementi quali: servizi per la viabilità pubblica, servizi per la viabilità privata e servizi per la mobilità ciclabile.

Gli indicatori selezionati per il criterio *Accessibilità* sono: fermate dei trasporti pubblici, arterie principali, piste ciclabili e aree pedonali e stazioni di ricarica per i veicoli elettrici. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche dei diversi indicatori.

CRITERI	INDICATORI		DESCRIZIONE
ACCESSIBILITÀ	A1	Fermate trasporti pubblici	Fermate GTT, punti di accesso al sistema di trasporto pubblico di Torino, dove i passeggeri possono salire o scendere da autobus e tram.
	A2	Arterie principali	Principali arterie stradali, che influenzano i collegamenti rapidi con il centro città e le zone circostanti.
	A3	Piste ciclabili e aree pedonali	Piste ciclabili e le aree pedonali attualmente operative, che promuovono una mobilità sostenibile e sicura.

	A4	Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	Strutture progettate per il rifornimento a ricarica lenta o rapida di batterie elettriche per automobili private.
--	-----------	---	---

Tabella 6: Indicatori individuati per valutare il criterio *ACCESSIBILITÀ*

- **AMBIENTE**

Questo criterio fa riferimento alla questione ambientale, si sono analizzati diversi aspetti, tenendo conto non solo di indicatori che si focalizzano sulla presenza e distribuzione delle aree urbane dedicate al verde, ma anche dei fattori che hanno un maggiore impatto sulla salubrità ambientale nel territorio torinese.

Il tema della sostenibilità ambientale è un tema ricorrente negli ultimi anni, che a causa di problematiche legate all'inquinamento ambientale, si colloca al primo posto tra gli aspetti fondamentali da considerare. Avere molte aree verdi e pochi elementi che favoriscono l'inquinamento fa sì che la qualità urbana possa essere percepita migliore dalla popolazione, migliorando il benessere psico-fisico delle persone che vi abitano.

Gli indicatori selezionati per il criterio *Ambiente* sono: aree verdi ricreative, livello di traffico, isole di calore, teleriscaldamento. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche dei diversi indicatori.

CRITERI	INDICATORI		DESCRIZIONE
AMBIENTE	AM1	Aree verdi ricreative	Aree naturali ricreative, come parchi e giardini, che migliorano la qualità dell'aria e offrono zone di svago.
	AM2	Traffico	Flusso di veicoli nelle strade urbane, che può influire sulla mobilità, sulla qualità dell'aria e sul livello di rumore. Analisi delle aree di coda sul territorio.
	AM3	Isole di calore	Aree urbane con temperature più elevate, rispetto alle zone circostanti, causate dall'asfalto, edifici e mancanza di vegetazione.

	AM4	Teleriscaldamento	Servizio sostenibile, conveniente e sicuro di riscaldamento a distanza per il trasporto di calore, prodotto in centrali moderne e all'avanguardia, da centrali di produzione ai singoli utenti sul territorio.
--	------------	--------------------------	--

Tabella 7: Indicatori individuati per valutare il criterio AMBIENTE

- ECONOMIA

Il criterio si focalizza su diverse scale che compongono il settore economico, mostrando uno spettro piuttosto ampio di questo elemento, L'economia è un dato rilevante perché da questa dipendono diversi elementi, a partire dal tasso di occupazione e di lavoratori all'interno della città. Osservare la distribuzione dei diversi indicatori, selezionati per valutare la qualità urbana, sul territorio, permette di comprendere il tasso di benessere e salute della popolazione e le possibilità di crescita economica delle determinate zone analizzate.

Si sono inclusi nell'analisi elementi di grande rilevanza sul territorio, che favoriscono l'attrattività, portando alla crescita urbana, economica e sociale.

Gli indicatori selezionati per il criterio *Economia* sono: attività commerciali di prossimità, grandi poli attrattori, modelli innovativi di business, mercati regionali e fiere. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche dei diversi indicatori.

CRITERI	INDICATORI		DESCRIZIONE
ECONOMIA	E1	Attività commerciali di prossimità	Negozi di vicinato che offrono beni e servizi quotidiani, favorendo la vitalità del quartiere e l'accessibilità ai prodotti essenziali.
	E2	Grandi poli attrattori	Settori strategici che guidano la crescita della città, attraggono investimenti e creano occupazione.
	E3	Modelli innovativi di business	Start up innovative ad alto tasso di impiego giovanile orientato all'innovazione digitale, scientifica o tecnologica.

	E4	Mercati rionali e fiere	Luoghi dedicati alla vendita di diversi prodotti che favoriscono il contatto diretto tra venditori e clienti e rappresentano le tradizioni locali, sostenendo i piccoli commercianti e promuovendo prodotti spesso a chilometro zero.
--	-----------	--------------------------------	---

Tabella 8: Indicatori individuati per valutare il criterio ECONOMIA

- SOCIETÀ

Per la valutazione del criterio denominato società si sono inclusi elementi di diversa natura che possono essere definiti come servizi per la popolazione. Si sono considerati servizi di diversa natura, per valutare come la popolazione abbia accesso a servizi di variabile necessità.

La distribuzione di servizi sociali e sanitari è fondamentale perché garantisce un buon livello di accessibilità per la popolazione, garantendo così il raggiungimento di condizioni di benessere, inclusione sociale e parità. Una rete territoriale ben capillarizzata di assistenza territoriale è fondamentale per ridurre inequità sociali e contribuire allo sviluppo di un territorio sostenibile e inclusivo.

Gli indicatori selezionati per il criterio *Società* sono: servizi sanitari, servizi sociali, luoghi di istruzione, luoghi di interesse culturale. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche dei diversi indicatori.

CRITERI	INDICATORI		DESCRIZIONE
SOCIETÀ	S1	Servizi sanitari	Servizi che offrono supporto e assistenza alla comunità, concentrandosi sulla salute e il benessere delle persone nel territorio.
	S2	Servizi sociali	Strutture che offrono servizi di carattere sociale contribuendo al benessere collettivo dei residenti.
	S3	Luoghi di istruzione	Strutture educative di vario livello che svolgono un ruolo fondamentale nella formazione ed educazione delle nuove generazioni.

	S4	Luoghi di interesse culturale	Siti significativi che preservano e promuovono il patrimonio culturale con opportunità di partecipazione alla vita culturale della comunità.
--	-----------	--------------------------------------	--

Tabella 9: Indicatori individuati per valutare il criterio SOCIETÀ

4.2.2 Acquisizione dei dati

Una volta determinato l'obiettivo e costruito il sistema gerarchico, sono stati acquisiti i dati necessari per realizzare l'analisi spaziale dell'area di studio.

L'elaborazione dei dati sul software QGIS richiede che per ogni indicatore siano reperiti dati spazializzabili. Il processo di ricerca dei dati è risultato piuttosto scorrevole, grazie alle numerose banche dati, che mettono a disposizione numerosi dati open access. Altri indicatori invece hanno richiesto analisi più approfondite, talvolta anche di documentazioni, richiedendo maggiori tempistiche di acquisizione.

Sono diversi i portali che permettono di ottenere dati, spesso recentemente aggiornati e con buon livello di dettaglio e precisione. Le principali fonti utilizzate sono i Geoportali del Piemonte e della Città di Torino, che permettono di accedere a dati a diversa scala territoriale; AperTO, un portale della Città di Torino che permette di osservare e scaricare dati elaborati dall'amministrazione comunale, ma anche da enti terzi. Altra fonte utilizzata, anche se per una piccola parte di dati, è *OpenStreetMap*, un progetto collaborativo realizzato da volontari che raccolgono e aggiornano dati globali gratuitamente, rendendolo accessibile a tutti. Trattandosi di un portale aperto a tutti è necessario assicurarsi della correttezza dei dati.

4.2.3 Processing dei dati

Una volta acquisiti i dati grezzi è stato necessario eseguire per ognuno di questi diverse elaborazioni.

Come primo passaggio si è controllato ed eventualmente corretto il Sistema Geodetico di Riferimento, per l'analisi, si è scelto il Sistema WGS84¹³ UTM 32N¹⁴. Avere lo stesso sistema di riferimento permette il confronto tra diversi dati, ad esempio in analisi di overlay, senza che vi siano errori e, quindi, poter proseguire con altre elaborazioni specifiche.

Come accennato nel Capitolo III, in particolare nel paragrafo 3.2.2, vi son diversi tipi di elaborazioni che si possono eseguire sui dati grezzi, a seconda delle necessità dell'analisi, in particolare, per questo caso specifico sono state effettuate analisi di overlay spaziale, per ottenere un dato incrociato che riportasse solo gli attributi presenti nell'area di studio. In QGIS l'operazione può essere effettuata tramite il processo di *Intersection* tra i due elementi (l'elemento da elaborare e il layer vettoriale dell'area di studio).

Per l'overlay spaziale, talvolta si sono utilizzati altri comandi come la *Selezione per localizzazione* o una *query* nella tabella attributi.

I dati ricavati da documenti o articoli sono stati elaborati su QGIS manualmente andando a realizzare nuovi layer vettoriali oppure tramite l'importazione di tabelle attributi.

A seguito di questa prima fase di processing i dati sono stati suddivisi in base a diverse categorie e quindi elaborati con analisi spaziali di tipo: Kernel density, distanza o riclassificazione.

Le analisi spaziali convertono i dati vettoriali in dati raster, per ogni mappa realizzata la grandezza dei *pixel* utilizzata è stata di *10 x 10 metri*.

¹³ WGS84, World Geodetic System 1984, è un sistema geodetico globale che costituisce un modello della Terra matematico dal punto di vista geometrico, geodetico e gravitazionale attraverso un ellissoide di riferimento.

¹⁴ UTM, Universal Transverse Mercator, 32N è una proiezione cartografica, che suddivide la Terra in 60 zone uguali tutte di 6 gradi di longitudine da Est a ovest. La zona 32N copre l'intervallo tra 6°E e 12°E di longitudine nell'emisfero Nord, comprendendo paesi come Italia, Svizzera, Germania e Francia.

La kernel density, utilizzata in questo caso per i dati puntuali, viene elaborata su QGIS tramite la funzione *Mappa di concentrazione (Stima Densità Kernel)* disponibile negli strumenti di processing, ove i dati vettoriali in ingresso vengono convertiti in una *heatmap* formato raster, che permette la facile individuazione dei raggruppamenti di punti sul territorio; maggiore è la concentrazione di punti, maggiori saranno i valori. Il procedimento avviene seguendo determinati passaggi:

1. selezionare il comando *Mappa di concentrazione (Stima Densità Kernel)*
2. selezionare del layer vettoriale
3. impostare il raggio (m) per l'analisi
4. impostare della grandezza dei pixel (10m x 10m)
5. esportare e salvare il raster, verificando la correttezza del SR e dell'area dove si vuole che venga svolta l'analisi
6. riempire dei buchi, impostando 0 come valore per le aree vuote.

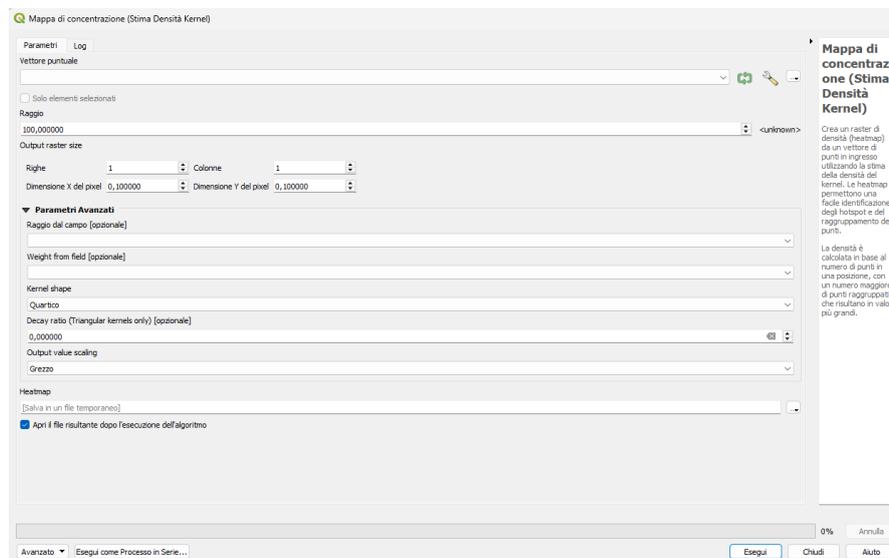


Figura 11: Rappresentazione del comando Kernel Density, estrapolata dal software QGIS

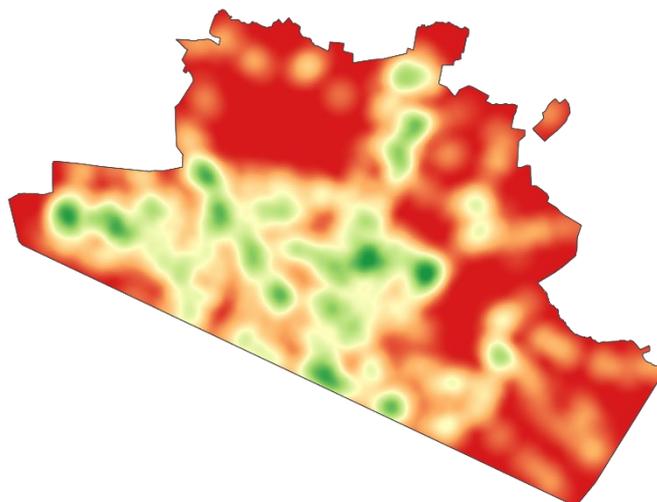


Figura 12: esempio dell'analisi spaziale Kernel Density effettuata con QGIS

Proseguendo con le tipologie di analisi spaziali realizzate, vi è l'analisi di distanza, che su QGIS avviene utilizzando la funzione di analisi raster *Prossimità (distanza raster)*.

Questo procedimento è stato utilizzato per analisi di dati vettoriali lineari, poiché permette di calcolare la distanza spaziale da determinati elementi; a differenza della Kernel Density che si focalizza sulla densità degli elementi nello spazio, misura per ogni attributo la medesima distanza.

Il procedimento seguito sul software è stato il seguente:

1. rasterizzare il layer vettoriale con il comando *Rasterizzare (da vettore a raster)*
2. selezionare il layer vettoriale
3. selezionare un campo numerico del dato
4. impostare come unità di misura del raster in uscita: unità georeferenziate
5. impostare la grandezza dei pixel (10m x 10m)
6. selezionare il layer vettoriale dell'area di analisi
7. selezionare il comando *Prossimità (distanza raster)*
8. impostare come unità di distanza: coordinate georeferenziate
9. impostare la massima distanza che deve essere generata (m) per l'analisi

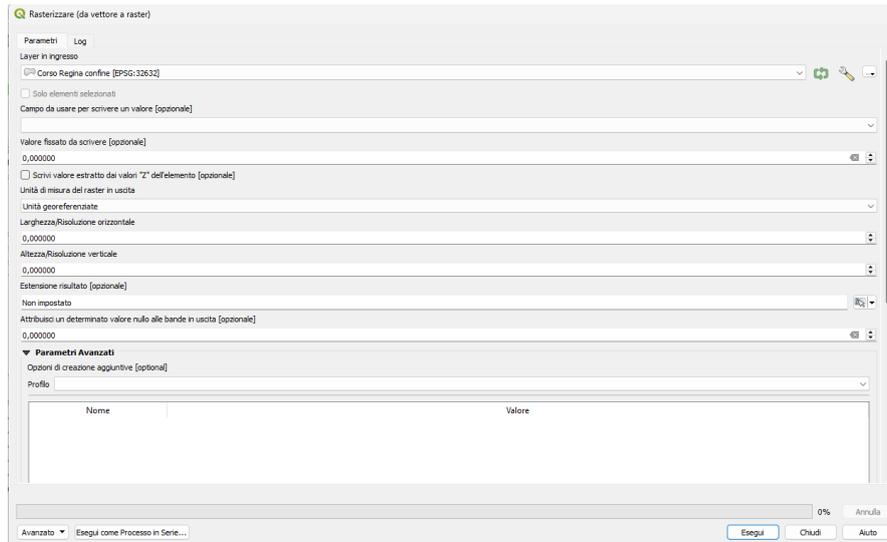


Figura 13: Rappresentazione del comando Prossimità (distanza raster), estrapolata dal software QGIS

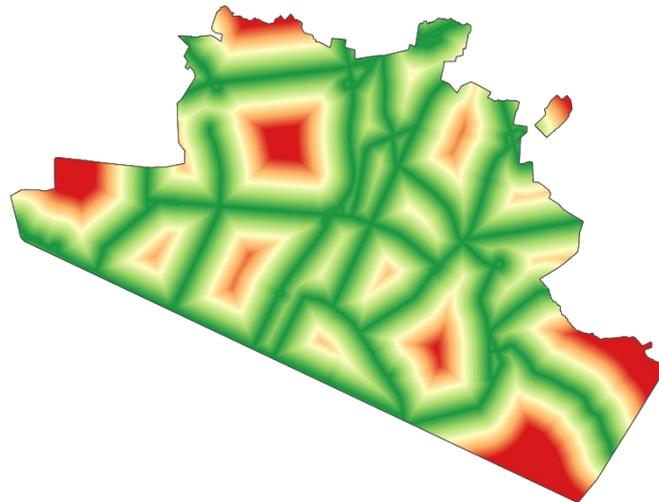


Figura 14: Esempio dell'analisi spaziale Distanza effettuata con QGIS

L'ultimo dei tre tipi di analisi spaziale utilizzato è quello della riclassificazione, che, come accennato nel Capitolo III, è un processo che permette di sostituire i valori dei raster di input con nuovi valori. Questo è stato fatto principalmente per dati con attributi qualitativi, trasformati in attributi quantitativi, per essere confrontabili con gli altri indicatori.

Il procedimento è il seguente:

1. elaborare un campo numerico che associ ai diversi valori qualitativi dei valori quantitativi; ad esempio: buono = 1, medio = 0,5, basso = 0
2. rasterizzare il layer vettoriale con il comando *Rasterizzare (da vettore a raster)*
3. selezionare il layer vettoriale
4. selezionare un campo numerico del dato
5. impostare come unità di misura del raster in uscita: unità georeferenziate
6. impostare la grandezza dei pixel (10m x 10m)
7. selezionare il layer vettoriale dell'area di analisi
8. riempire dei buchi, impostando 0 come valore per le aree vuote
9. selezionare il comando *Riclassificare in base al layer*
10. selezionare il layer con gli spazi vuoti riempiti (realizzato precedentemente)
11. selezionare come layer contenente le interruzioni della classe, il layer raster ottenuto
12. selezionare come campo del valore minimo, massimo e di uscita, il campo numerico
13. impostare come limite di intervallo: $\text{min} < \text{valore} < \text{max}$

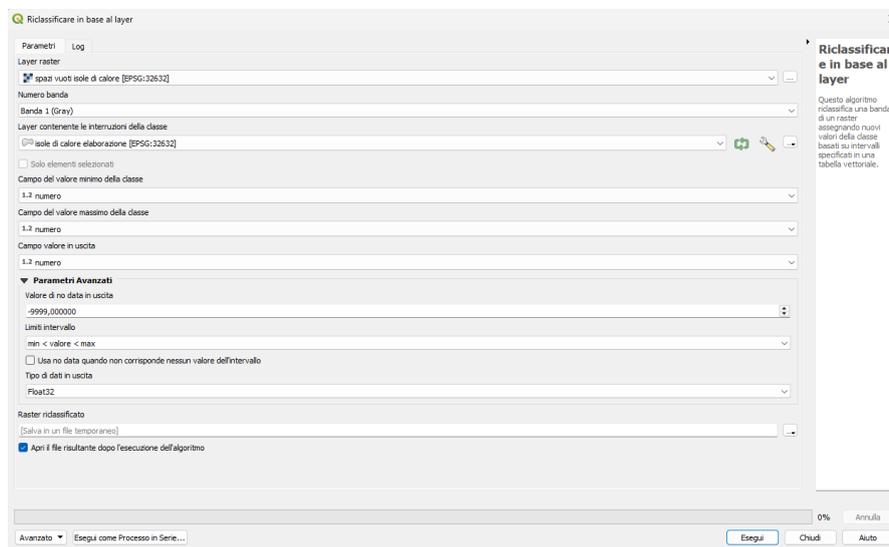


Figura 15: Rappresentazione del comando *Riclassificare in base a layer*, estrapolata dal software QGIS

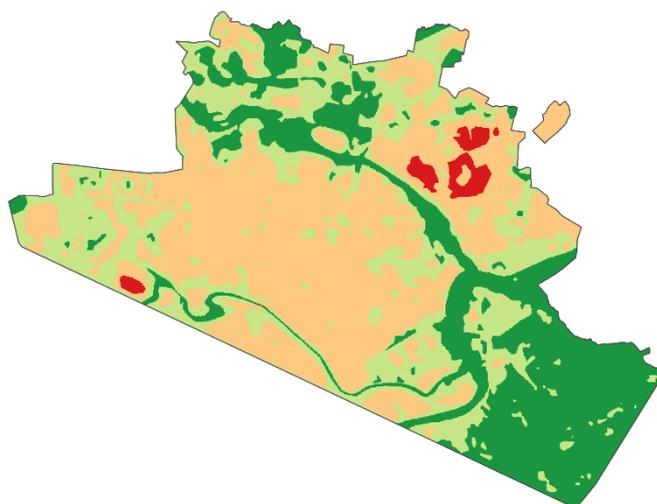


Figura 16: Esempio dell'analisi spaziale Riclassificazione effettuata con QGIS

Per ogni indicatore è stata realizzata una tabella che riporta le diverse caratteristiche di ogni dato, affiancata alla mappa vettoriale degli elementi nell'area di studio, visibile nell'APPENDICE.

Si riporta una tabella riassuntiva del tipo di Analisi spaziale utilizzata per ogni criterio:

CRITERI	INDICATORI		TIPOLOGIA DI ANALISI SPAZIALE	SOGLIE E CLASSI DI RIFERIMENTO
ACCESSIBILITÀ	A1	Fermate trasporti pubblici	Densità	500 m
	A2	Arterie principali	Distanza	1 km
	A3	Piste ciclabili e aree pedonali	Distanza	800 m
	A4	Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	Densità	200 m
AMBIENTE	AM1	Aree verdi ricreative	Distanza	800 m
	AM2	Traffico	Distanza	250 m
	AM3	Isole di calore	Riclassificazione	1 = Nessun rischio 0,666 = Rischio basso 0,333 = Rischio medio 0 = Rischio alto

	AM4	Teleriscaldamento	Riclassificazione	1 = Area servita da teleriscaldamento 0 = Area non servita da teleriscaldamento
ECONOMIA	E1	Attività commerciali di prossimità	Densità	500 m
	E2	Grandi poli attrattori	Densità	1 km
	E3	Modelli innovativi di business	Densità	2 km
	E4	Mercati rionali e fiere	Densità	750 m
SOCIETÀ	S1	Servizi sanitari	Densità	500 m
	S2	Servizi sociali	Densità	1 km
	S3	Luoghi di istruzione	Densità	800 m
	S4	Luoghi di interesse culturale	Densità	800 m

Tabella 10: Tipologia di analisi spaziale adottata per ogni indicatore

4.3 Fase di design

4.3.1 Normalizzazione

Prima di approfondire la fase di normalizzazione dei dati, si ritiene necessaria una breve introduzione sul concetto di mappe semaforiche.

L'uso del colore permette di rappresentare visivamente quella che è una scala qualitativa, grazie all'uso di una scala cromatica graduata in tre livelli. Avremo quindi rosso, per i valori negativi, giallo per i valori accettabili e verde per i valori positivi.

Questo permette all'osservatore una immediata comprensione della mappa osservata, potendo quindi percepire le aree che richiedono attenzione rispetto alle aree con dei valori positivi.

Quando si tratta di pesare valori in diversa scala e di diversa natura, la normalizzazione permette di trasformare i valori e renderli omogenei e confrontabili.

Gli indicatori sottoposti alle analisi spaziali di analisi di densità, Kernel Density e di Distanza sono stati normalizzati, seguendo diverse logiche a seconda dell'indicatore.

La normalizzazione adottata per gli indicatori permette di osservare la prestazione in termini spaziali degli elementi, in particolare, 0 indica la prestazione peggiore mentre 1 corrisponde alla prestazione migliore.

La maggior parte degli indicatori sono stati normalizzati utilizzando il processo di ridimensionamento Min-Max, riportato nella metodologia al Capitolo III, paragrafo 3.3 che si ottiene utilizzando la seguente formula:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Viceversa, per alcuni indicatori, come A2, arterie principali, A3 Piste ciclabili e aree pedonali, AM1 Aree verdi ricreative, la logica applicata per ottenere la normalizzazione è stata inversa, mentre nel ridimensionamento, maggiore è la densità o la distanza maggiore sarà il valore (maggiore distanza/densità=1, minore distanza/densità=0), nell'Inverse Min-Max scaling, maggiore è la distanza dalle aree di interesse, minore è il valore (maggiore distanza/densità=0, minore distanza/densità=1).

La formula utilizzata è la seguente, dove $\min(x)$ corrisponde in questa analisi sempre a 0.

$$x' = \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \min(x)}$$

La normalizzazione degli elementi che sono stati elaborati con il metodo della Riclassificazione, non è stata realizzata perché questi presentano già dei valori che riclassificati ricadono nella scala che va da 0 a 1.

Nell'APPENDICE è possibile vedere ogni indicatore normalizzato, di seguito si riporta una tabella che mostra il tipo di calcolo applicato per ogni indicatore.

CRITERI	INDICATORI		NORMALIZZAZIONE	FORMULA APPLICATA
ACCESSIBILITÀ	A1	Fermate trasporti pubblici	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	A2	Arterie principali	Inverse Min-Max scaling	$x' = \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \min(x)}$
	A3	Piste ciclabili e aree pedonali	Inverse Min-Max scaling	$x' = \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \min(x)}$
	A4	Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
AMBIENTE	AM1	Aree verdi ricreative	Inverse Min-Max scaling	$x' = \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \min(x)}$
	AM2	Traffico	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	AM3	Isole di calore	/	/
	AM4	Teleriscaldamento	/	/
ECONOMIA	E1	Attività commerciali di prossimità	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	E2	Grandi poli attrattori	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$

	E3	Modelli innovativi di business	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	E4	Mercati regionali e fiere	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
SOCIETÀ	S1	Servizi sanitari	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	S2	Servizi sociali	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	S3	Luoghi di istruzione	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
	S4	Luoghi di interesse culturale	Ridimensionamento Min-Max	$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$

Tabella 11: Tipologia di normalizzazione applicata a ogni indicatore

4.3.2 Pesatura

Una volta che tutti gli indicatori risultano confrontabili, grazie alla normalizzazione dei dati, si passa alla fase di pesatura. Gli indicatori, infatti, hanno ognuno un differente ruolo nell'analisi della qualità urbana e, per definire questi pesi, viene adottato questo processo.

La tipologia di pesatura utilizzata per l'analisi è stata quella del confronto a coppie, approfondito nella Metodologia al Capitolo III, paragrafo 3.4, i 16 diversi indicatori sono quindi stati confrontati l'uno con l'altro utilizzando la scala di Saaty; la logica prevede di definire la priorità di un indicatore rispetto all'altro, in questo caso focalizzandosi sulla qualità urbana.

Per ottenere i pesi a coppie è stato eseguito un Workshop dove quattro gruppi di esperti hanno dovuto confrontarsi e simulare diversi punti di vista per ottenere la pesatura degli indicatori. Questo è stato fatto per simulare uno scenario reale di applicazione dello strumento. A ogni gruppo è stato assegnato un Ente reale corrispondente al Criterio da pesare.

I ruoli assegnati ai diversi gruppi sono stati:

- Gruppo 1: GTT, Gruppo Torinese Trasporti, per il criterio Accessibilità
- Gruppo 2: ARPA, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, per il criterio Ambiente
- Gruppo 3: Unione industriali Torino, per il criterio Economia
- Gruppo 4: Associazioni civiche di quartiere, per il criterio Società

Ottenuti i pesi, questi, sono stati riportati sul software *Super Decisions*, che implementa l'AHP per il supporto decisionale, questo ha permesso di calcolare automaticamente i pesi confrontati a coppie e verificarne anche l'Inconsistenza.

Si riporta di seguito la pesatura degli indicatori:

CRITERI E INDICATORI		PESI DELLA SCALA FONDAMENTALE DI SAATY																INDICATORI	INCONSISTENCY	
ACCESSIBILITÀ	A2 - Arterie principali	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 - Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	0,04381
	A2 - Arterie principali	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A1 - Fermate trasporti pubblici	
	A2 - Arterie principali	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 - Piste ciclabili e aree pedonali	
	A4 - Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A1 - Fermate trasporti pubblici	
	A4 - Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 - Piste ciclabili e aree pedonali	
	A1 - Fermate trasporti pubblici	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 - Piste ciclabili e aree pedonali	
AMBIENTE	AM1 - Aree verdi ricreative	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM3 - Isole di calore	0,04381
	AM1 - Aree verdi ricreative	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM4 - Teleriscaldamento	
	AM1 - Aree verdi ricreative	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM2 - Traffico	
	AM3 - Isole di calore	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM4 - Teleriscaldamento	
	AM3 - Isole di calore	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM2 - Traffico	
	AM4 - Teleriscaldamento	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AM2 - Traffico	
ECONOMIA	E2 - Grandi poli attrattori	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E4 - Mercati rionali e fiere	0,06392
	E2 - Grandi poli attrattori	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 - Modelli innovativi di business	
	E2 - Grandi poli attrattori	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 - Attività commerciali di prossimità	
	E4 - Mercati rionali e fiere	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 - Modelli innovativi di business	
	E4 - Mercati rionali e fiere	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 - Attività commerciali di prossimità	
	E3 - Modelli innovativi di business	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 - Attività commerciali di prossimità	
SOCIETÀ	S1 - Servizi sanitari	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S3 - Luoghi di istruzione	0,07017
	S1 - Servizi sanitari	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S4 - Luoghi di interesse culturale	
	S1 - Servizi sanitari	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S2 - Servizi sociali	
	S3 - Luoghi di istruzione	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S4 - Luoghi di interesse culturale	
	S3 - Luoghi di istruzione	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S2 - Servizi sociali	
	S4 - Luoghi di interesse culturale	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S2 - Servizi sociali	

Tabella 12: Confronto a coppie tra i diversi indicatori

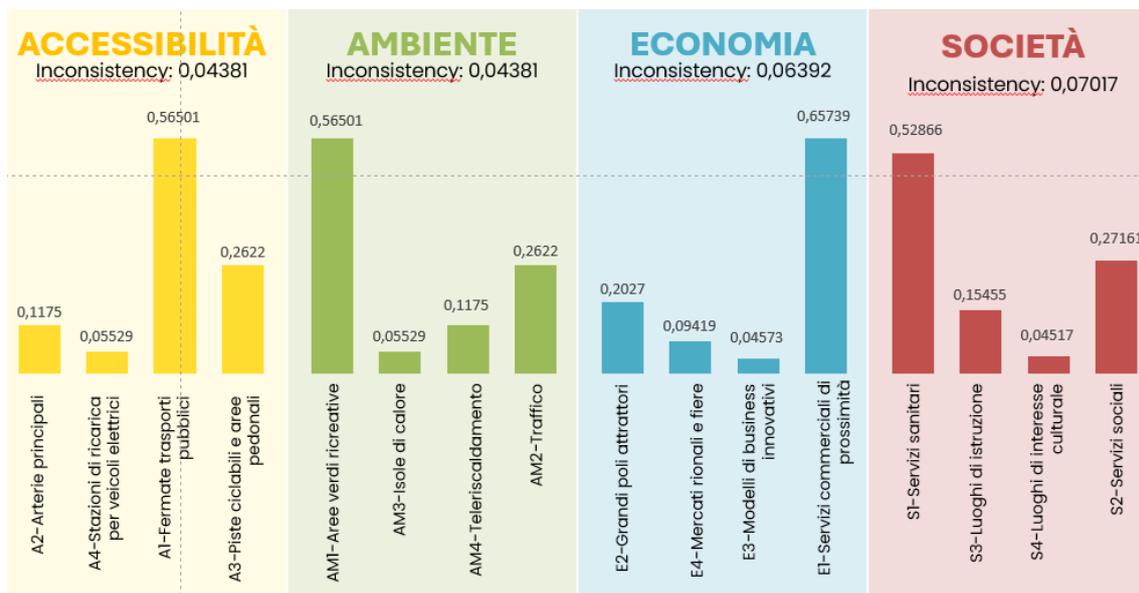


Figura 17: Pesì e Inconsistency dei diversi indicatori, ottenuti dal confronto a coppie.

I pesi dei criteri, utilizzati per l'analisi della qualità urbana, sono stati individuati e discussi nel contesto del seminario partecipativo *“Come valutare la qualità urbana? Esplorare indicatori e percezioni”*, tenutosi il 9 novembre 2024 presso il Castello del Valentino, organizzato da *Urban Desires*, progetto inaugurato l'8 e il 9 novembre 2024, promosso dal *DIST*, il Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del territorio del Politecnico e dell'Università di Torino. *Urban Desires* è una piattaforma di divulgazione e ricerca volta a stimolare il dialogo con la società, sulle trasformazioni economiche, sociali e ambientali del territorio e della dimensione urbana, sul futuro della città. Il seminario ha visto coinvolti diversi esperti del settore, ricercatori, amministratori pubblici e abitanti, con l'obiettivo di affrontare la questione della qualità urbana, con un approccio multidisciplinare e partecipativo. Tra i partecipanti anche l'assessore all'Urbanistica Paolo Mazzoleni e alcuni docenti del Politecnico di Torino: Marta Bottero, Federico Dell'Anna, Cristiana Rossignolo e la ricercatrice Caterina Caprioli, che hanno condiviso approcci scientifici avanzati per l'analisi e la valutazione urbana.

Dopo aver introdotto la questione al pubblico, il seminario si è servito di un approccio interattivo per il coinvolgimento dei partecipanti, ottenendo i pesi dei quattro criteri analizzati.

Il metodo utilizzato per la pesatura dei criteri è stato il metodo dei 100 punti¹⁵, che ha richiesto ai partecipanti la distribuzione di questi tra i diversi criteri, in base all'importanza attribuita ad ognuno di questi. L'approccio ha permesso di ottenere una ponderazione trasparente, partecipativa e coerente con le priorità espresse dai diversi attori coinvolti.

Di seguito si riporta un grafico a barre, con i valori assegnati dai partecipanti dell'evento:

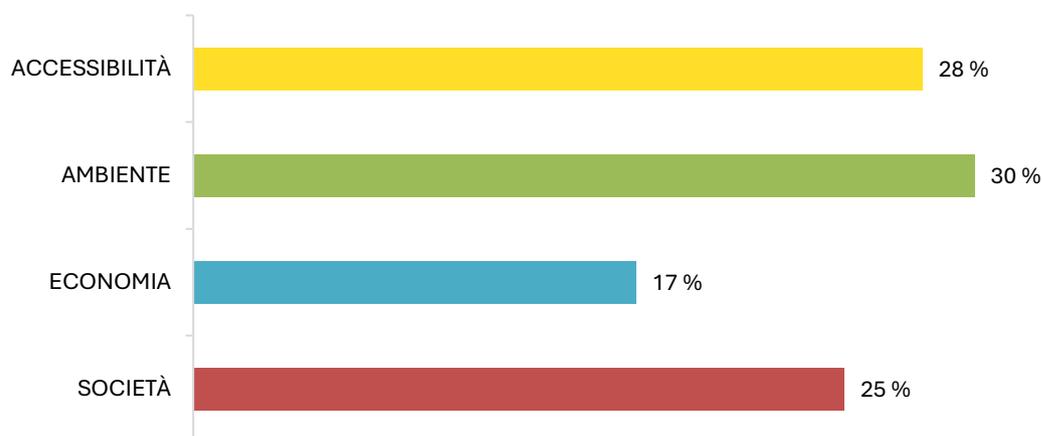


Grafico 2: Pesi assegnati durante il seminario ai diversi criteri

¹⁵ Rating method

4.4 Fase di choice

4.4.1 Aggregazione dei risultati

L'attribuzione dei pesi permette di osservare le priorità definite e poterle riportare a livello spaziale.

Per attribuire i pesi alle diverse mappe è necessario lavorare in ambiente GIS, dove le mappe saranno aggregate con i pesi che sono stati attribuiti ai diversi elementi.

La fase di aggregazione può essere divisa in due diversi tipi di elaborazioni. La prima vede l'attribuzione dei pesi ai diversi indicatori precedentemente normalizzati, e permette di ottenere quattro carte intermedie di suitability, una per ogni criterio.

La seconda parte si focalizza sull'elaborazione di una carta di suitability finale, attribuendo i pesi dei criteri alle mappe intermedie realizzate nella prima parte.

Per l'elaborazione su QGIS, lavorando sempre in ambiente raster, si utilizza il comando *Raster calculator*, una funzione che permette l'esecuzione di operazioni algebriche sui raster. Il layer ottenuto da questa elaborazione è il risultato dell'espressione che viene adoperata. La formula in questo caso adottata è la seguente:

$$Suitability(x) = \sum_{i=1}^n w_i \times C_i$$

dove

w_i è il peso attribuito all'indicatore o al criterio

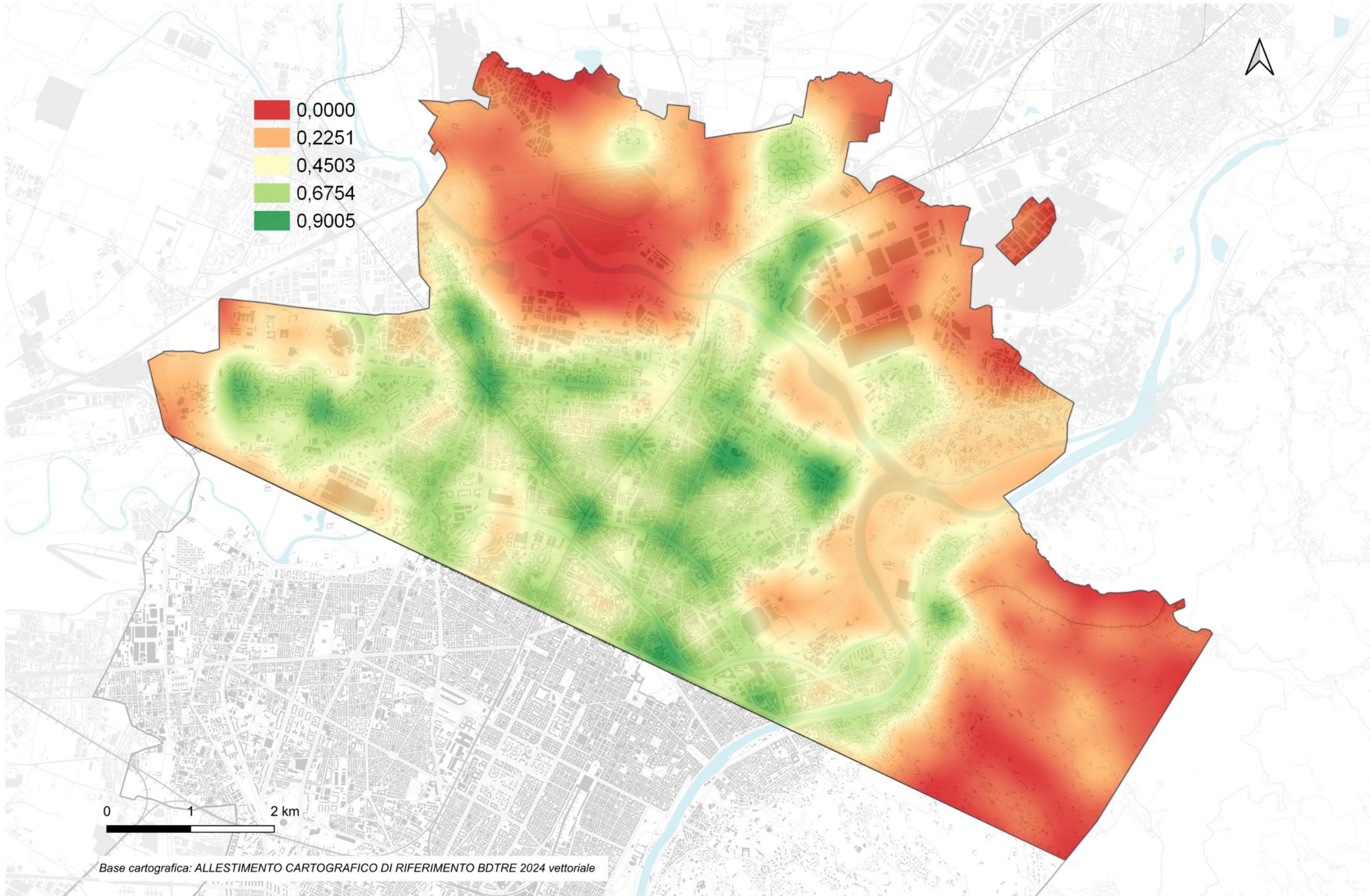
C_i è l'indicatore o il criterio

Le analisi di suitability intermedie e quella finale sono il risultato dell'analisi e hanno permesso l'elaborazione della valutazione spaziale della qualità urbana di Torino Nord, rispetto ai criteri e agli indicatori definiti. Le mappe prodotte permettono di osservare il contributo che ogni criterio ha rispetto all'analisi finale e poterne quindi osservare, la distribuzione spaziale. Questo restituisce un quadro complessivo sull'area di studio, che potrà essere utilizzato come strumento di supporto alla decisione, per la localizzazione di progetti futuri e valutazioni strategiche.

MAPPA SUITABILITY INTERMEDIA DEL CRITERIO ACCESSIBILITÀ



Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

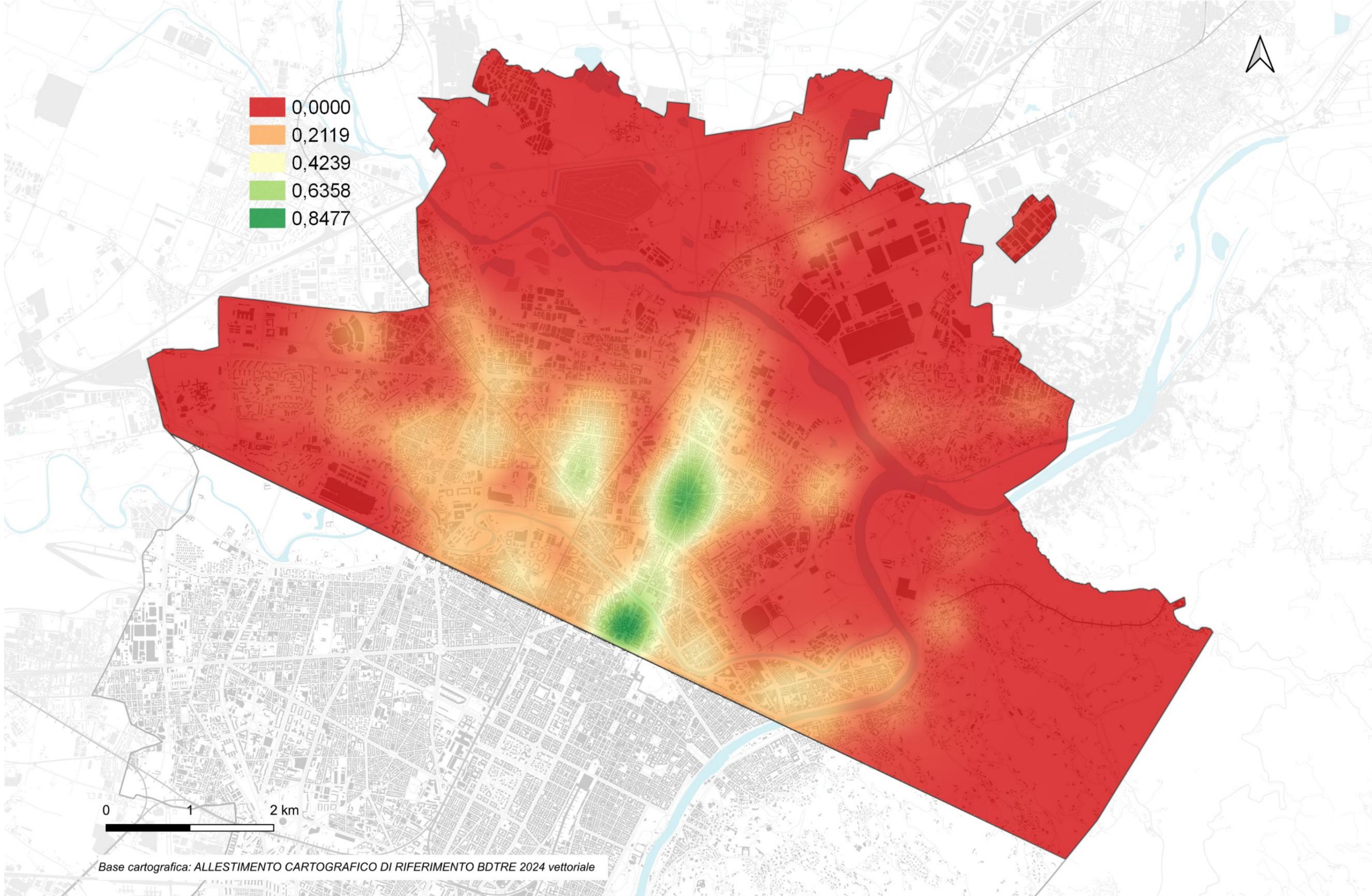


MAPPA SUITABILITY INTERMEDIA DEL CRITERIO AMBIENTE

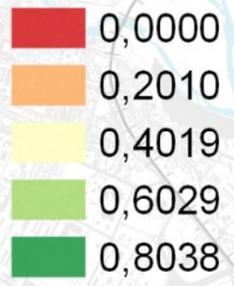


Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

MAPPA SUITABILITY INTERMEDIA DEL CRITERIO ECONOMIA

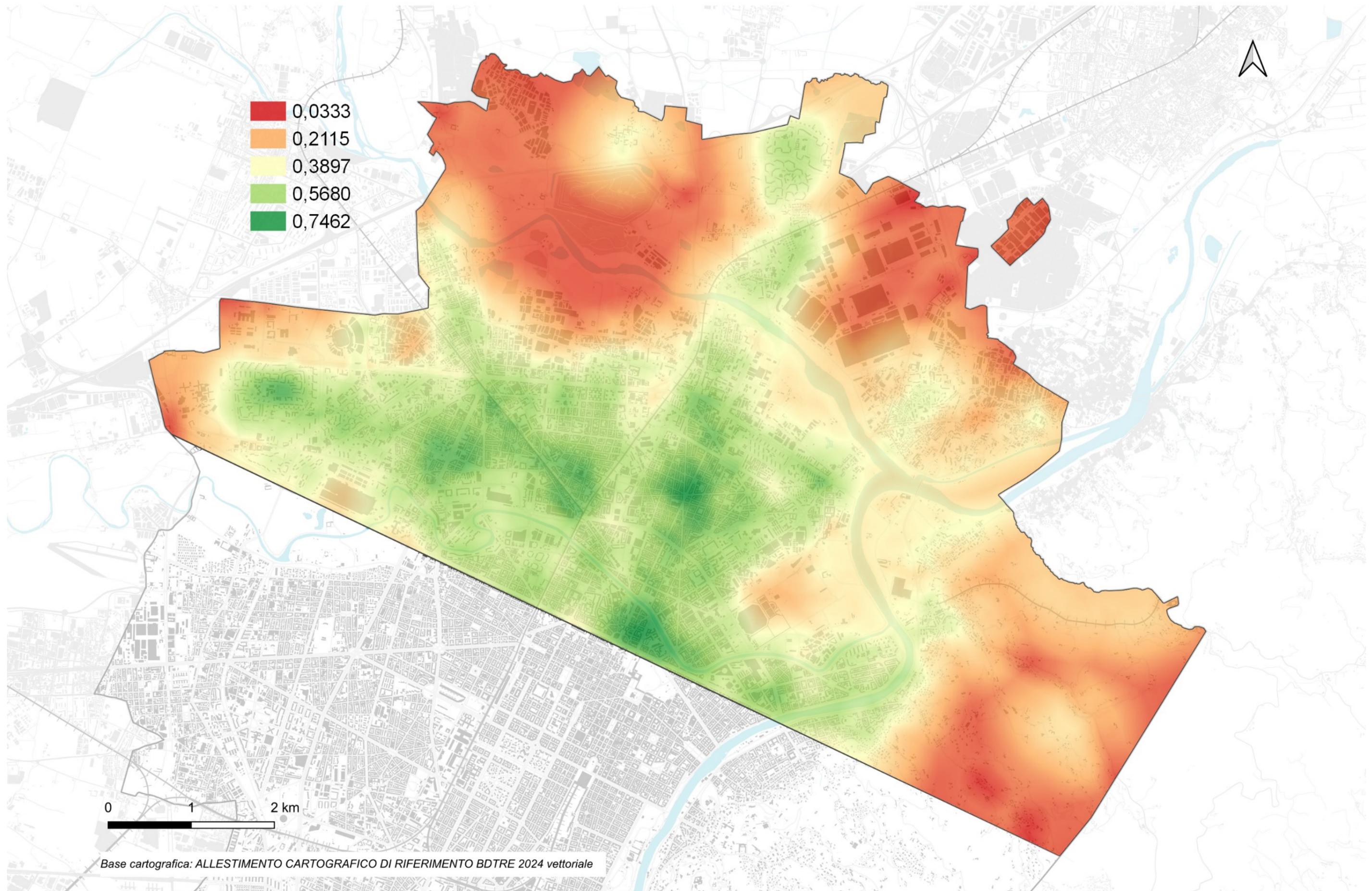


MAPPA SUITABILITY INTERMEDIA DEL CRITERIO SOCIETÀ



Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR 2024 vettoriale

MAPPA SUITABILITY FINALE



4.5 Fase di detailed analysis and implementation

4.5.1 Analisi di sensitività

Per verificare la validità e robustezza del modello è necessario lo svolgimento di un'analisi di sensitività. Questo permette di osservare l'impatto delle scelte fatte dai diversi decisori, che come accennato prima, spesso sono influenzate da soggettività.

Come accennato nel Capitolo III, paragrafo 3.5, sono diversi gli elementi sui quali una analisi di sensitività può focalizzarsi, in questo caso gli scenari svolti si focalizzano sui pesi, applicando quindi, diversi valori ai criteri dell'analisi, per simulare quelli che possono essere differenti punti di vista. Questi sono quindi stati confrontati con la mappa di suitability finale.

Si sono sviluppati cinque differenti scenari:

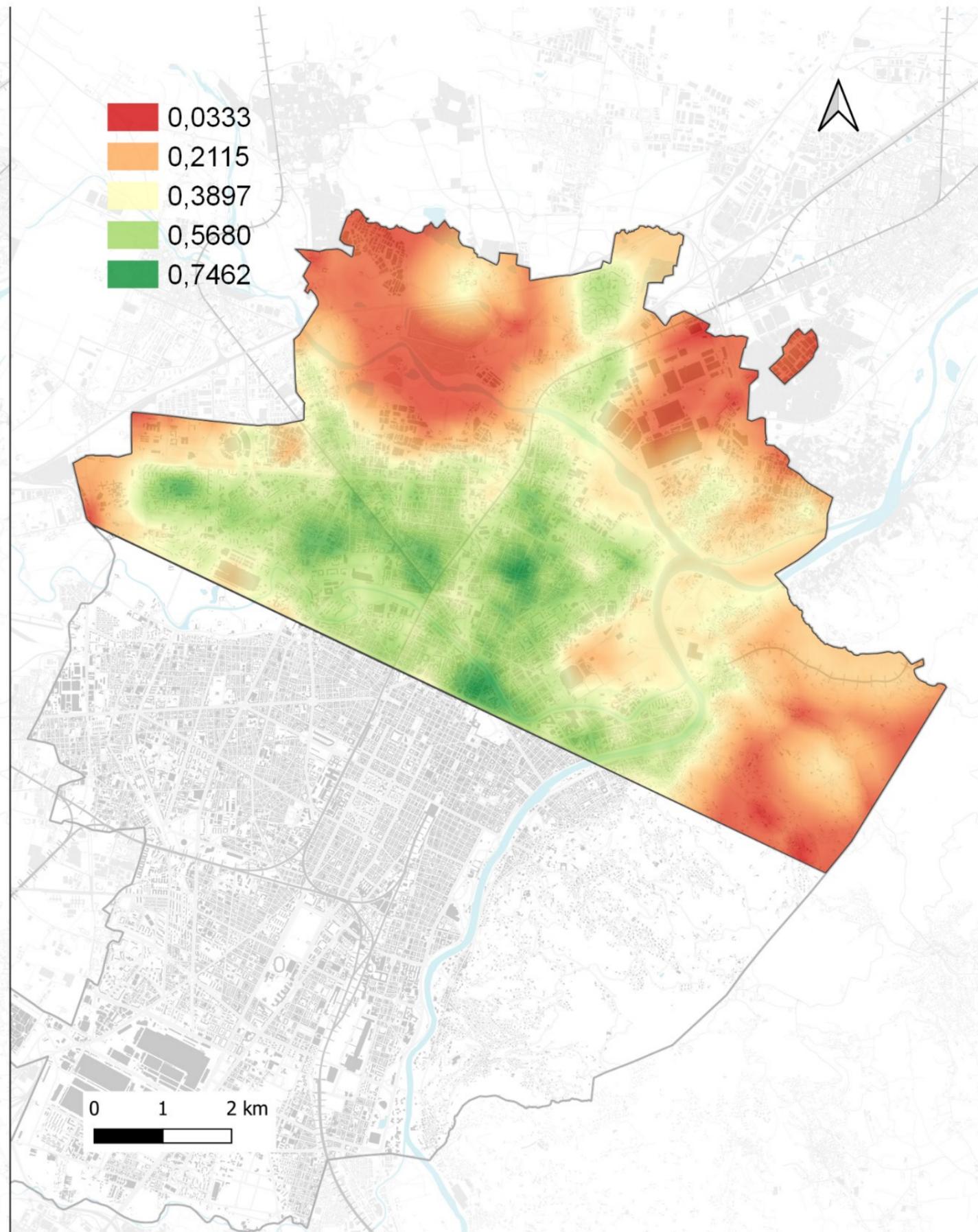
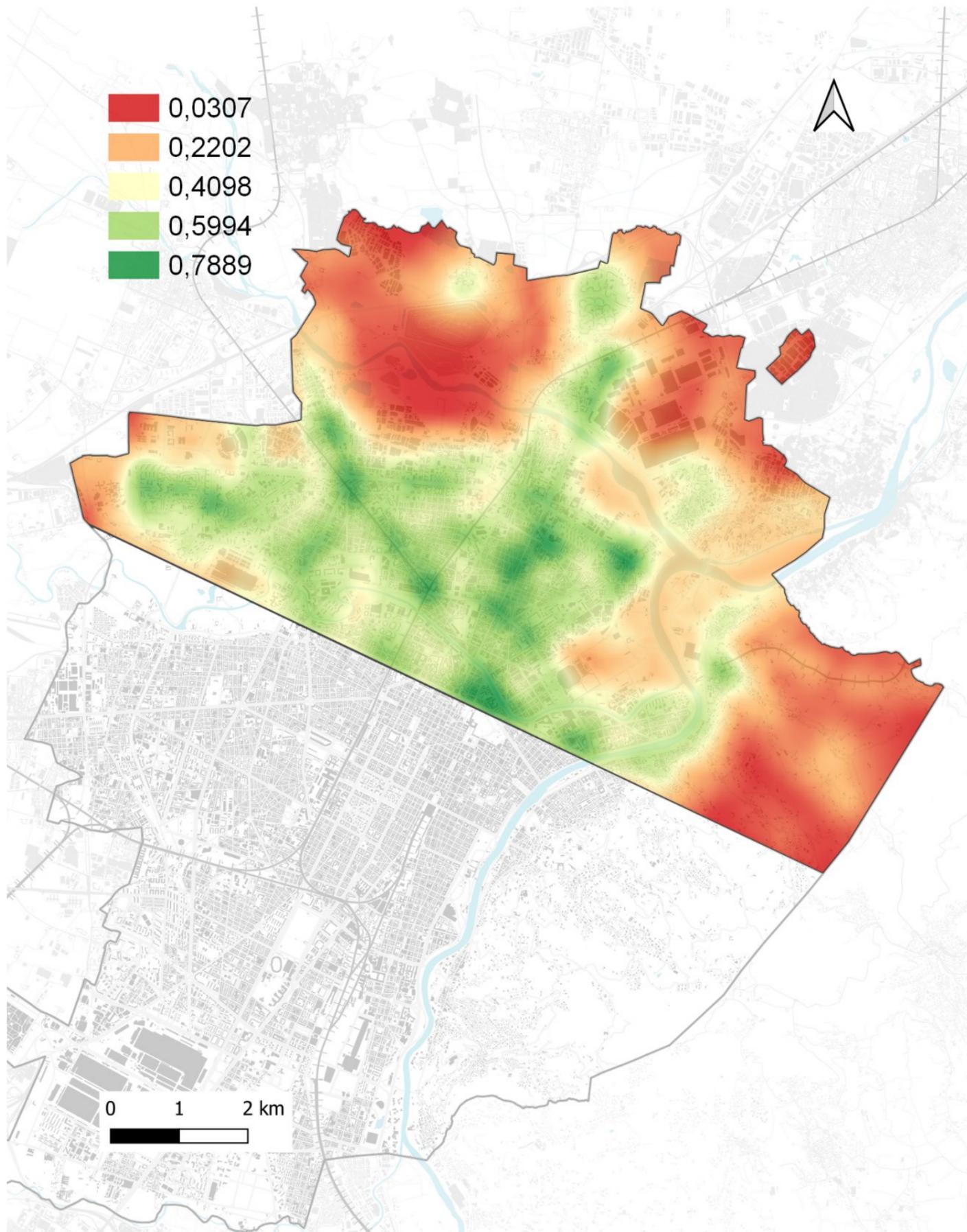
- Scenario 1 ACCESSIBILITÀ: attribuisce il maggiore peso, pari 0,70, al criterio Accessibilità, enfatizzando l'importanza dei servizi che favoriscono la connettività e la distribuzione della rete della mobilità nell'area di studio. Si applica ai restanti criteri un peso uniforme, pari a 0,10 ciascuno.
- Scenario 2 AMBIENTE: attribuisce il maggiore peso, pari 0,70, al criterio Ambiente, enfatizzando l'importanza degli elementi naturali e che contribuiscono alla sostenibilità nell'area di studio. Si applica ai restanti criteri un peso uniforme, pari a 0,10 ciascuno.
- Scenario 3 ECONOMIA: attribuisce il maggiore peso, pari 0,70, al criterio Economia, enfatizzando l'importanza di elementi come il commercio e il settore produttivo. Si applica ai restanti criteri un peso uniforme, pari a 0,10 ciascuno.
- Scenario 4 SOCIETÀ: attribuisce il maggiore peso, pari 0,70, al criterio Società, enfatizzando l'importanza dei servizi per la comunità nell'area di studio. Si applica ai restanti criteri un peso uniforme, pari a 0,10 ciascuno.
- Scenario 5 PESI UNIFORMI: attribuisce a tutti gli indicatori lo stesso peso, 0,25, tenendo conto di un tipo di valutazione che vuole dare la stessa importanza a ogni criterio.

Si riporta una tabella riassuntiva dei diversi scenari e del peso attribuito a ogni criterio.

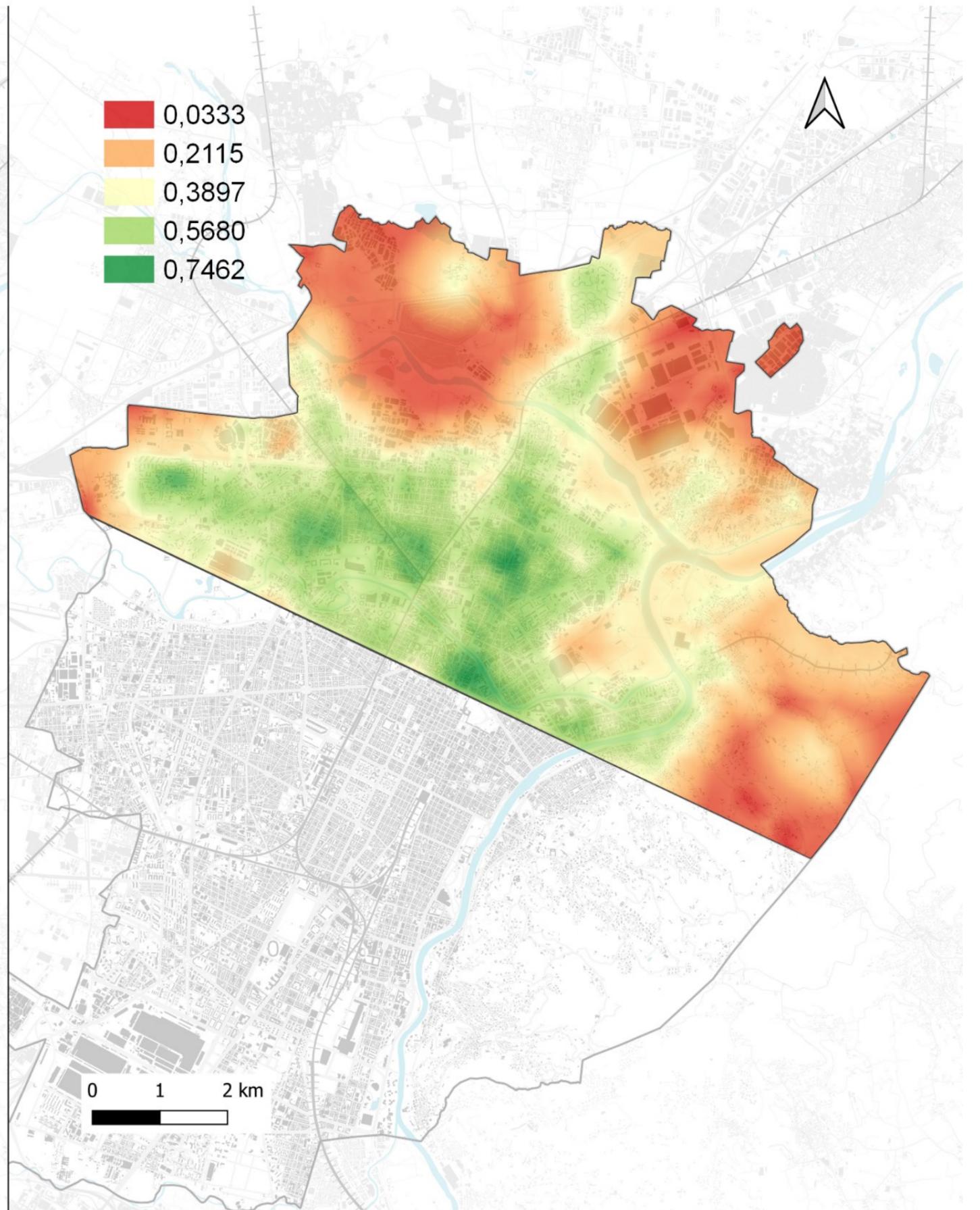
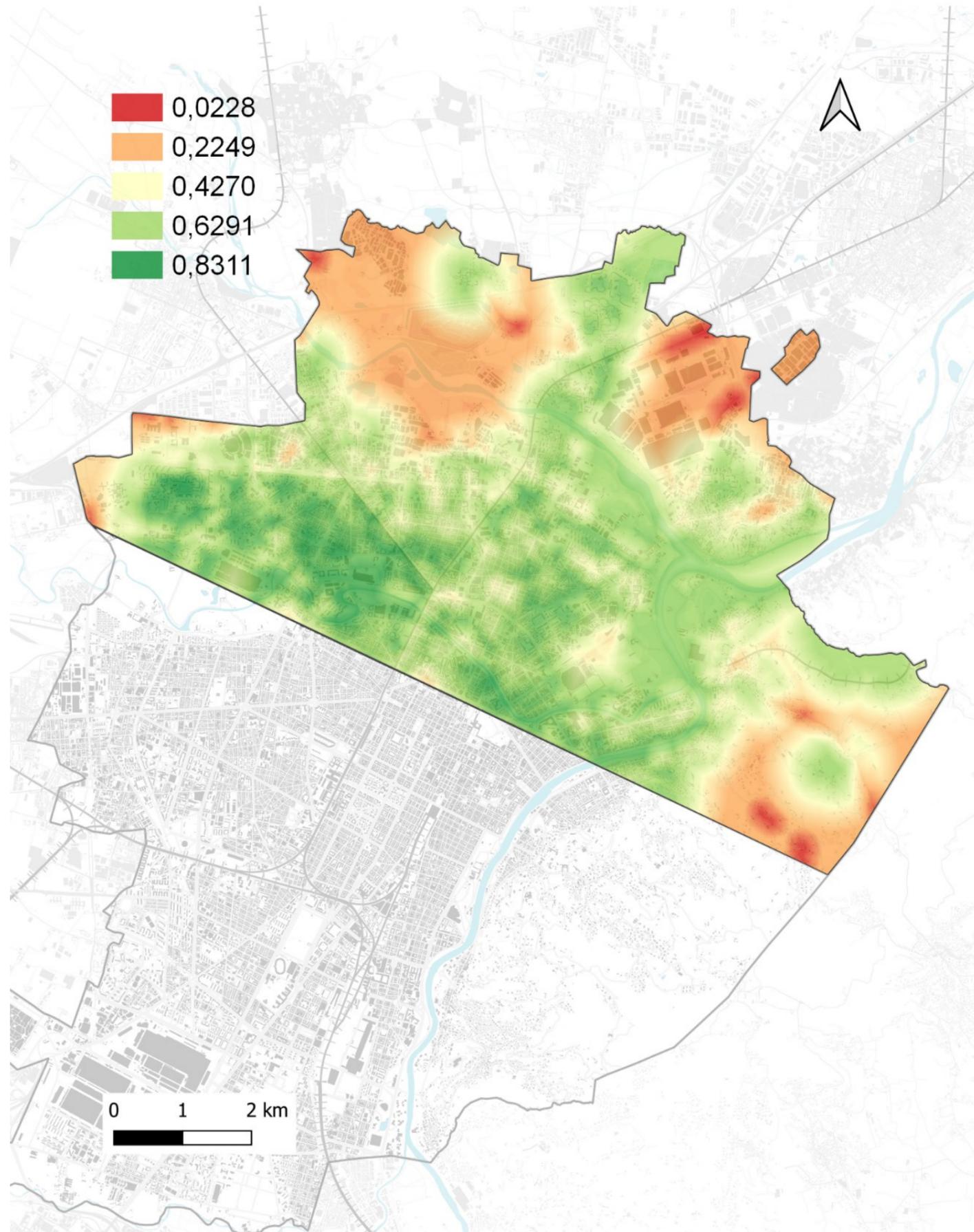
		Pesi attribuiti a ogni criterio			
		Accessibilità	Ambiente	Economia	Società
Scenario	1	0,70	0,10	0,10	0,10
	2	0,10	0,70	0,10	0,10
	3	0,10	0,10	0,70	0,10
	4	0,10	0,10	0,10	0,70
	5	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabella 13: Pesi attribuiti a ogni scenario di sensitività

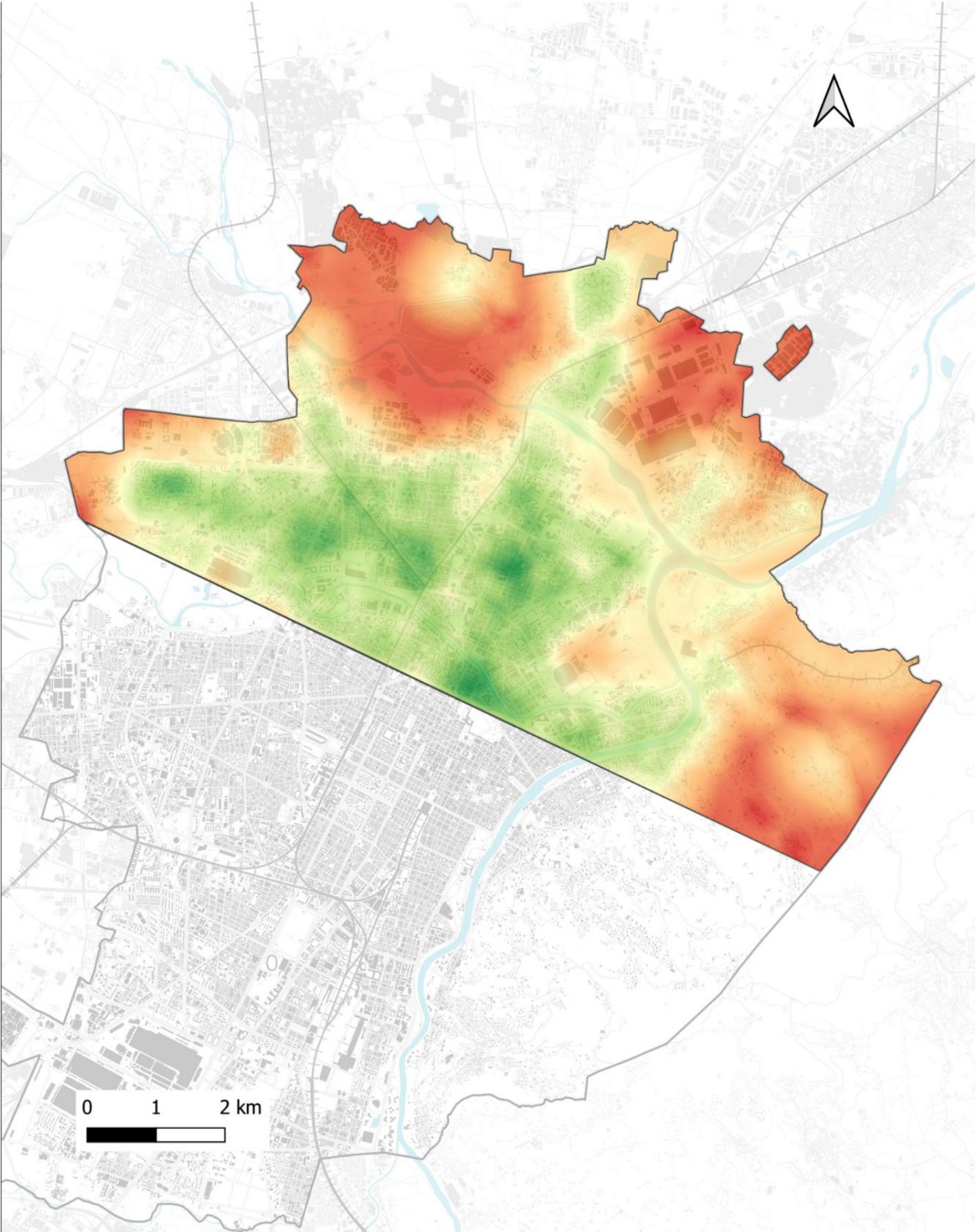
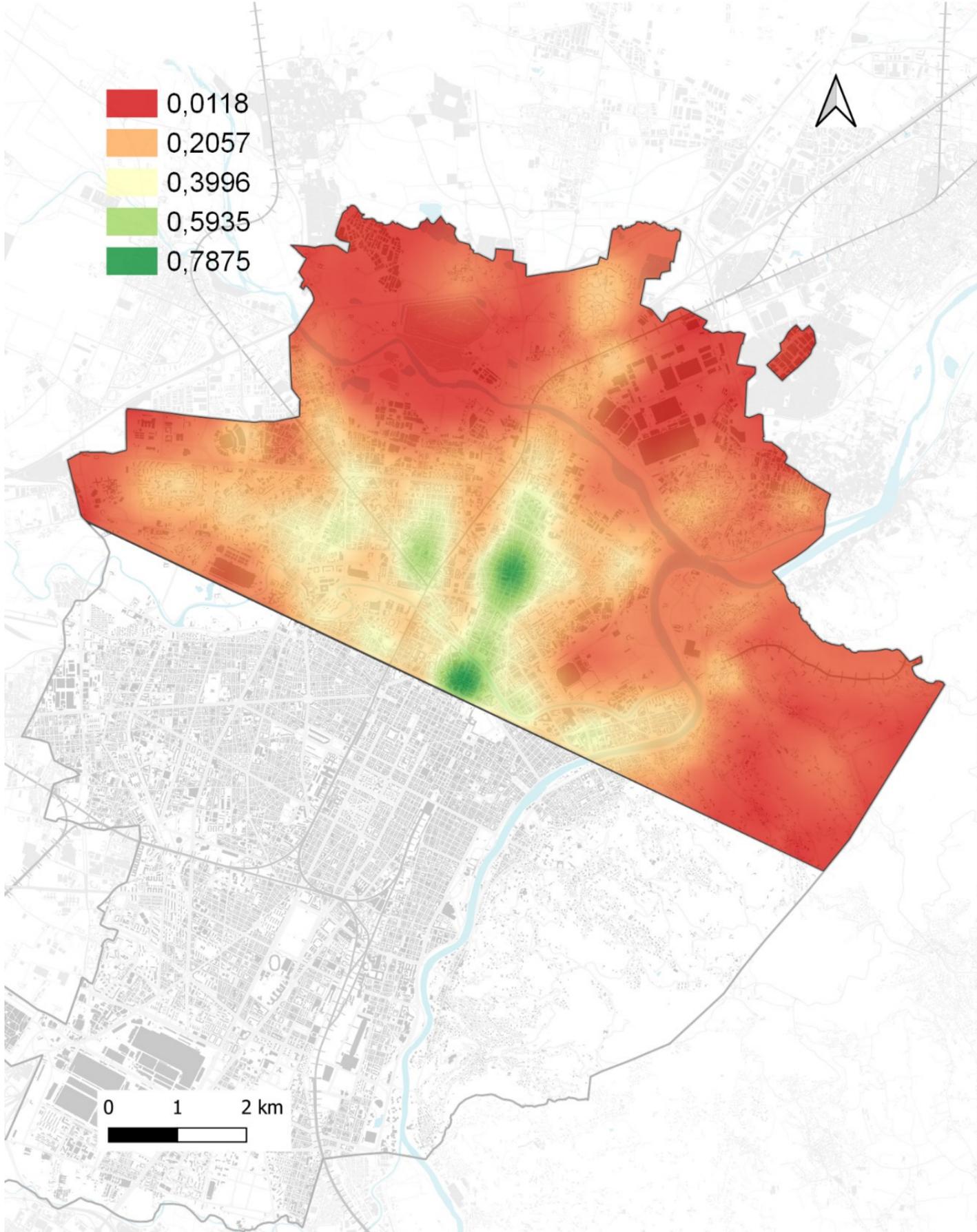
MAPPA DI SENSITIVITÀ SCENARIO 1 ACCESSIBILITÀ vs MAPPA DI SUITABILITY FINALE



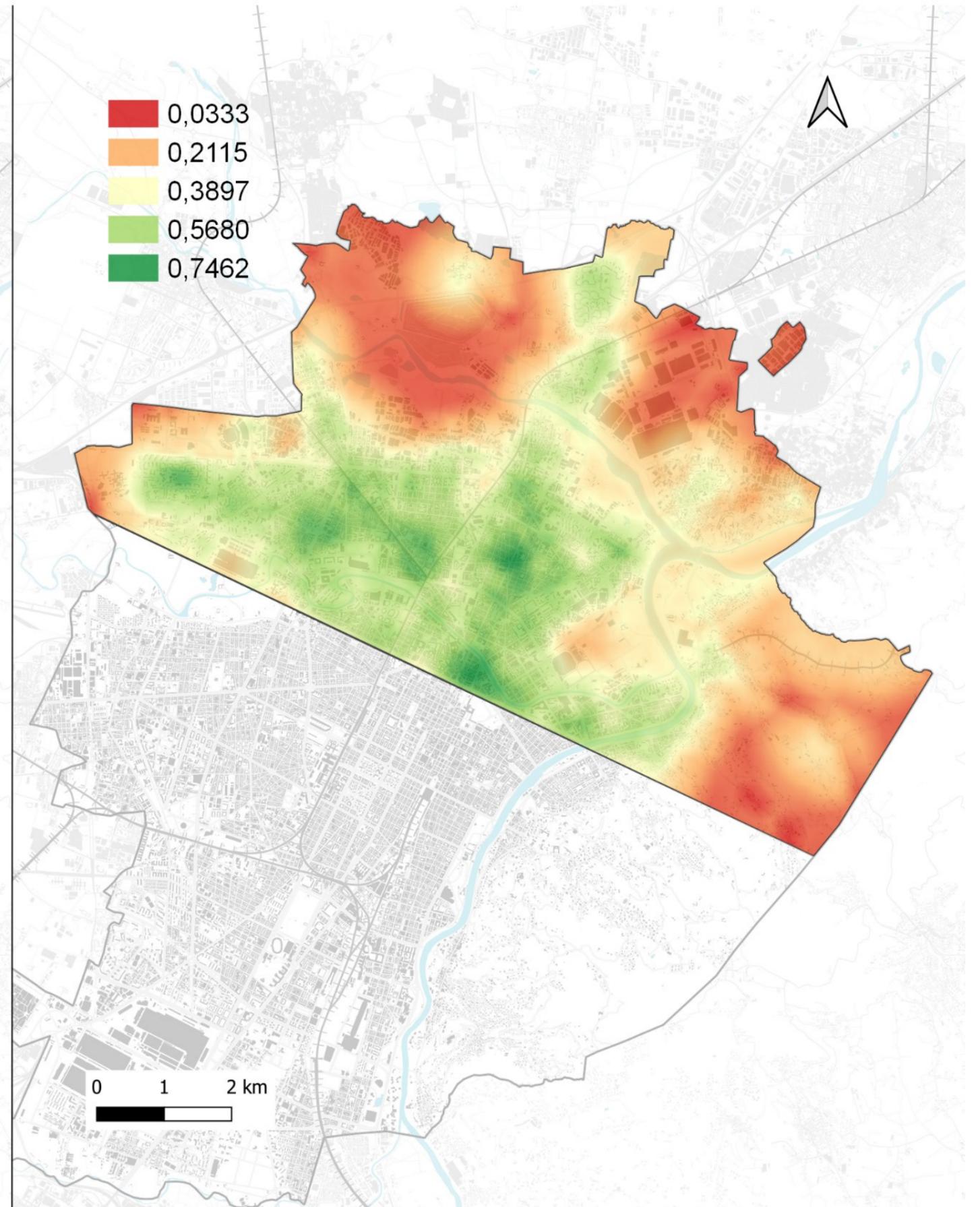
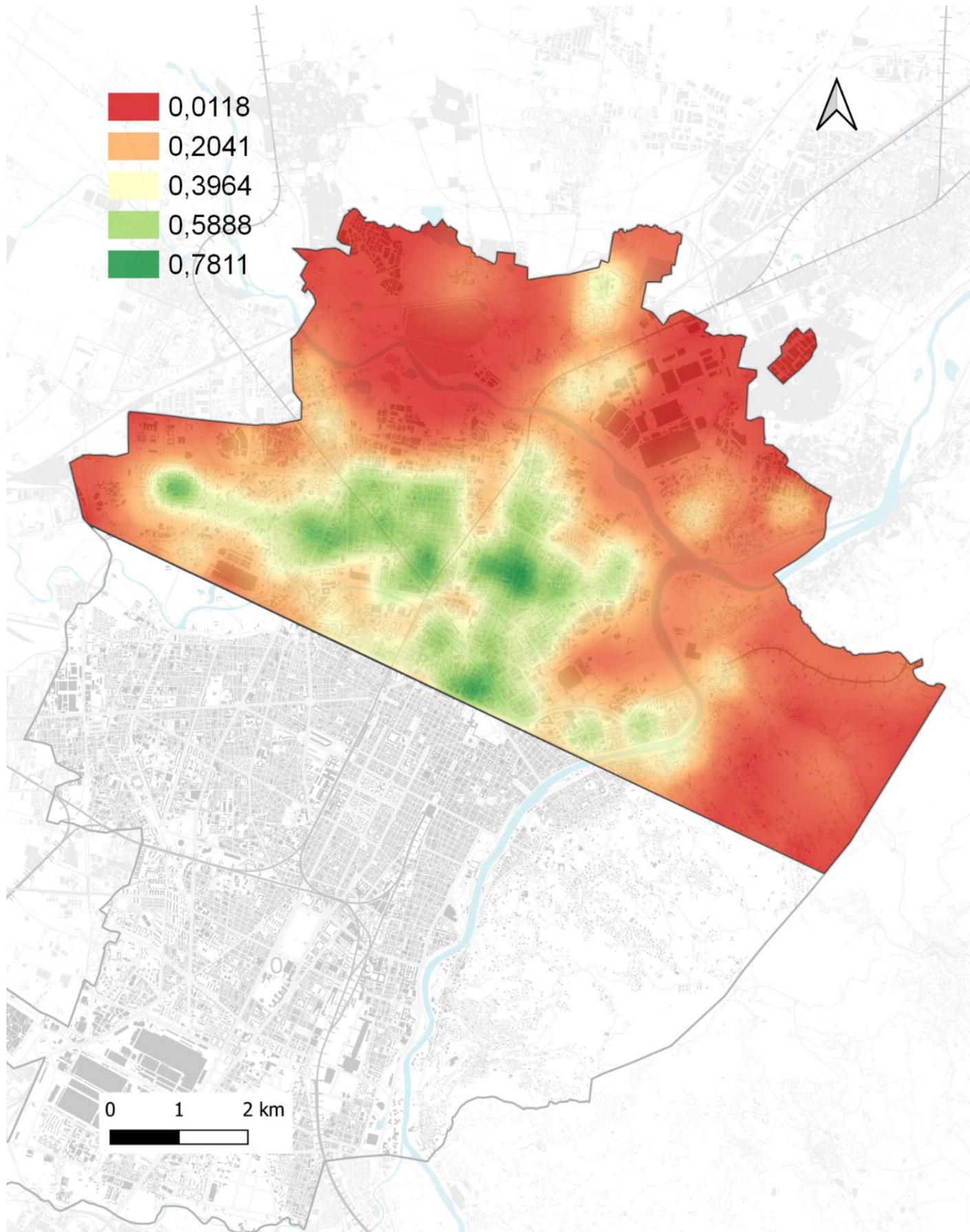
MAPPA DI SENSITIVITÀ SCENARIO 2 AMBIENTE vs MAPPA DI SUITABILITY FINALE



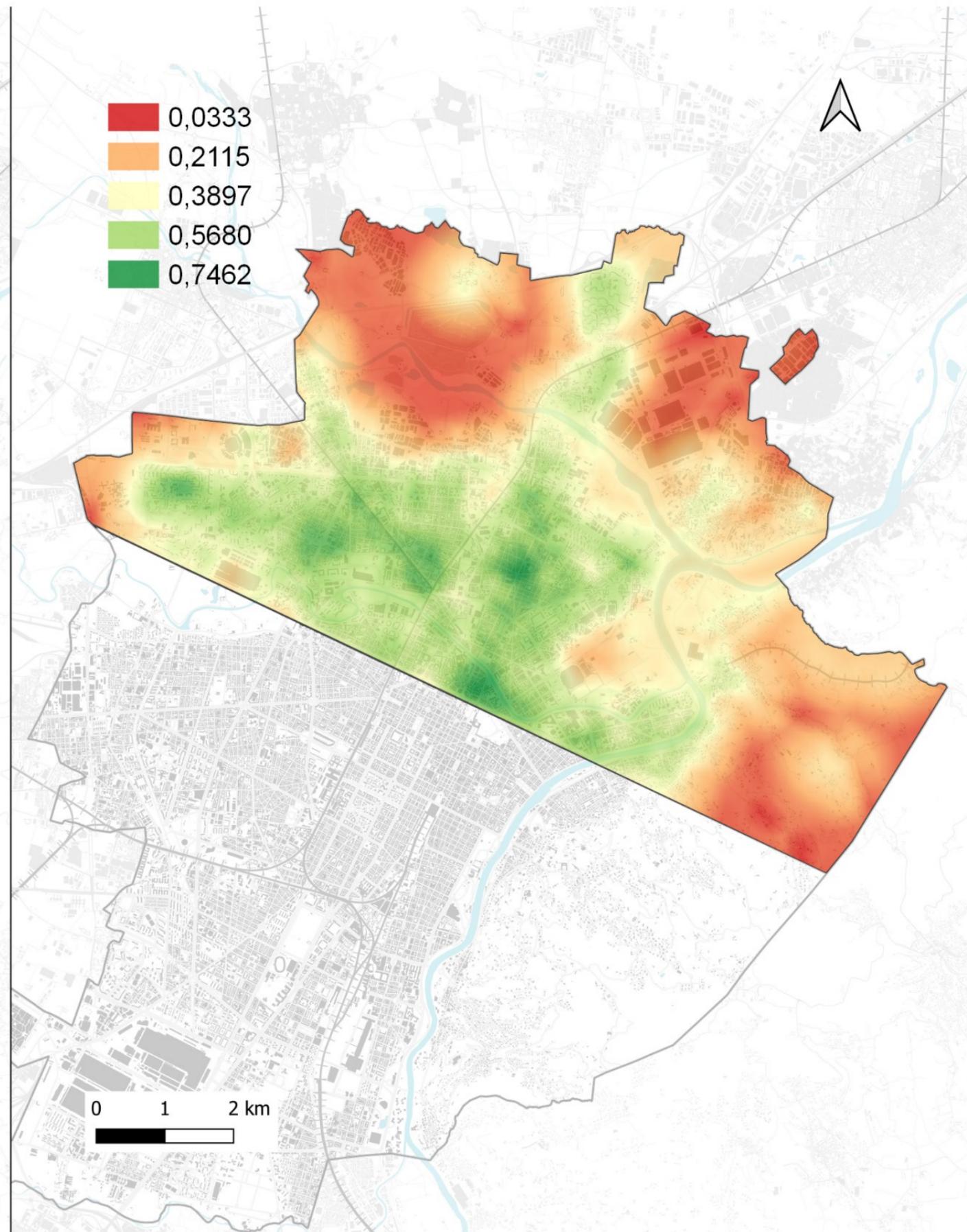
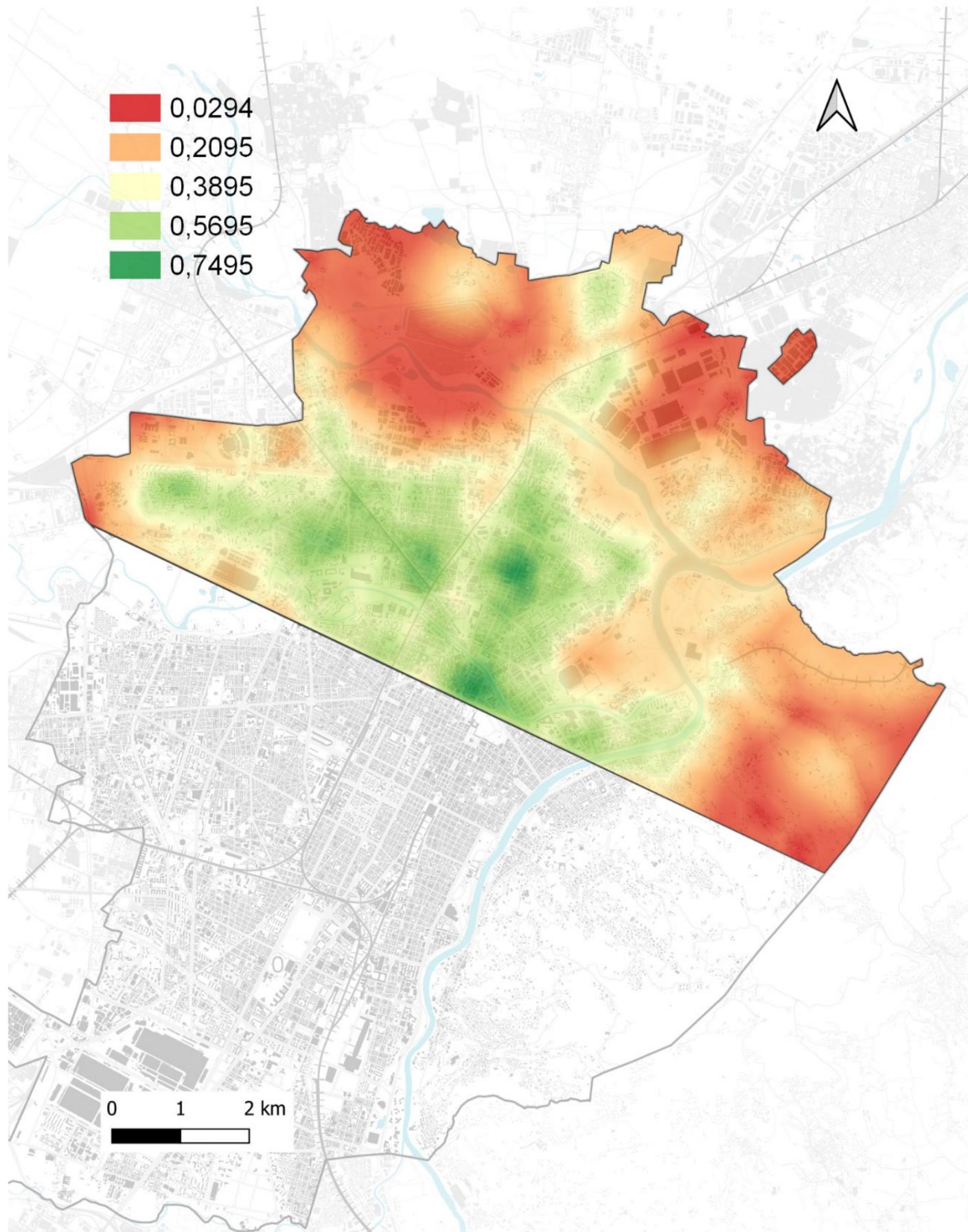
MAPPA DI SENSITIVITÀ SCENARIO 3 ECONOMIA vs MAPPA DI SUITABILITY FINALE



MAPPA DI SENSITIVITÀ SCENARIO 4 SOCIETÀ vs MAPPA DI SUITABILITY FINALE



MAPPA DI SENSITIVITÀ SCENARIO 5 PESI UNIFORMI vs MAPPA DI SUITABILITY FINALE



Le mappe di sensitività, relative ai differenti cinque scenari, sono state confrontate con la mappa di suitability finale.

Si osserva che le mappe ottenute dallo Scenario 1 e dallo Scenario 5, sono quelle più simili alla carta finale.

La somiglianza tra la mappa dello Scenario 1 con quella di Suitability finale è dovuta alla forte influenza del criterio. Questo significa che anche nella carta con i pesi definiti dall'analisi, il criterio influisce fortemente alla definizione della valutazione di qualità urbana. Ciò potrebbe essere dovuto, non solo al peso del criterio attribuito nella mappa finale (28%, il secondo peso maggiore), ma anche alla buona distribuzione di questo sul territorio, risultando rispetto agli altri criteri, meno critico. Inoltre, sebbene nella carta di Suitability finale, il criterio Accessibilità abbia un peso inferiore al criterio Ambiente, la somiglianza emersa dall'analisi di sensitività, permette di osservare come questo criterio rappresenti un driver decisivo per la stabilità e la coerenza spaziale del risultato, dal momento che gli indicatori individuati per il criterio, assumono un ruolo strutturante per l'area di studio.

Lo Scenario 5 assegna pesi uguali, generando una mappa molto simile a quella di Suitability finale, questo avviene perché, sebbene i pesi calibrati non siano uguali, questi non si discostano significativamente l'uno dall'altro (Accessibilità 28%, Ambiente 30%, Economia 17%, Società 25%) rispetto ai pesi dello Scenario 5, tutti pari a 25% per ogni criterio.

Nel caso dello Scenario 2, nonostante il peso ambientale molto elevato (0,70), la mappa ottenuta si discosta da quella finale. Questo non è dovuto a criticità del criterio, che anzi presenta valori generalmente positivi grazie alla presenza diffusa di aree verdi ricreative, ma piuttosto al fatto che un'eccessiva enfasi su un singolo criterio può ridurre l'efficacia complessiva della valutazione, oscurando il contributo degli altri fattori. Nella mappa finale, l'ambiente mantiene un ruolo centrale, ma bilanciato, che ne valorizza i punti di forza, senza compromettere l'equilibrio generale. La maggiore somiglianza dello Scenario 1 conferma il ruolo dell'accessibilità come criterio guida, mentre lo Scenario 2 evidenzia l'importanza di evitare di sovrappesare, anche in presenza di componenti molto favorevoli come quella ambientale.

Al contrario, gli Scenari 3 e 4, che danno peso maggiore ai criteri Economia e Società, presentano una forte differenza con l'analisi finale di Suitability. Come nelle carte di Suitability intermedie, le mappe evidenziano la forte presenza di criticità territoriali che, quando enfatizzate, come in questo caso, portano a valutazioni meno coerenti con la visione integrata del modello finale.

L'analisi di sensibilità evidenzia la robustezza del modello, variando significativamente i pesi, assegnando il 70% su un solo criterio, la struttura spaziale della mappa finale rimane coerente. La forte similarità con lo Scenario 1 e con lo Scenario 5 evidenzia che il modello è stabile rispetto a variazioni nei pesi, soprattutto per i criteri più determinanti.

Allo stesso tempo, è importante fare attenzione all'enfasi eccessiva su un singolo criterio, anche se questo può essere positivo come l'ambiente nello Scenario 2, che può alterare l'equilibrio complessivo. Il modello si dimostra affidabile e ben calibrato, grazie a una gestione attenta dei pesi.

4.5.2 Visualizzazione dei risultati

L'applicazione del modello MC-SDSS ha permesso la realizzazione di un sistema per la valutazione della qualità urbana. Il risultato ottenuto è un forte strumento conoscitivo per la lettura integrata del territorio, in grado di far emergere le caratteristiche dell'area di studio, secondo i criteri e gli indicatori individuati. La valutazione permette di identificare le criticità e le potenzialità territoriali, supportando le scelte di pianificazione urbana, orientando le decisioni e le politiche di sviluppo su basi analitiche solide, migliorando la qualità delle decisioni territoriali.

Le analisi spaziali ottenute rendono possibile la visualizzazione, di un quadro generale della qualità urbana territoriale. Analizzando le carte di suitability intermedie ottenute, si osserva che i criteri con maggiore presenza di valori positivi, quindi di colore verde, sono le carte dei criteri Accessibilità e Ambiente, mentre i criteri Economia e Società mostrano una maggiore presenza di aree rosse.

Considerare la natura eterogenea del territorio è indispensabile per comprendere la presenza di determinate aree rosse, sia nelle carte di suitability intermedie che nella carta di suitability finale. Il territorio caratterizzato da un tessuto misto ospita elementi di diversa natura, che si differenziano fortemente dal territorio urbano su cui si focalizza l'analisi. Infatti, la porzione di territorio a Nord Ovest, che comprende Basse di Stura, l'area della discarica AMIAT e una parte di tessuto rurale e agricolo, presenta dinamiche decisamente differenti rispetto al tessuto urbano, in cui si riscontrano gli elementi evidenziati dagli indicatori. Nonostante quest'area non rispecchi le caratteristiche convenzionali del tessuto urbano, la prossimità a questo, la rende un elemento su cui porre l'attenzione per eventuali strategie di pianificazione future.

La carta raffigurante la suitability intermedia dell'ambiente è quella che presenta più valori positivi, dovuti soprattutto al peso maggiore attribuito alle aree verdi ricreative, ben distribuite sul territorio.

La mappa di suitability finale riporta un buon valore di qualità urbana, dovuto probabilmente ai pesi attribuiti ai criteri Ambiente e Accessibilità, criteri con maggiore presenza di aree colorate di verde. Le aree critiche (in rosso) comprendono le aree precedentemente descritte a Nord Ovest, il polo industriale Iveco e, il territorio della collina, che, riporta secondo l'analisi effettuata valori negativi, dovuti soprattutto alla

scarsità di servizi per l'accessibilità, servizi per la società e un basso livello per il settore economico. Inoltre, nonostante la collina sia considerata il *“Polmone Verde di Torino”*, questa presenta valori bassi nella valutazione ambientale, a causa della forte presenza di aree residenziali e aree private, non considerabili nella valutazione effettuata, che si focalizza sui servizi per la popolazione.

Altre aree medio critiche sono l'area del Cimitero Monumentale di Torino e l'area che ospita il Carcere.

In conclusione, il valore del modello realizzato risiede non solo nella sua capacità di restituire una fotografia della qualità urbana, ma anche nella possibilità di orientare le azioni future, trasformando i dati in azioni operative concrete.

Si sono individuati diversi interventi mirati per ogni criterio:

- Accessibilità

Potenziare la rete di piste ciclabili e aree pedonali, ad oggi piuttosto frammentata, per promuovere forme di mobilità sostenibile e a basse emissioni. Questo approccio permette di migliorare i collegamenti delle aree periferiche con il resto della città, riducendo la dipendenza dall'auto privata e favorendo una mobilità più efficiente e rispettosa dell'ambiente.

- Ambiente

Ampliare la rete del teleriscaldamento al territorio ad oggi non coperto, per ridurre le emissioni e aumentare l'efficienza energetica, con ricadute positive sulla qualità della vita degli abitanti. Si potrebbero anche introdurre politiche per la riduzione del suolo impermeabilizzato, così da mitigare non solo i rischi ambientali dovuti alle alluvioni, ma anche l'effetto delle Isole di calore, causa dell'incremento delle temperature urbane e della scarsa qualità microclimatica.

- Economia

Stimolare l'economia locale, tramite strategie capaci di attivare nuove funzioni produttive nei vuoti urbani e nelle strutture in disuso. La valorizzazione di questi spazi può favorire la nascita di nuove imprese, incubatori, coworking e start up, generando

occupazione e riducendo la forte marginalità economica. Questi interventi potrebbero essere possibili anche grazie a incentivi fiscali e agevolazioni per attirare investimenti locali e stimolare l'imprenditorialità giovanile. Non è da sottovalutare l'importanza delle reti produttive esistenti e delle economie di prossimità, che hanno un ruolo fondamentale nel mantenimento della coesione sociale e nella qualità di vita del territorio e, per questi motivi, necessitano di continui programmi di formazione e riqualificazione professionale.

- Società

Incrementare i servizi sociali, considerando le carenze emerse dall'analisi e tenendo conto della scarsità di servizi sanitari, sociali, spazi pubblici, luoghi per la cultura e l'istruzione. Questo criterio, con alto tasso di criticità, rappresenta una priorità strategica per garantire l'equità territoriale e il benessere collettivo. Si potrebbero redigere piani di rigenerazione mirati al potenziamento e alla riqualificazione delle infrastrutture e dei servizi ad oggi esistenti sul territorio, ponendo in particolare l'attenzione sulle aree critiche emerse dall'analisi. Inoltre, data la forte presenza di aree in disuso e degrado, si potrebbero utilizzare queste per la realizzazione di centri polifunzionali in grado di accogliere, in un unico luogo, servizi educativi, sanitari e culturali, facilitando così l'accesso alla popolazione.

4.6 I limiti dello studio

Il modello MC-SDSS utilizzato per l'analisi, costituisce un approccio avanzato nell'ambito della pianificazione territoriale e della gestione urbana. Questo modello, sebbene concettualmente solido, riporta alcuni limiti operativi e metodologici che ne condizionano l'efficacia e l'affidabilità.

Uno dei principali punti critici riguarda la *soggettività dei pesi* attribuiti durante la fase di pesatura, la quale si basa su valutazioni effettuate da esperti o decisori. Nonostante questa fase segua una logica analitica e razionalizzata, essa è fortemente influenzata dalla soggettività di chi attribuisce i pesi. Questi, infatti, derivano da giudizi qualitativi, che nonostante siano trasformati in valori quantitativi tramite la scala di Saaty, oppure l'assegnazione dei punti ai diversi criteri, rimangono influenzati da bias cognitivi e culturali. Ne consegue che il modello può produrre esiti differenti a seconda dei soggetti coinvolti, riducendo così la replicabilità e la neutralità dell'analisi.

In secondo luogo, la *semplificazione gerarchica* delle componenti urbane può risultare inadeguata nel rappresentare la complessità multidimensionale del soggetto dell'analisi, la qualità urbana. Il contesto urbano è un sistema dinamico, in cui variabili fisiche, sociali, ambientali, economiche e culturali si intrecciano. La strutturazione in criteri gerarchici può tradursi in una estrema semplificazione concettuale, trascurando le relazioni trasversali tra i diversi attributi.

Altro elemento limitante dell'analisi è la *qualità e l'affidabilità dei dati spaziali* utilizzati per l'analisi spaziale. La disponibilità, l'accuratezza e l'aggiornamento dei dati georeferenziati è determinante per la validità del modello. Questa carenza informativa incide sulla *precisione dell'output cartografico*, introducendo la possibilità di errore nell'interpretazione dei risultati ottenuti e nella definizione delle strategie.

Un'altra criticità è legata alla *trasferibilità* dello strumento. La definizione di criteri, indicatori e pesi, per uno specifico contesto urbano, potrebbe comportare problemi di adattabilità in altri ambiti territoriali, in quanto si tratta di scelte fortemente connesse alla peculiarità dell'area di analisi. Ciò implica che per ogni nuova applicazione del modello vi sia un processo di rielaborazione *ex novo*, comportando lunghe tempistiche, dispendio di risorse tecniche e costi elevati. Questa limitata applicabilità definisce un ostacolo per la diffusione operativa del modello su larga scala.

Per quanto concerne i criteri considerati, Accessibilità, Ambiente, Economia e Società, emergono alcune criticità specifiche.

In relazione all'accessibilità, l'analisi si basa spesso su dati quantitativi che non riflettono le reali condizioni di fruibilità da parte delle diverse fasce di popolazione. La presenza delle infrastrutture talvolta non garantisce la qualità, la sicurezza e l'accessibilità effettiva, specialmente per le categorie più fragili, come bambini, persone con disabilità e anziani.

Il criterio Ambiente è fortemente influenzato alla presenza di aree verdi ricreative, che dai dati risultano essere ben distribuite sul territorio, la valutazione non tiene però conto delle aree verdi temporaneamente non accessibili o in cattivo stato di conservazione e quindi non utilizzabili. Inoltre, nella valutazione andrebbero considerati altri elementi come la qualità dell'aria, il rumore o il consumo di suolo, dati spesso di difficile reperibilità o insufficienti per analisi più dettagliate.

Il criterio Economia è un tema complesso poiché soggetto a dinamiche esterne come crisi macroeconomiche, investimenti, disuguaglianze strutturali, risulta difficilmente valutabile con degli indicatori statici e spaziali. La scelta degli indicatori, per quanto dettagliata e precisa non è sempre in grado di riflettere un quadro aggiornato della dinamicità di questo settore, in un territorio così vasto.

Nel criterio Società emergono criticità legate alla difficoltà di misurare con efficacia la qualità e l'accessibilità dei servizi in analisi. Come per il criterio Accessibilità, l'uso di dati quantitativi rischia di nascondere disparità locali, specialmente nei quartieri più vulnerabili.

In conclusione, sebbene il modello realizzato, rappresenti un approccio innovativo e strutturato per l'analisi della qualità urbana, esso presenta dei limiti metodologici ed operativi che ne riducono l'applicabilità e l'efficacia. L'applicabilità differisce dal territorio in analisi e la sua efficacia dipende fortemente dalla qualità dei dati, dalla completezza di questi e dalla trasparente attribuzione dei pesi. Inoltre, l'interpretazione dell'analisi dipende dalla capacità dei decisori di leggere correttamente e in modo critico i risultati ottenuti, considerando la natura multidimensionale e dinamica della qualità urbana.

Conclusioni

Implicazioni per la pianificazione urbana

L'applicazione del modello MC-SDSS al contesto urbano di Torino Nord ha consentito di evidenziare il potenziale utilizzo di questo strumento nella definizione di strategie e interventi di pianificazione localizzati sul territorio.

Attraverso l'analisi congiunta dei quattro criteri è stato possibile ottenere una valutazione multilivello e spazializzata di un problema complesso, capace di restituire la molteplicità dei fenomeni in atto nel tessuto urbano analizzato.

Dal punto di vista della pianificazione l'utilizzo di un sistema di supporto alle decisioni spaziali rappresenta un approccio innovativo, grazie alla possibilità di unire logiche appartenenti a differenti sistemi, ma interconnesse. L'analisi permette di visualizzare precisamente le criticità territoriali in base ai criteri e gli indicatori individuati, favorendo interventi efficaci e sostenibili e la riduzione dei tempi e dei costi degli interventi, offrendo una pianificazione equa e mirata sul territorio. In ambito urbano, dove le decisioni pianificatorie devono tenere conto di una enorme varietà di fattori, l'applicazione del modello con informazioni geolocalizzate e la possibilità di generare mappe tematiche, simulando scenari alternativi, rappresentano i vantaggi cruciali del modello. L'applicazione sul caso studio di Torino Nord ha permesso di comprendere come nell'area si riscontrino forti disparità spaziali e sia possibile definire interventi differenziati localizzati.

Le potenzialità applicative emerse dall'adozione del modello si manifestano su diversi livelli operativi, in primo luogo questo può essere uno strumento guida nella redazione di piani urbanistici come Piani di Rigenerazione Urbana, Piani Regolatori Generali, Piani Urbani della Mobilità Sostenibile e altri. In secondo luogo, il modello si presta a supportare i processi di valutazione ex ante ed ex post degli interventi urbani, aumentando la trasparenza e la coerenza delle scelte delle policies.

La trasparenza è inoltre garantita dalla struttura chiara e replicabile del modello, che agevola la comprensione e la comunicazione dei processi decisionali. Ciò contribuisce al maggiore coinvolgimento della comunità e degli stakeholder, anche attraverso l'utilizzo di mappe tematiche intuitive e facilmente interpretabili, che facilitano sia la comunicazione dei risultati dell'analisi, sia l'accrescimento della consapevolezza pubblica sulle dinamiche territoriali.

Il modello presenta alta flessibilità, che permette di modellare e pesare criteri e indicatori in base alle esigenze decisionali, garantendo una buona adattabilità, in contesti e scenari differenti, al supporto di processi decisionali dinamici e flessibili.

In conclusione, l'utilizzo di un modello MC-SDD rappresenta un avanzamento significativo nella pianificazione urbana, poiché consente di coniugare valutazioni solide e analitiche, flessibilità operativa e partecipazione pubblica, promuovendo strategie territoriali più sostenibili, efficaci e condivise.

Sviluppi futuri della ricerca

Il modello multicriteri spaziale realizzato nella ricerca, costituisce una base metodologica per la valutazione della qualità urbana, uno strumento solido e versatile capace di supportare sia processi valutativi complessi sia la costruzione di strategie fondate su dati spaziali precisi.

Tenendo in considerazione la natura complessa e multidisciplinare della qualità urbana, è opportuno delineare una serie di sviluppi futuri, volti a perfezionare il modello e potenziarne l'applicabilità operativa e strategica.

Sono stati definiti tre principali sviluppi futuri:

1. applicazione del modello a differenti casi studio

La possibilità di applicare il modello a differenti scenari urbani, caratterizzati da diverse configurazioni, ha lo scopo di testare la robustezza metodologica, confrontare le performance decisionali e verificare la trasferibilità delle logiche di valutazione. L'applicazione in altri casi studio permette di osservare l'efficacia del modello a seguito della riformulazione di determinati sotto-criteri e dei pesi, in funzione delle esigenze locali.

2. Integrazione di dati dinamici e aggiornati in tempo reale

L'integrazione di dati dinamici e aggiornati in tempo reale, provenienti da fonti eterogenee e affidabili, quali sensori ambientali, flussi di mobilità, social media, open data istituzionali e dispositivi di monitoraggio urbano. Questo trasformerebbe il modello in una piattaforma di monitoraggio continuo, in tempo reale, in grado di restituire una fotografia periodicamente o costantemente aggiornata dello stato del sistema urbano. Questo porterebbe all'individuazione in tempo reale di criticità, aumentando la precisione delle valutazioni.

3. Integrazione di scenari per previsioni future

Un ulteriore sviluppo del modello riguarda l'integrazione di scenari previsionali, basati su simulazioni e proiezioni future. Questo permetterebbe di esplorare diverse opzioni e scenari di trasformazione urbana, simulando e valutando ex ante gli effetti potenziali delle differenti politiche adottate. La costruzione di scenari futuri favorirebbe una visione

strategica improntata verso soluzioni resilienti, sostenibili e adattabili alla rapida evoluzione delle dinamiche urbane.

L'adozione di questi sviluppi porterebbe al rafforzamento delle capacità del modello, rendendolo uno strumento sempre più efficiente, adattabile e orientato al futuro, per una pianificazione urbana più proattiva, in grado di adattarsi alle trasformazioni in atto e di guidare le decisioni per le politiche territoriali.

APPENDICE

Elaborazione e normalizzazione indicatori

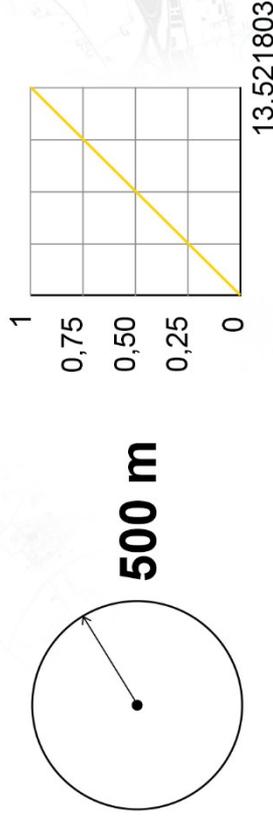
A1-FERMATE TRASPORTI PUBBLICI

Fermate GTT, punti di accesso al sistema di trasporto pubblico di Torino, dove i passeggeri possono salire o scendere da autobus e tram.

Fonte: AperoTO, mezzi pubblici (2020) - <http://aperto.comune.torino.it/dataset/feed-gffs-trasporti-gtt>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: FERMATE TRASPORTI PUBBLICI, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di fermate di bus e tram presenti nel territorio.



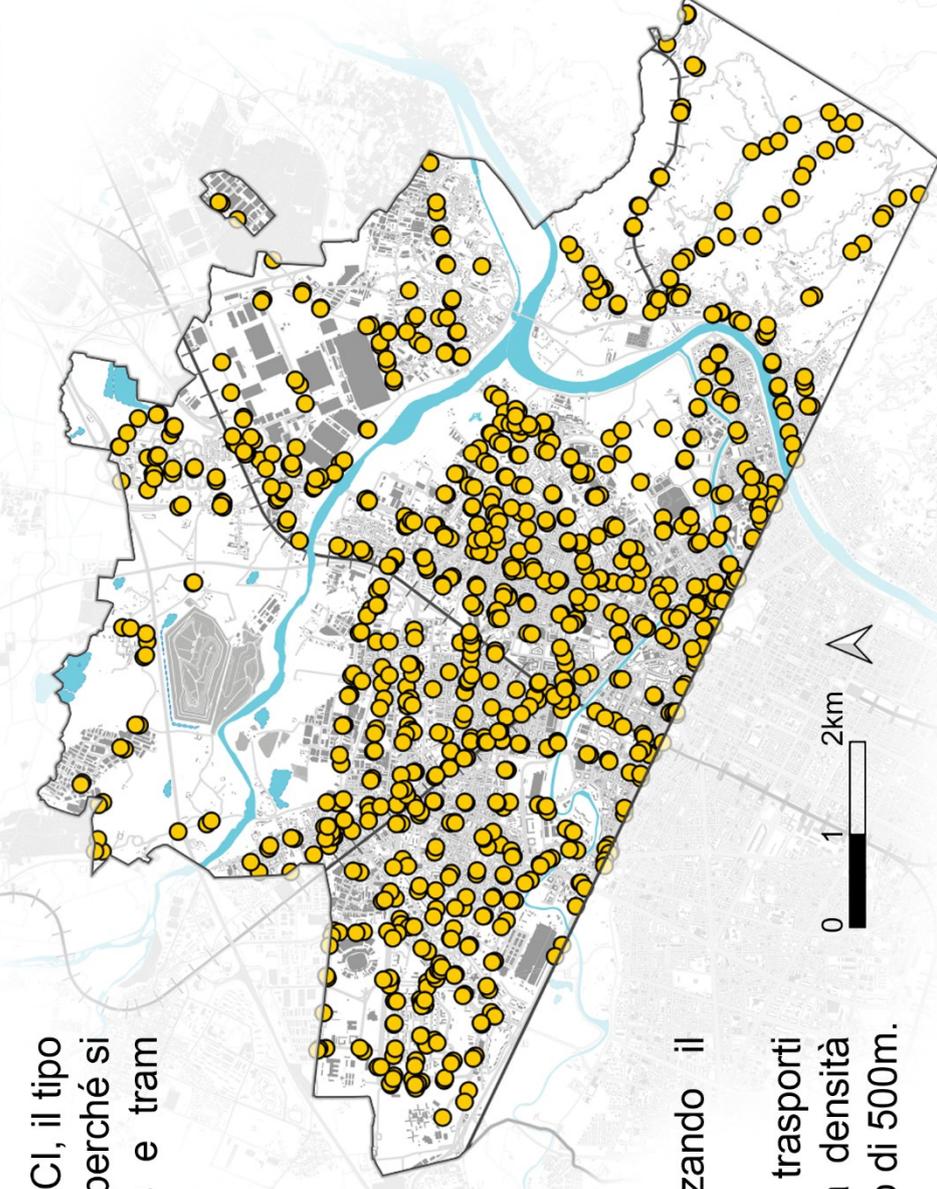
NORMALIZZAZIONE

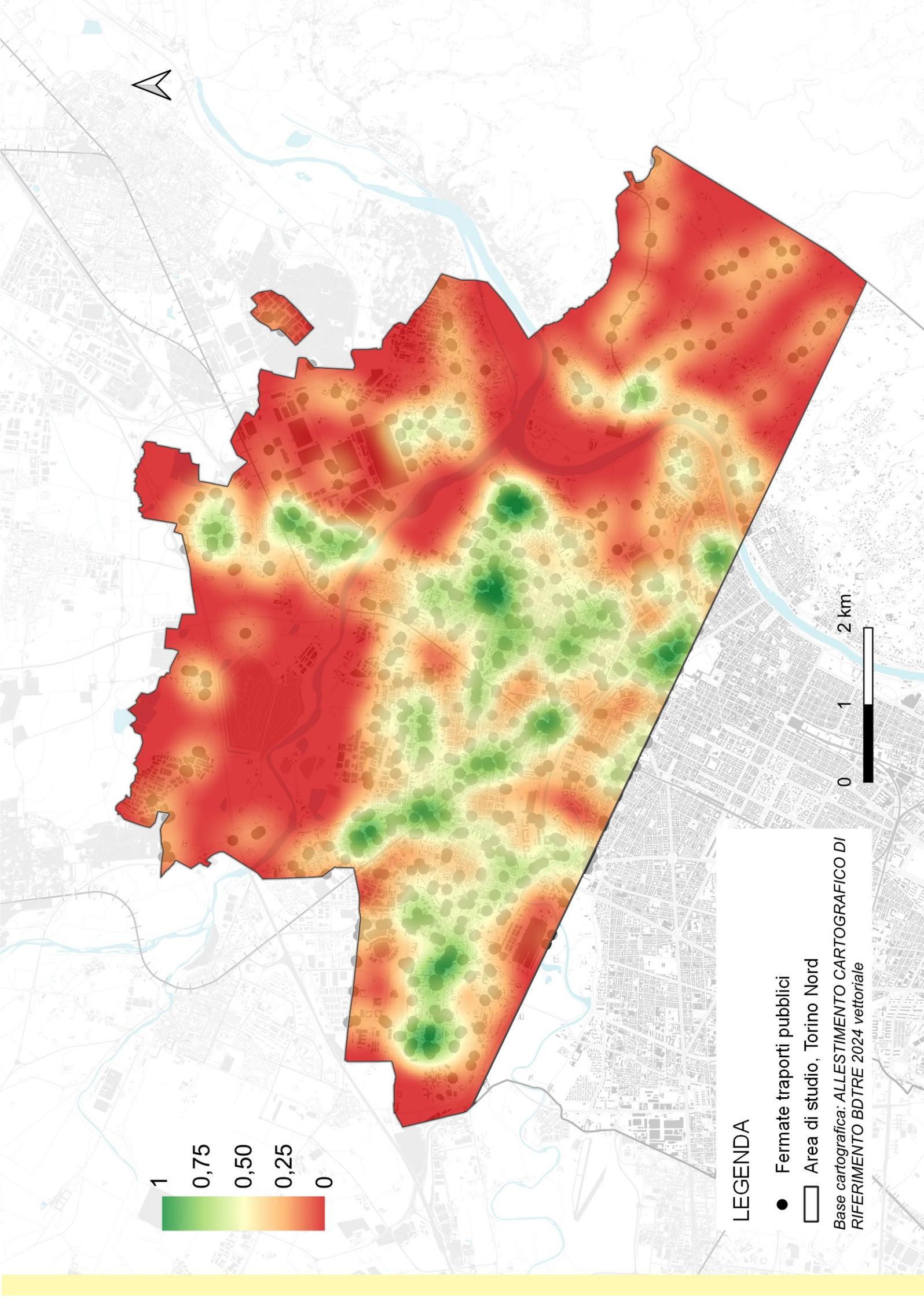
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

Il valore minimo della densità delle fermate dei trasporti pubblici, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima, che assume il valore di 1 con un raggio di 500m.

LEGENDA

- Fermate trasporti pubblici
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR 2024 vettoriale





LEGENDA

- Fermate traporti pubblici
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR 2024 vettoriale

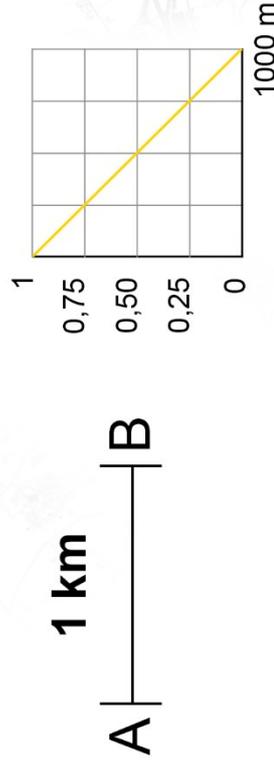
A2- ARTERIE PRINCIPALI

Principali arterie stradali, che influenzano i collegamenti rapidi con il centro città e le zone circostanti.

Fonti: *Geoportale Piemonte, Bdtre vettoriale viabilità (2021): [https://geoportale.igr.piemonte.it/cms/Open_street_map_\(highway,_primary\)](https://geoportale.igr.piemonte.it/cms/Open_street_map_(highway,_primary)_) (2024)*

DISTANZA

Per l'indicatore: ARTERIE PRINCIPALI, l'analisi spaziale adoperata è la Distanza, in quanto l'obiettivo è valutare la prossimità a questo indicatore.



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando l'Inverse Min-Max scaling.

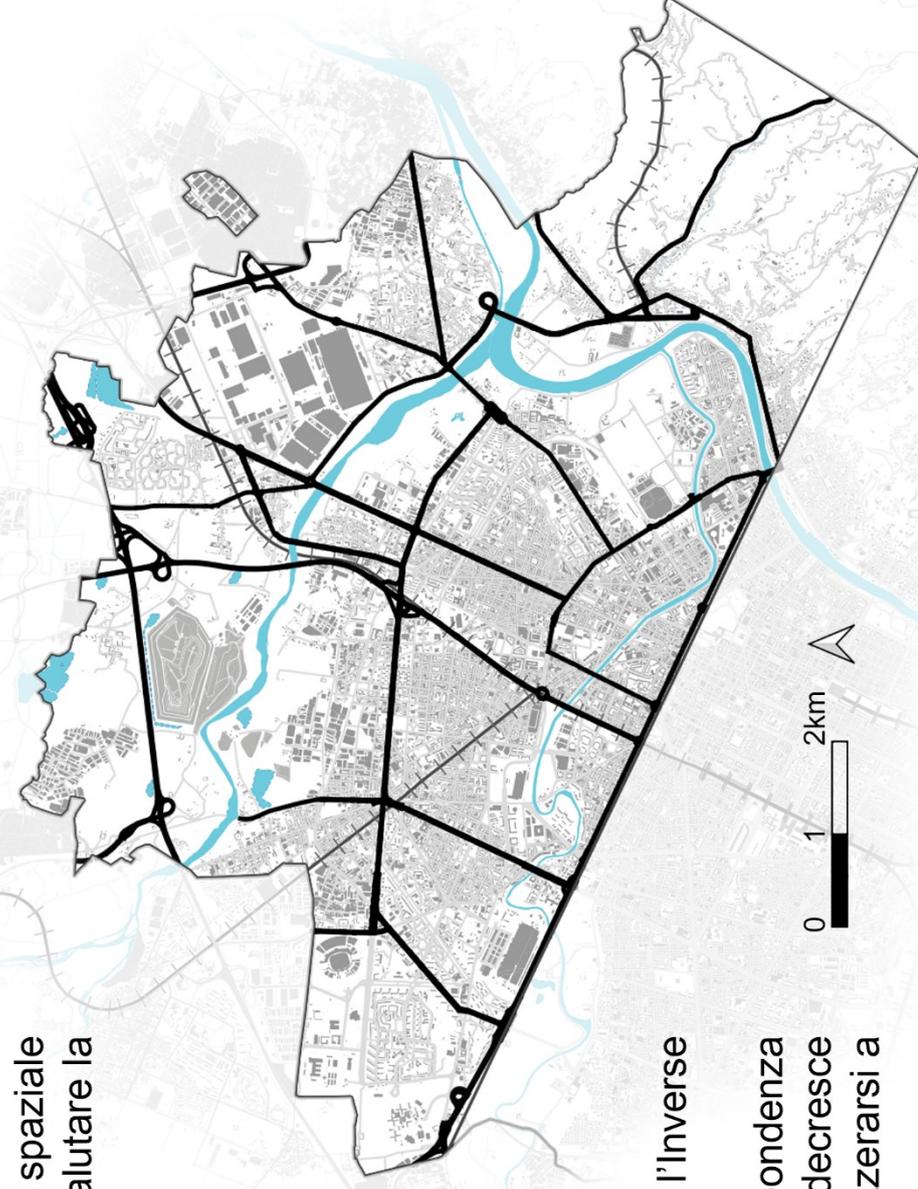
La funzione restituisce un valore pari a 1 in corrispondenza di una distanza nulla dalle arterie principali, e decresce linearmente al crescere della distanza, fino ad azzerarsi a 1km, distanza considerata come limite massimo.

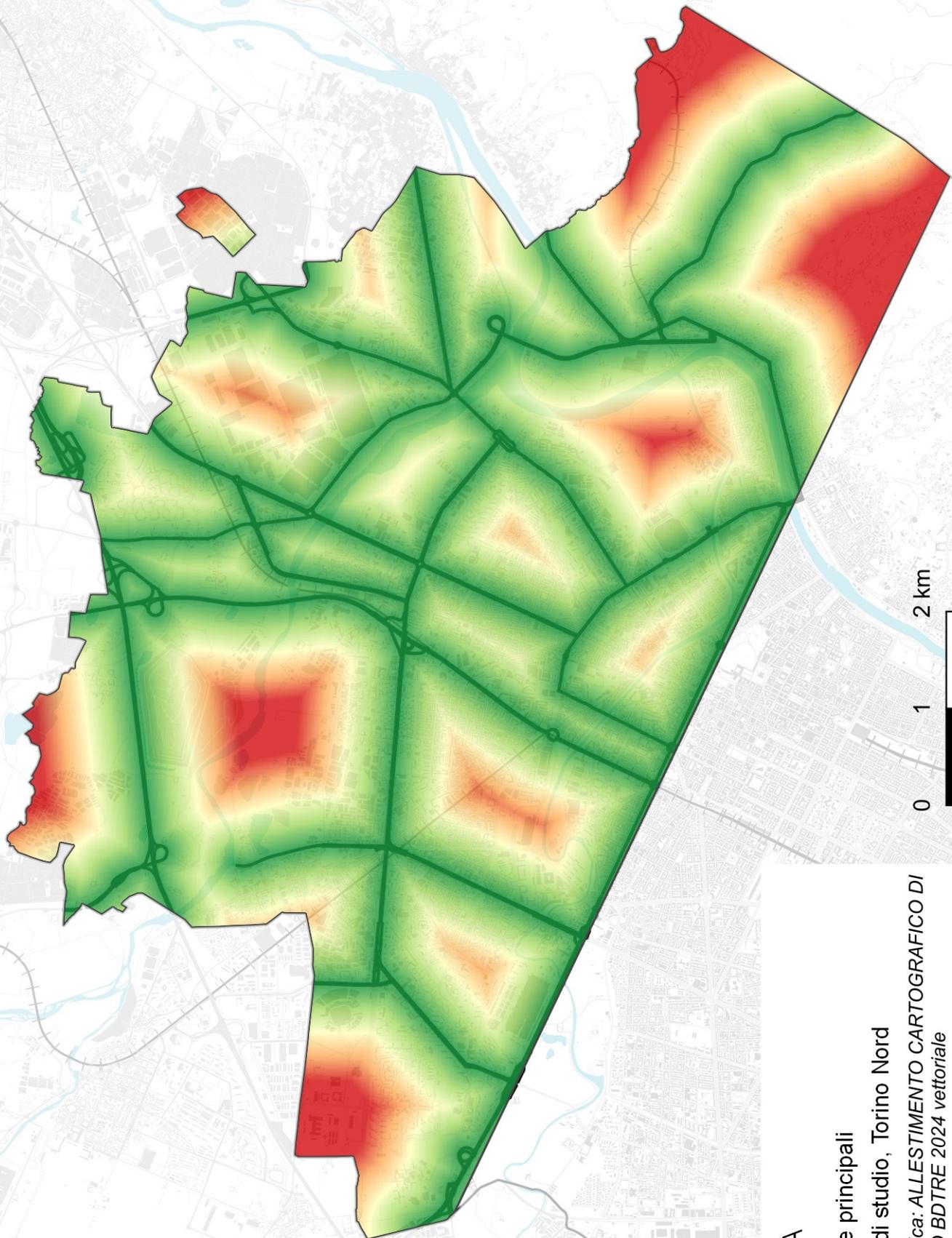
LEGENDA

— Arterie principali

□ Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- Arterie principali
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

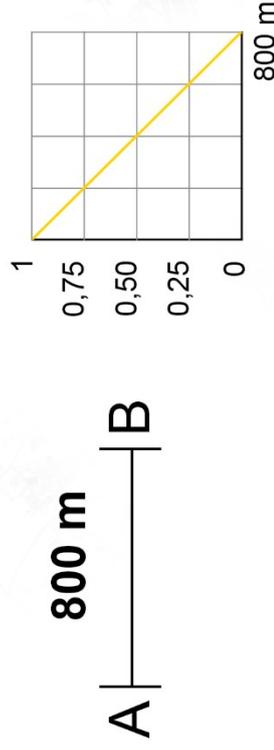
A3 - PISTE CICLABILI E AREE PEDONALI

Piste ciclabili e le aree pedonali attualmente operative, che promuovono una mobilità sostenibile e sicura.

Fonti: *aperTO, infrastrutture ciclabili (2018): <http://aperto.comune.torino.it/dataset/infrastrutture-ciclabili>, Open street map aperTO, aree pedonali (2019): <http://aperto.comune.torino.it/dataset/aree-pedonali>, open street map*

DISTANZA

Per l'indicatore: PISTE CICLABILI E AREE PEDONALI, l'analisi spaziale adoperata è la Distanza, in quanto l'obiettivo è valutare la prossimità a questo indicatore.



NORMALIZZAZIONE

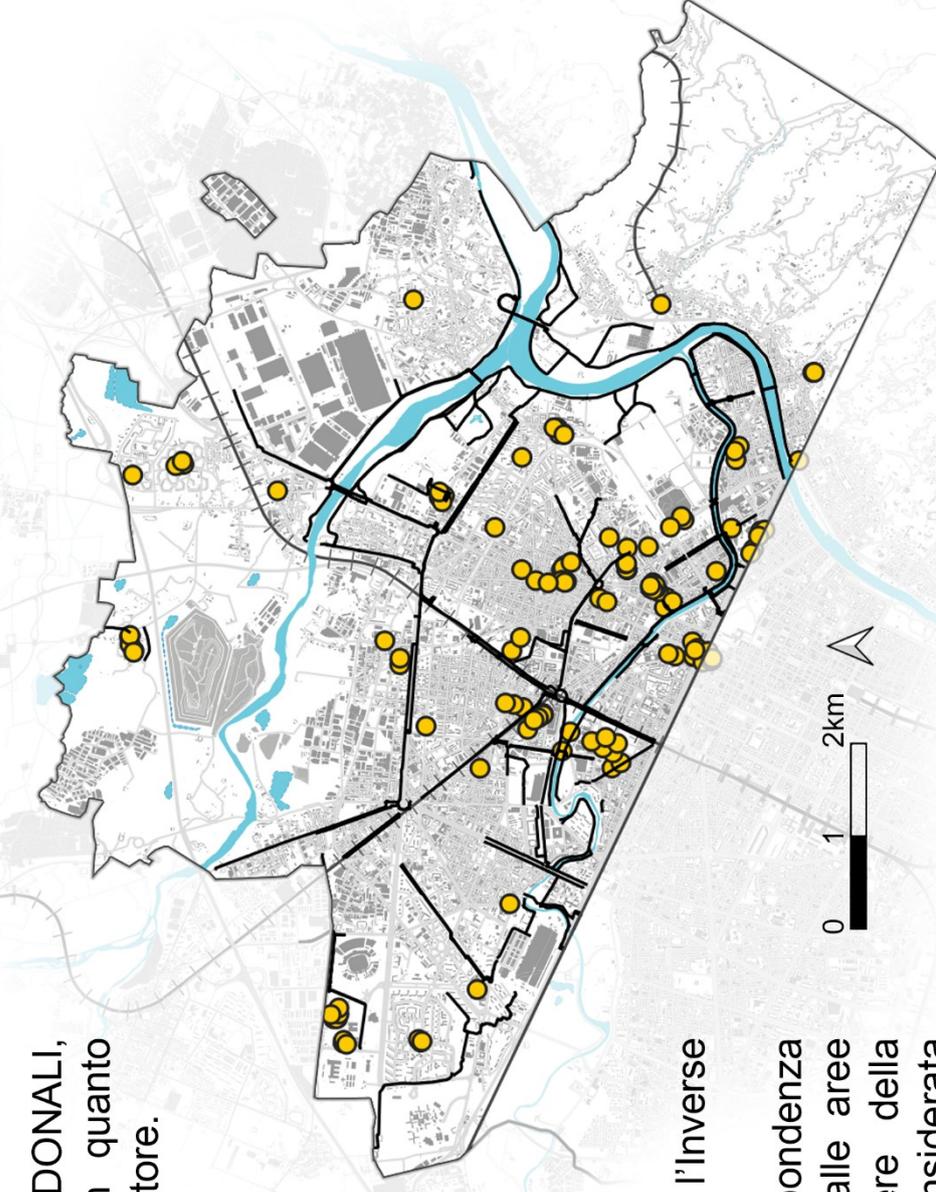
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando l'Inverse Min-Max scaling.

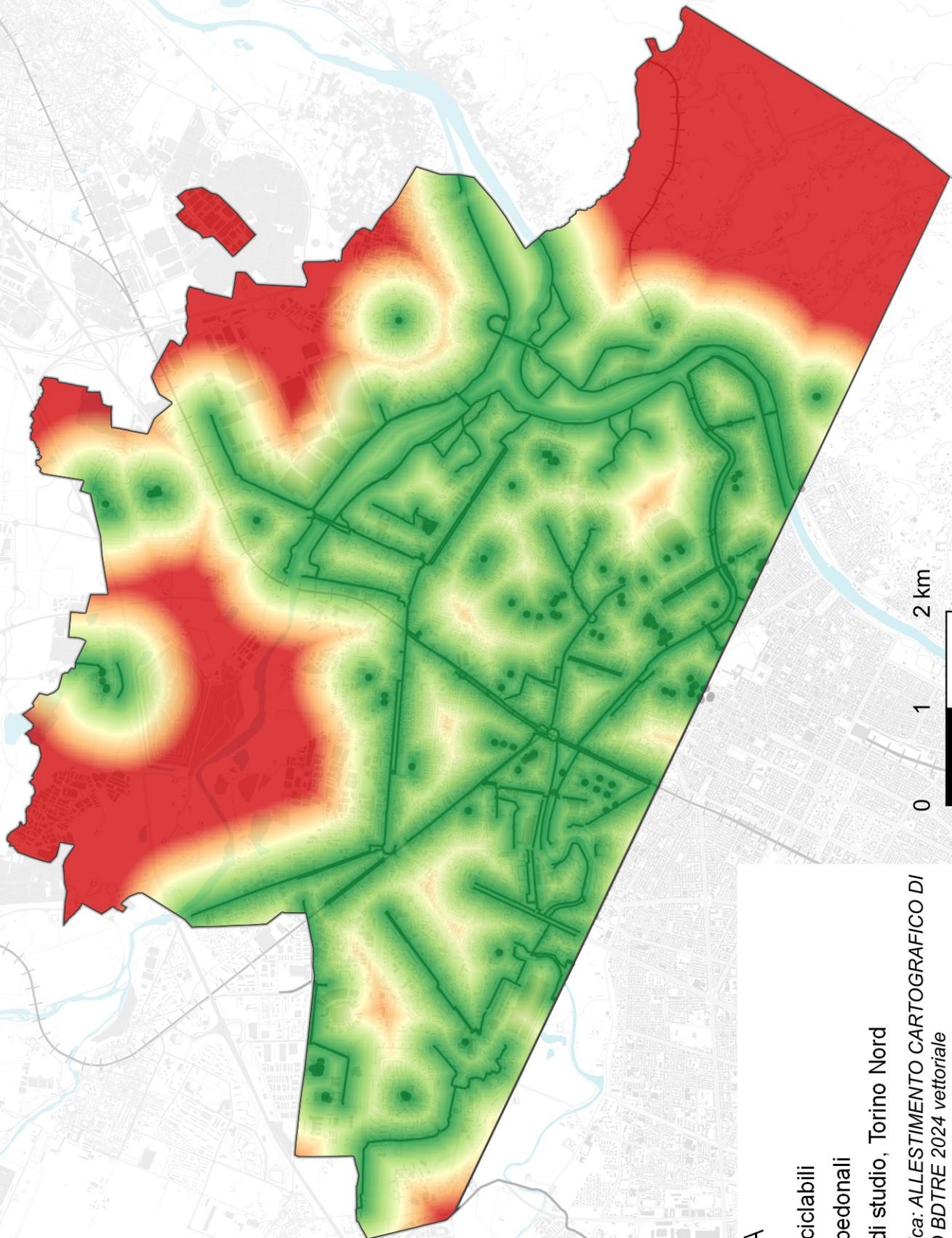
La funzione restituisce un valore pari a 1 in corrispondenza di una distanza nulla dalle piste ciclabili e dalle aree pedonali, e decresce linearmente al crescere della distanza, fino ad azzerarsi a 800m, distanza considerata come limite massimo.

LEGENDA

- Piste ciclabili
- Aree pedonali
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- Piste ciclabili
 - Aree pedonali
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

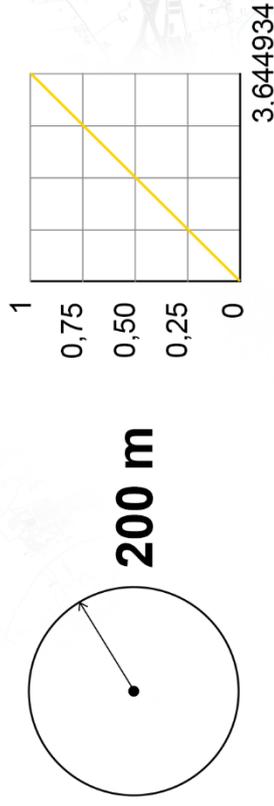
A4- STAZIONI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI

Strutture progettate per il rifornimento a ricarica lenta o rapida di batterie elettriche per automobili private.

Fonti: Chargemap, stazioni di ricarica a Torino: <https://it.chargemap.com/cities/torino-IT-AperTO>, Posizionamento colonnine di ricarica EV (2019): <http://aperto.comune.torino.it/dataset/posizionamento-colonnine-di-ricarica-ev>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: STAZIONI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di stazioni di ricarica presenti nel territorio.



NORMALIZZAZIONE

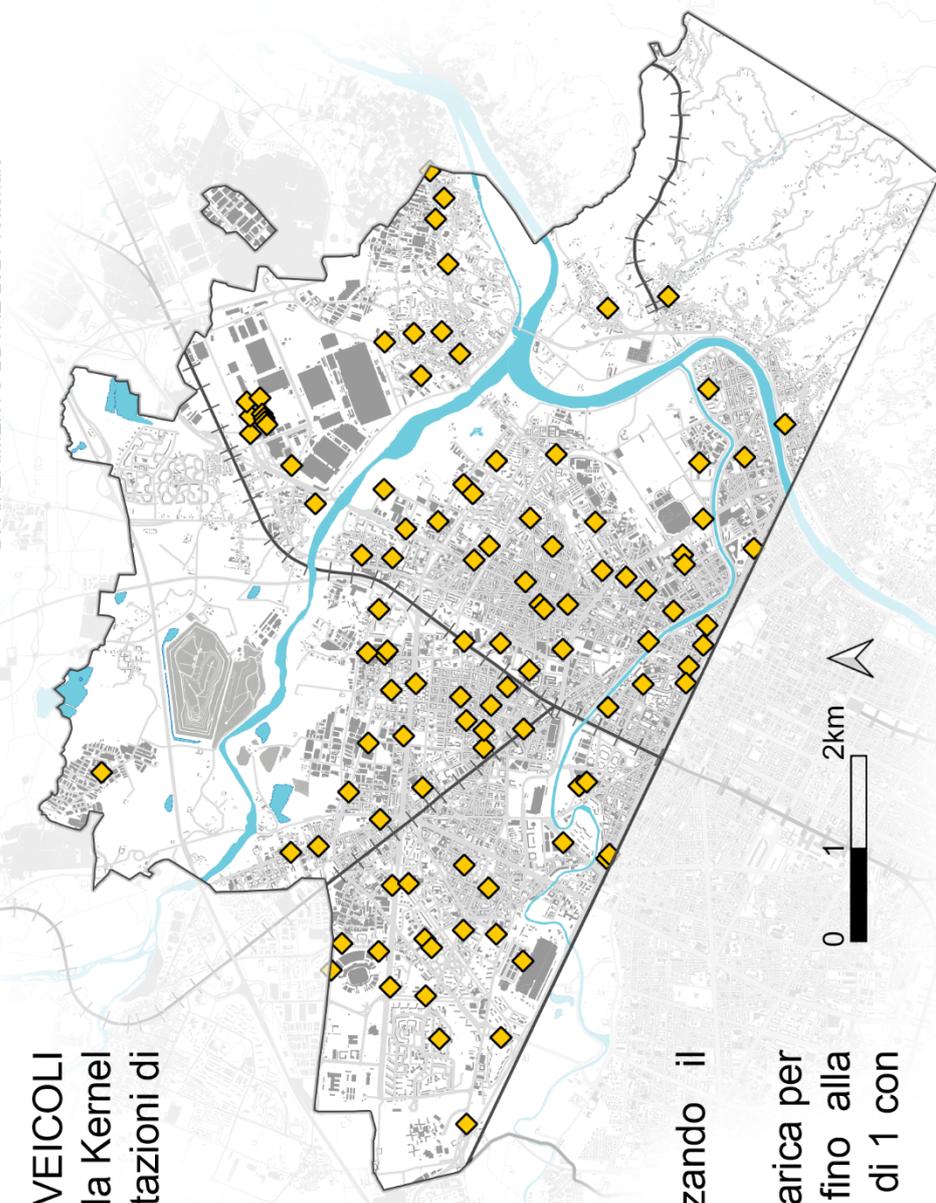
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

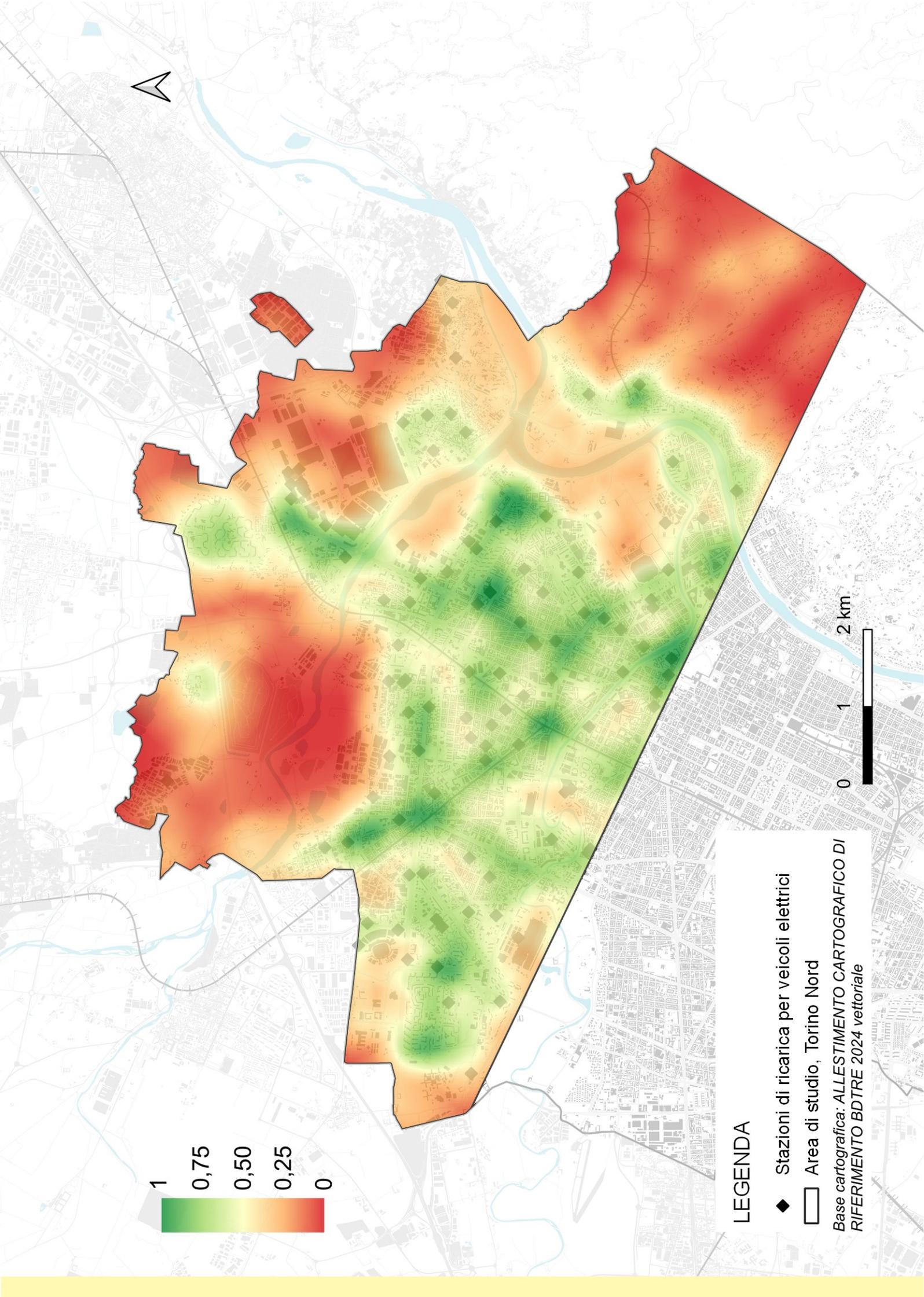
Il valore minimo della densità delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 3,644934 che assume il valore di 1 con un raggio di 200m.

LEGENDA

- ◆ Stazioni di ricarica per veicoli elettrici
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR E 2024 vettoriale





LEGENDA

- ◆ Stazioni di ricarica per veicoli elettrici
 - ▭ Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



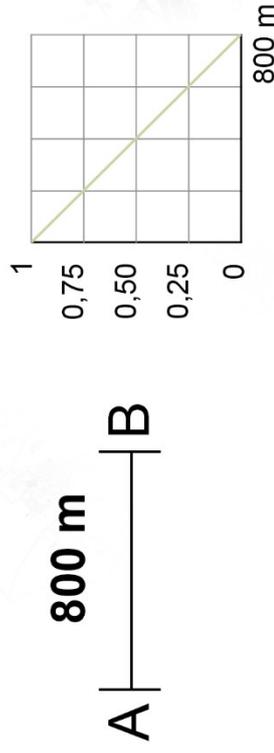
AM1 - AREE VERDI RICREATIVE

Aree naturali ricreative, come parchi e giardini, che migliorano la qualità dell'aria e offrono zone di svago.

Fonte: Torino Greenprint, *Analisi dell'Infrastruttura Verde del Comune di Torino: Allegato 1 delle tavole di piano, tavola 21C, PDF. (2021)*
<http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/>

DISTANZA

Per l'indicatore: AREE VERDI RICREATIVE, l'analisi spaziale adoperata è la Distanza, in quanto l'obiettivo è valutare la prossimità a questo indicatore.



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando l'Inverse Min-Max scaling.

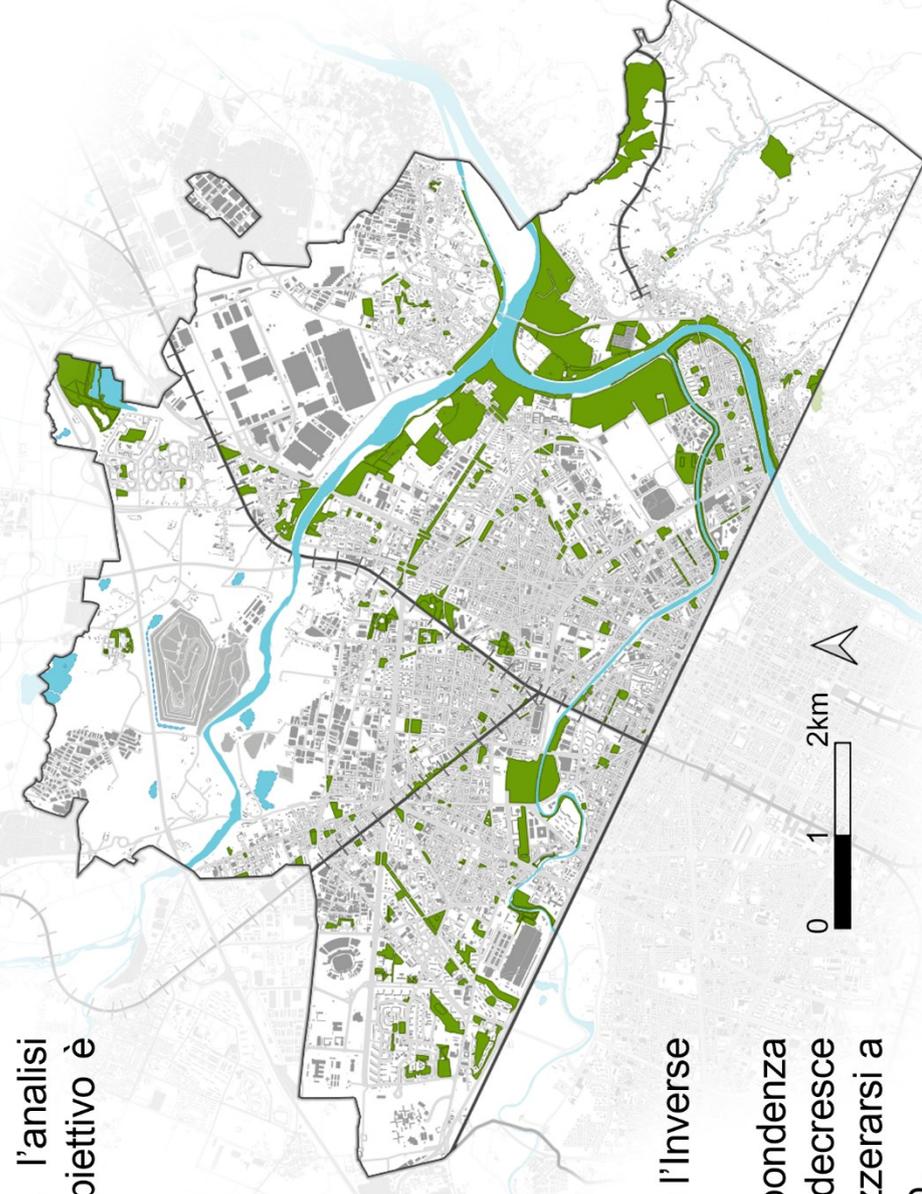
La funzione restituisce un valore pari a 1 in corrispondenza di una distanza nulla dalle aree verdi ricreative, e decresce linearmente al crescere della distanza, fino ad azzerarsi a 800m, distanza considerata come limite massimo.

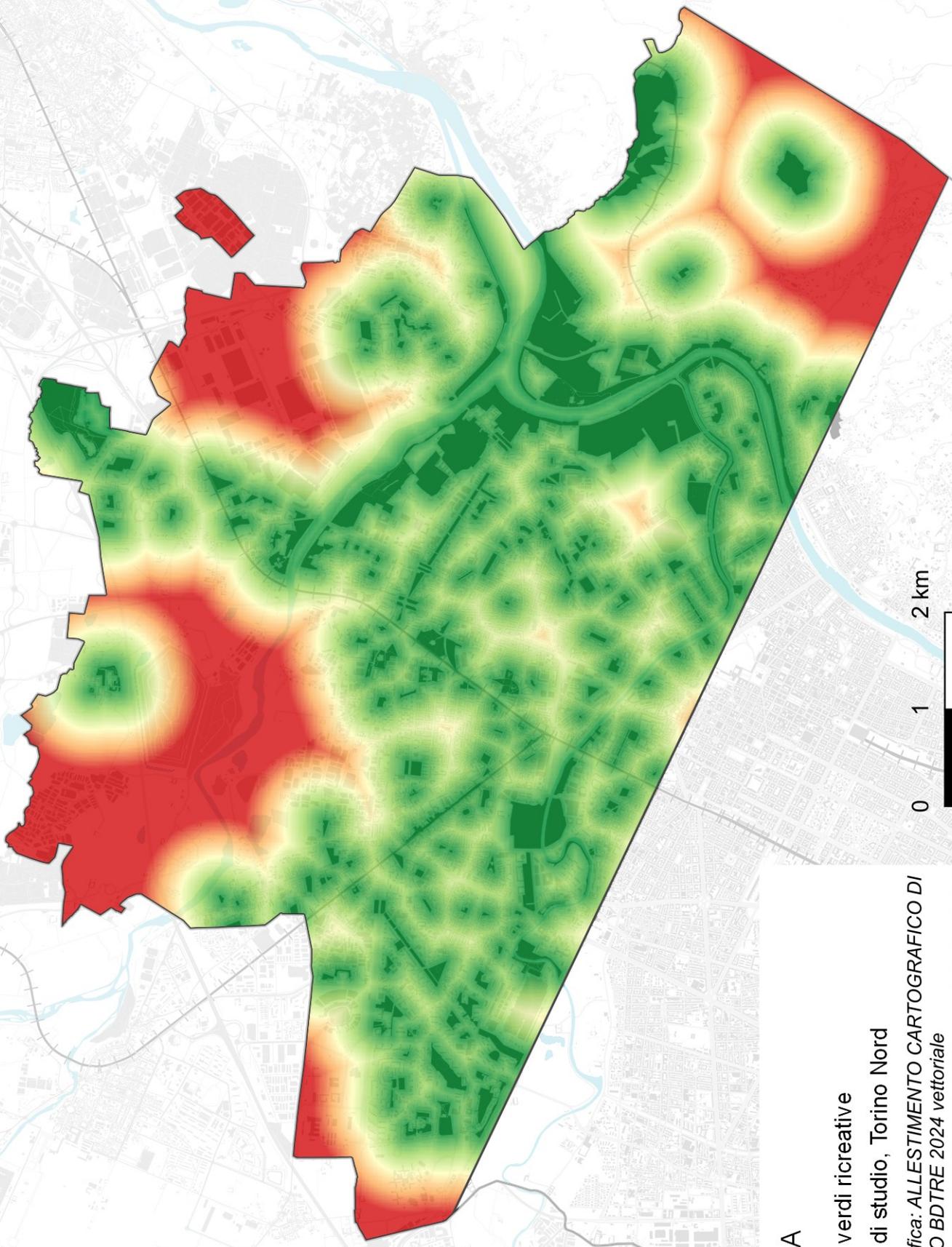
LEGENDA

 Aree verdi ricreative

 Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale





LEGENDA

-  Aree verdi ricreative
-  Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

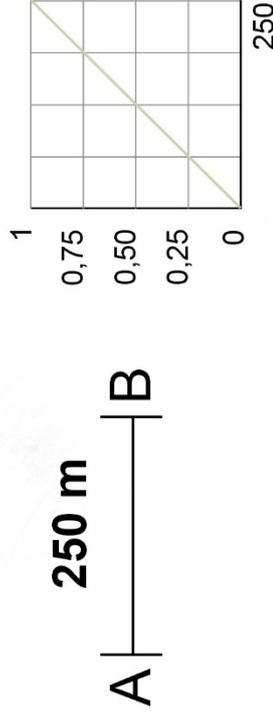
AM2 - TRAFFICO

Flusso di veicoli nelle strade urbane, che può influire sulla mobilità, sulla qualità dell'aria e sul livello di rumore. Analisi delle aree di coda sul territorio.

Fonte: Geoportale Piemonte, traffico giornaliero medio e altri dati SVR (2023) su elemento stradale BDTRE, selezione delle aree di coda: https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:3dab7c27-ca3e-4dc7-ad7e-9ecefe6b9dc9

DISTANZA

Per l'indicatore: TRAFFICO, l'analisi spaziale adoperata è la Distanza, in quanto l'obiettivo è valutare la prossimità a questo indicatore.



A |-----| B

250 m

NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

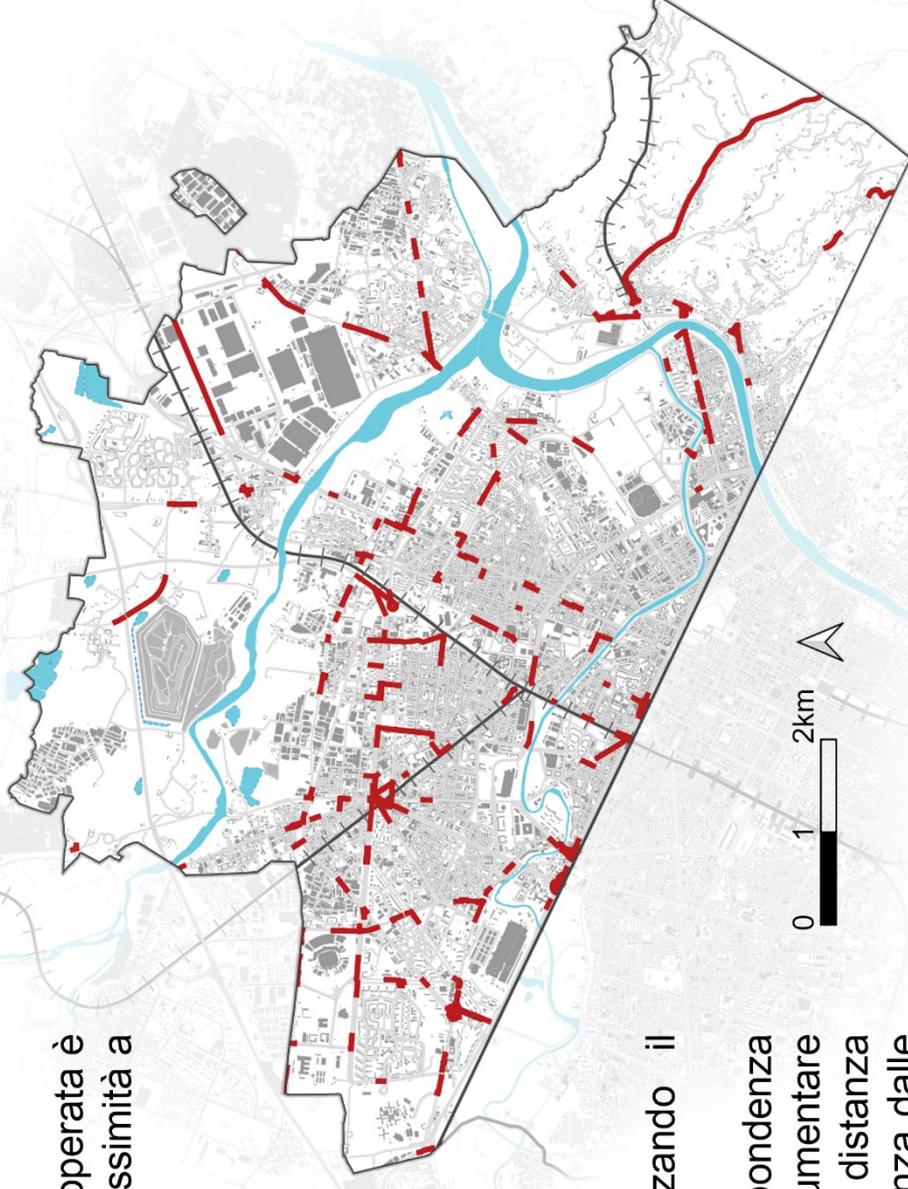
La funzione restituisce un valore pari a 0 in corrispondenza di una distanza nulla, e cresce linearmente all'aumentare della distanza, fino ad arrivare a 1 a 250m, distanza considerata come positiva per la maggiore distanza dalle aree di traffico.

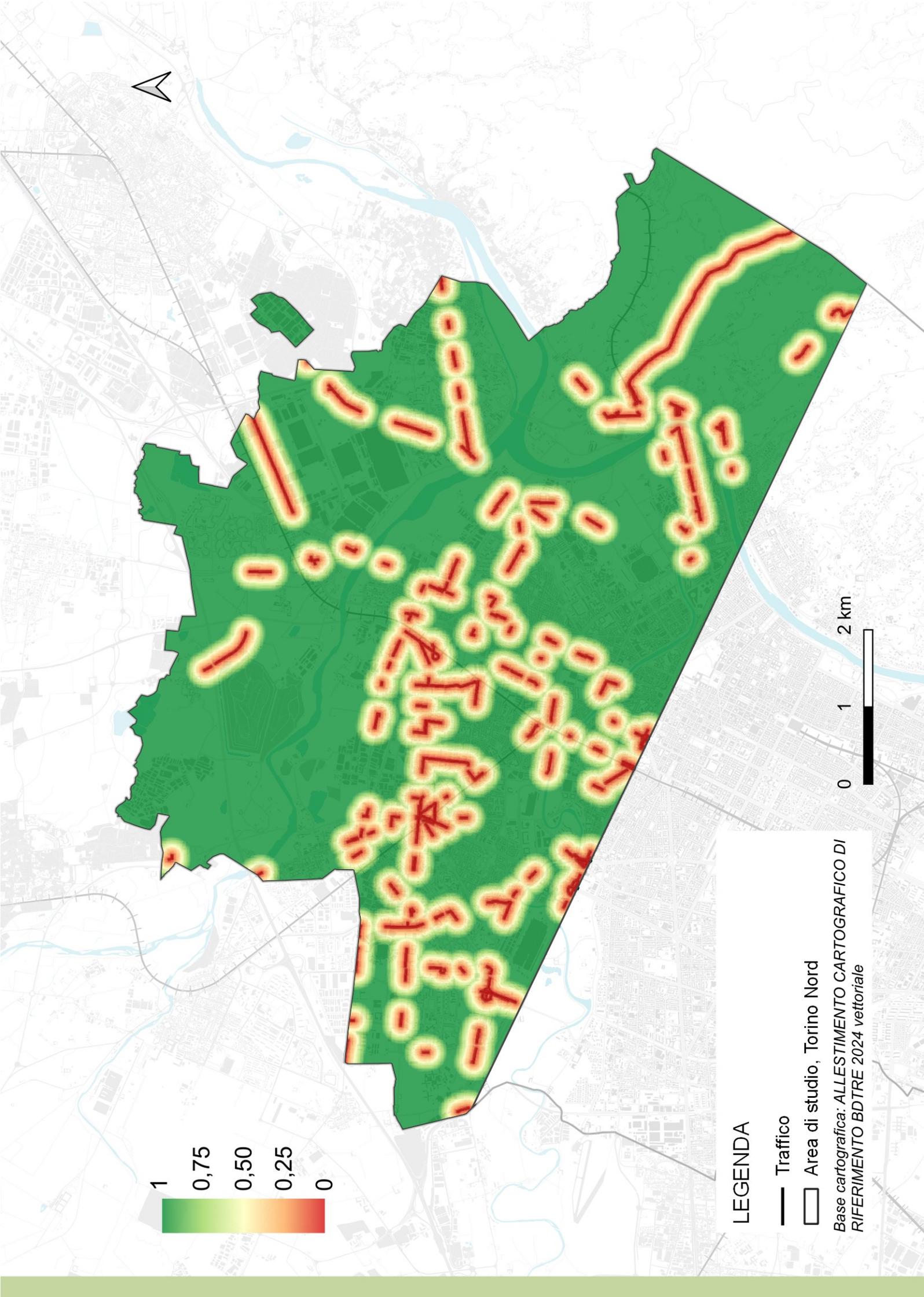
LEGENDA

Traffico

Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- Traffico
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



AM3 - ISOLE DI CALORE

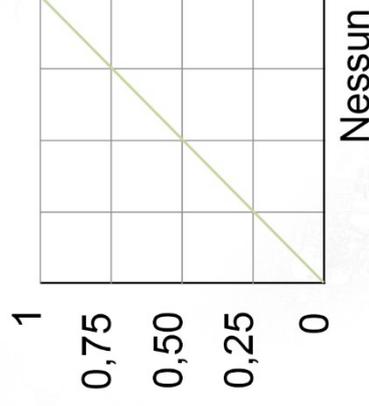
Aree urbane con temperature più elevate, rispetto alle zone circostanti, causate dall'asfalto, dagli edifici e dalla mancanza di vegetazione.

Fonte: Elena M., Melis G., Zengarini N., Di Gangi E., Ricciardi G., Mercogliano P., Costa G.,
Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at
socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy),
Urban Climate, 2023.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523001086?via%3Dihub>

RICLASSIFICAZIONE

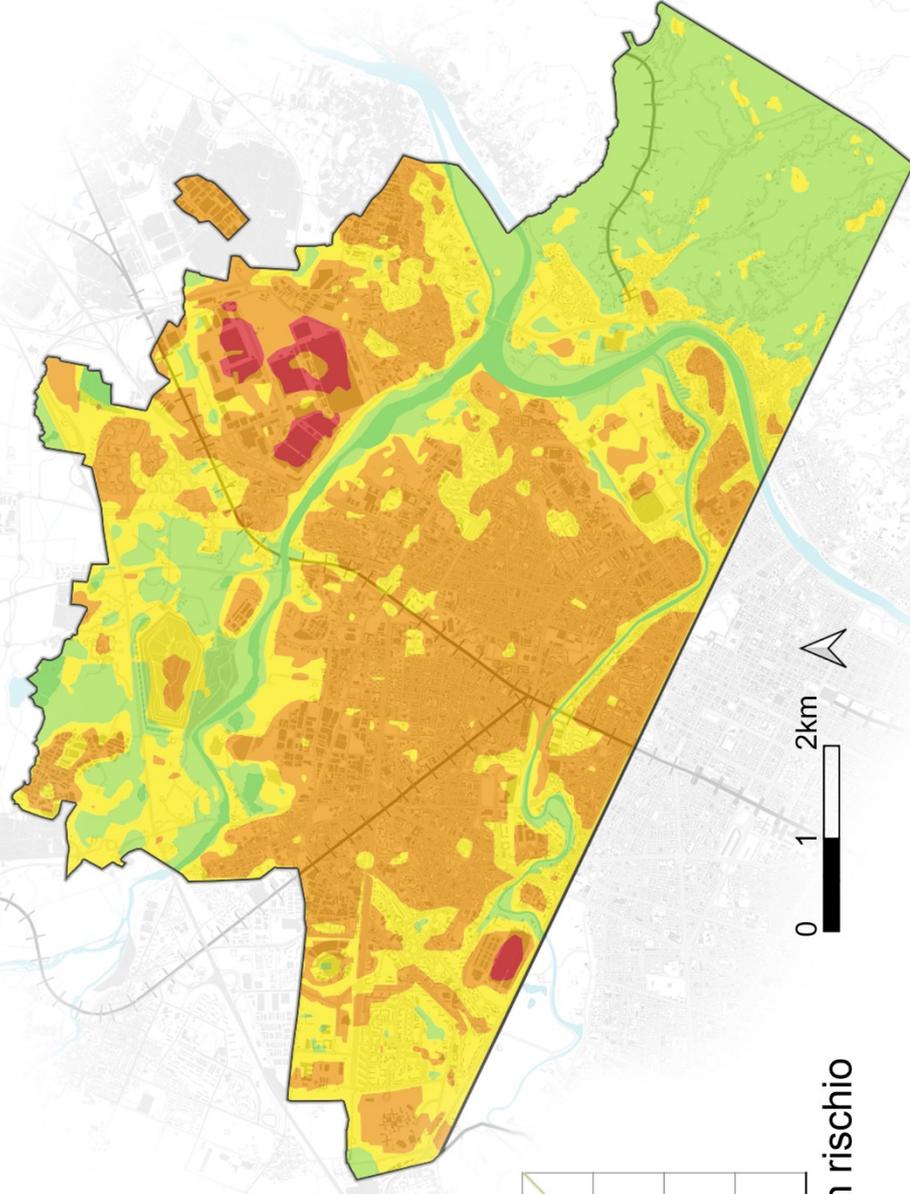
Per l'indicatore: ISOLE DI CALORE, l'analisi spaziale adoperata è la Riclassificazione. I quattro valori qualitativi sono stati rielaborati per poter essere rappresentati su una scala che va da 0 a 1, in valori quantitativi.

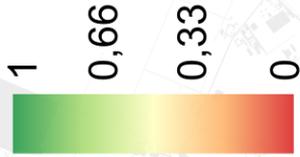
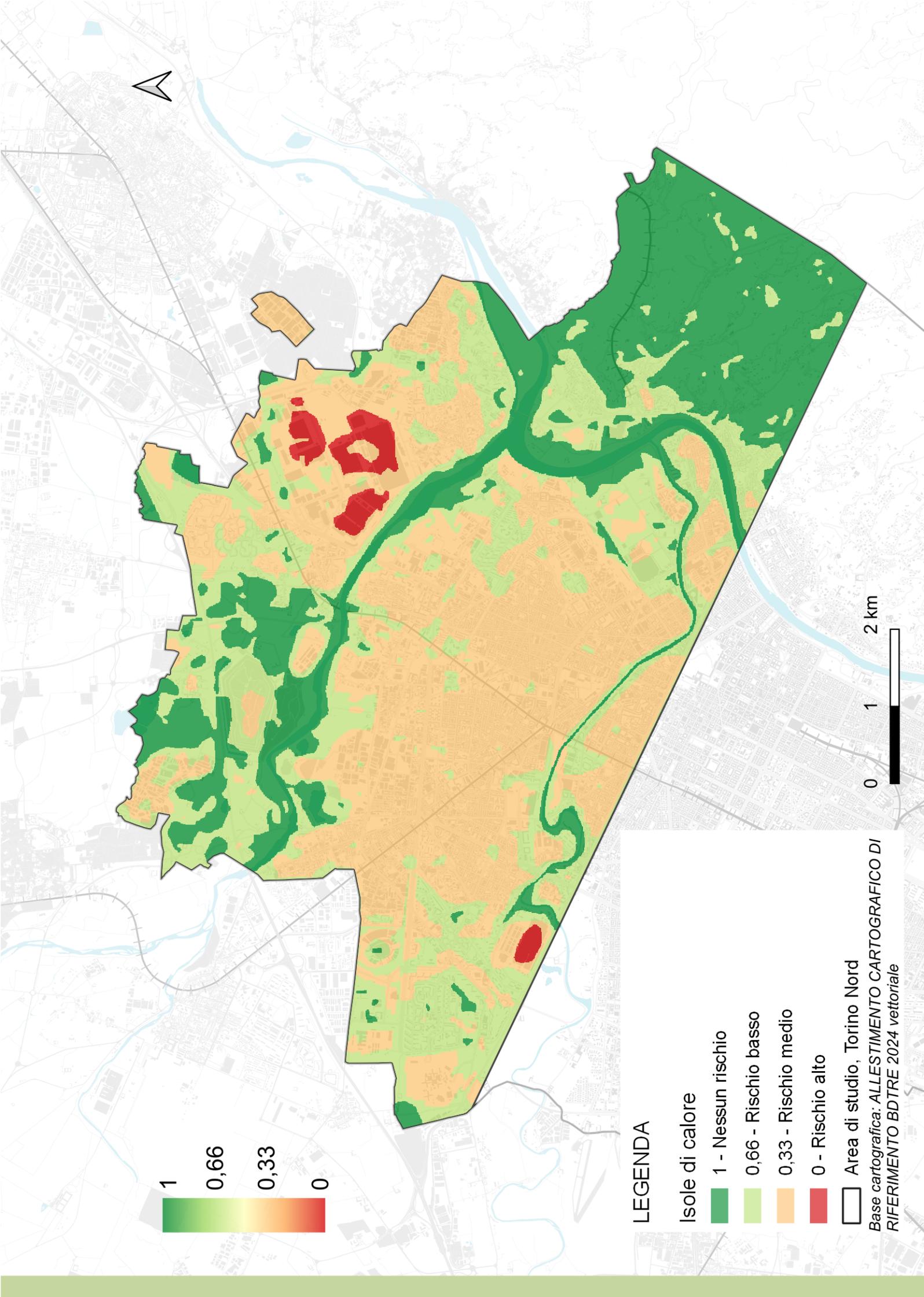
Nessun rischio	1
Rischio basso	0,666
Rischio medio	0,333
Rischio alto	0



- LEGENDA
- Nessun rischio
 - Rischio basso
 - Rischio medio
 - Rischio alto
 - Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO
DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

Isole di calore

-  1 - Nessun rischio
-  0,66 - Rischio basso
-  0,33 - Rischio medio
-  0 - Rischio alto

 Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

0 1 2 km

AM4 - TELERISCALDAMENTO

Servizio sostenibile, conveniente e sicuro di riscaldamento a distanza per il trasporto di calore, prodotto in centrali moderne e all'avanguardia, da centrali di produzione ai singoli utenti sul territorio.

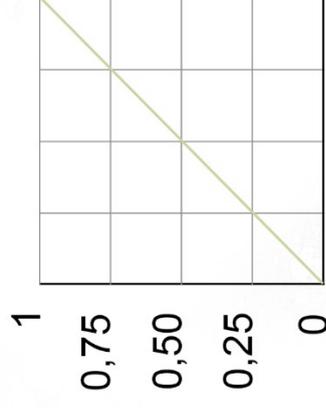
Fonte: Città Metropolitana di Torino, IREN, Termovalorizzatore dei rifiuti di Torino, teleriscaldamento, 2021, PDF.

http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/ambiente/dwd/comitato-locale-di-controllo/Sedute_e_Assemblee/2021/IREN_teleriscaldamento.pdf

RICLASSIFICAZIONE

Per l'indicatore: TELERISCALDAMENTO, l'analisi spaziale adoperata è la Riclassificazione. I due valori qualitativi sono stati rielaborati per poter essere rappresentati su una scala che va da 0 a 1, in valori quantitativi.

Area servita da teleriscaldamento	1
Area non servita da teleriscaldamento	0



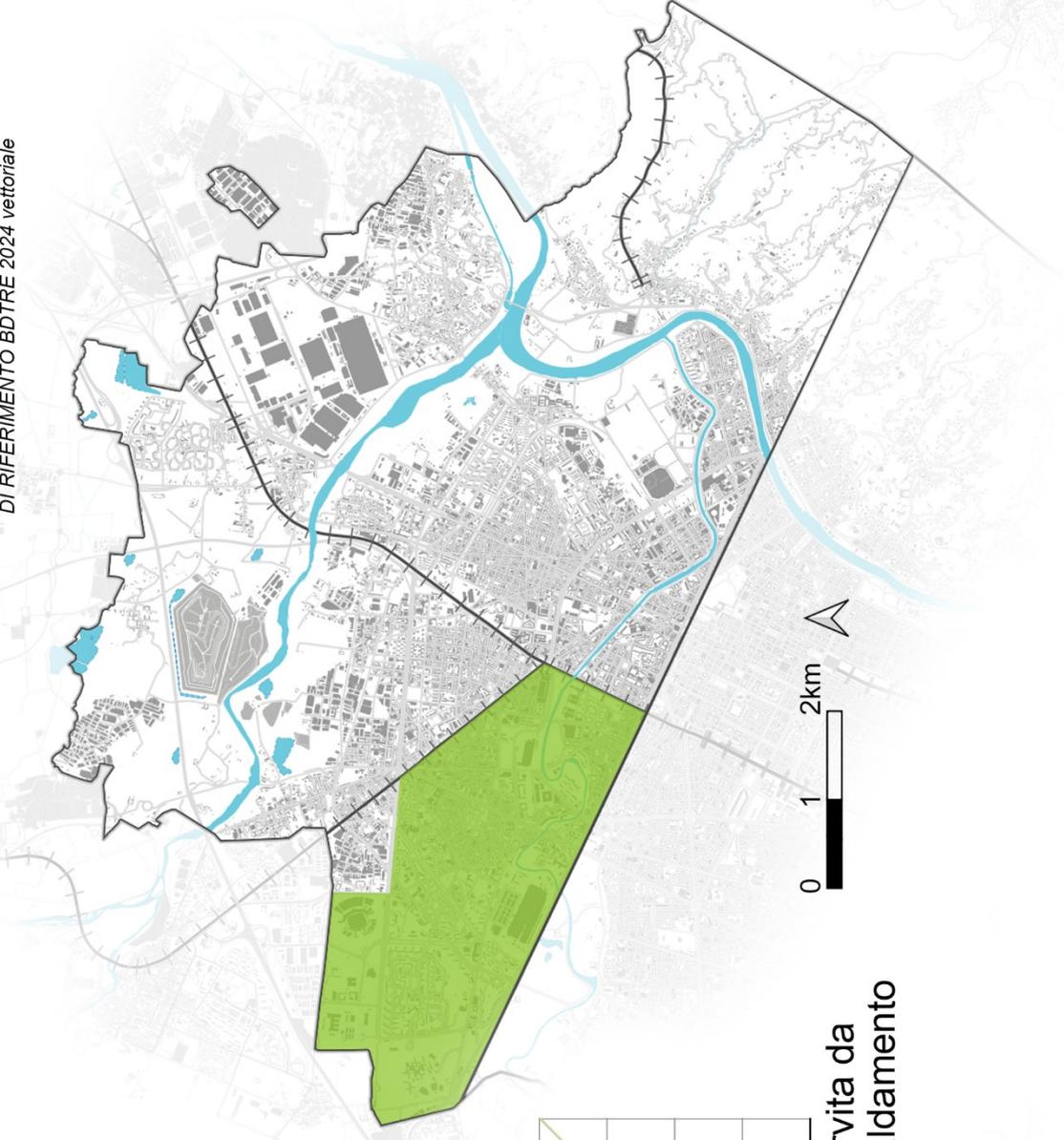
Area servita da teleriscaldamento

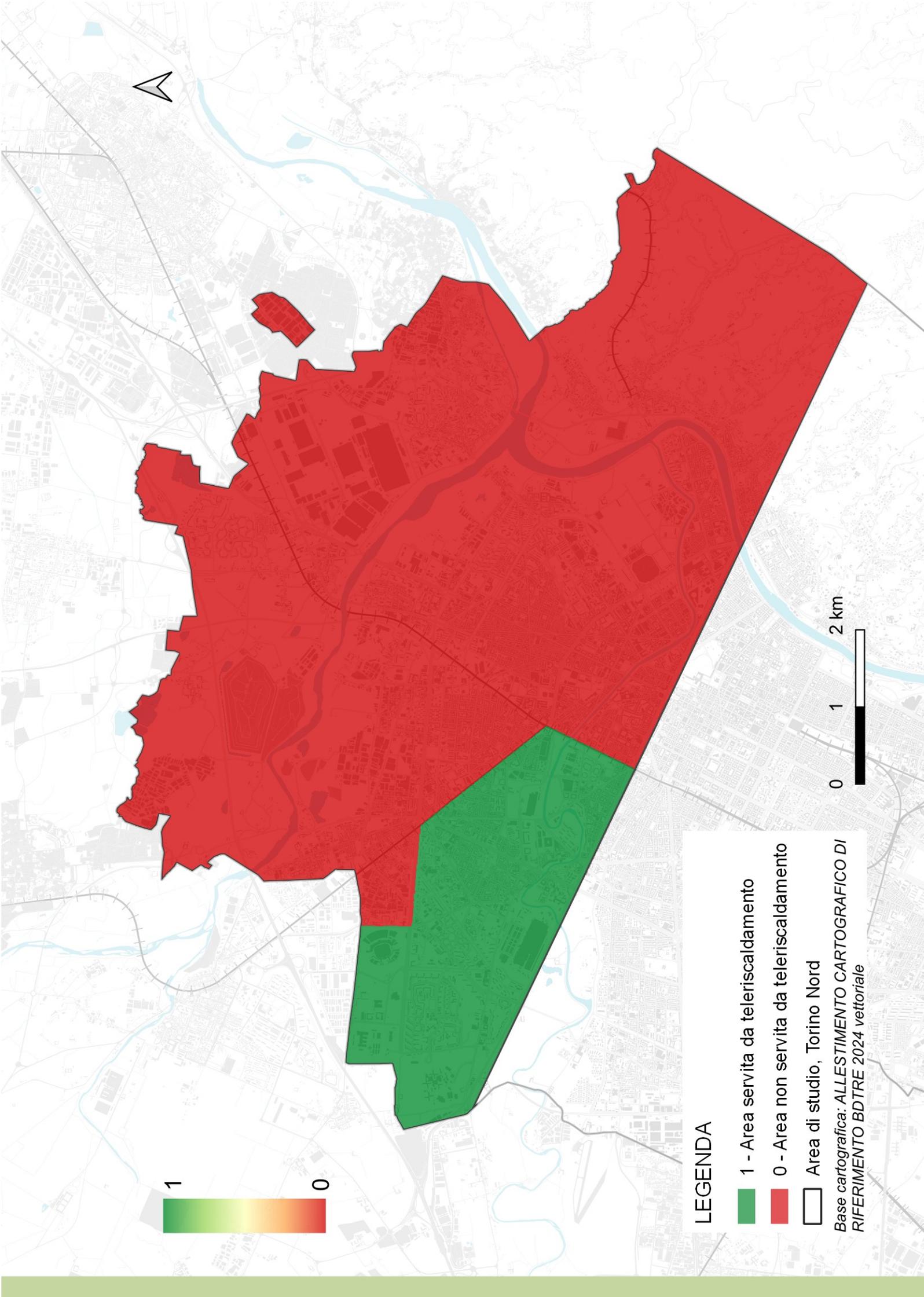
LEGENDA

 Teleriscaldamento

 Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

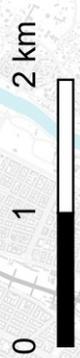




LEGENDA

-  1 - Area servita da teleriscaldamento
-  0 - Area non servita da teleriscaldamento
-  Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



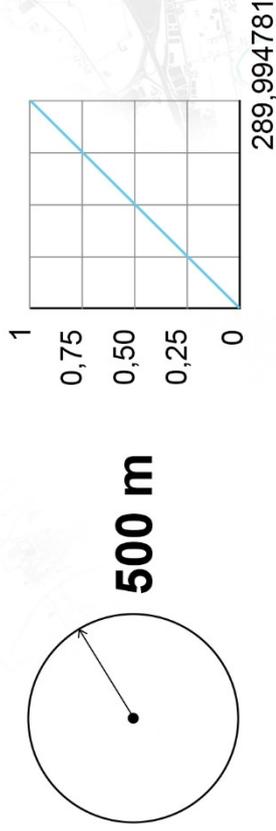
E1 - ATTIVITÀ COMMERCIALI DI PROSSIMITÀ

Negozi di vicinato che offrono beni e servizi quotidiani, favorendo la vitalità del quartiere e l'accessibilità ai prodotti essenziali.

Fonte: Geoportale Torino, attività commerciali (2024): <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=967&currTab=rndt>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: ATTIVITÀ COMMERCIALI DI PROSSIMITÀ, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di attività presenti nel territorio.



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

Il valore minimo della densità delle attività commerciali, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 289,994781 che assume il valore di 1 con un raggio di 500m.

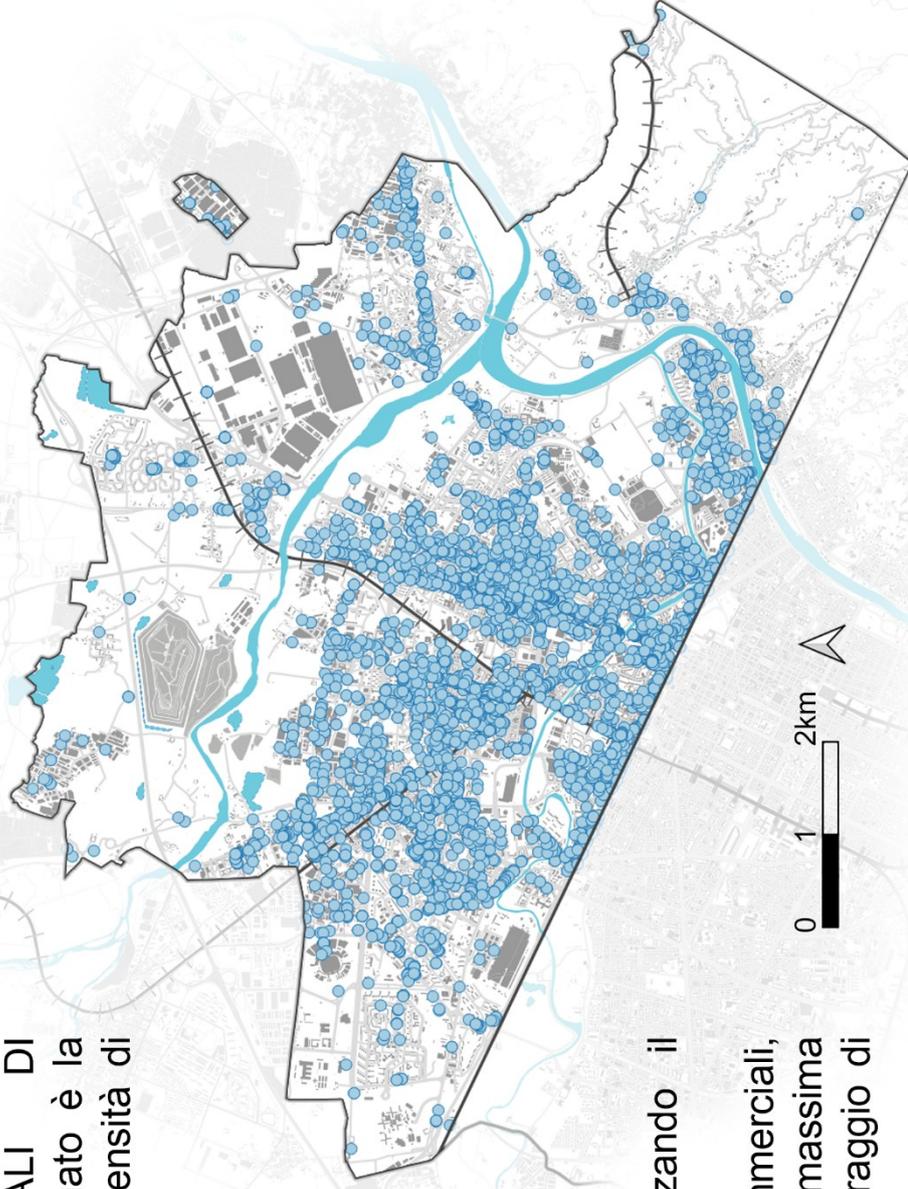
LEGENDA

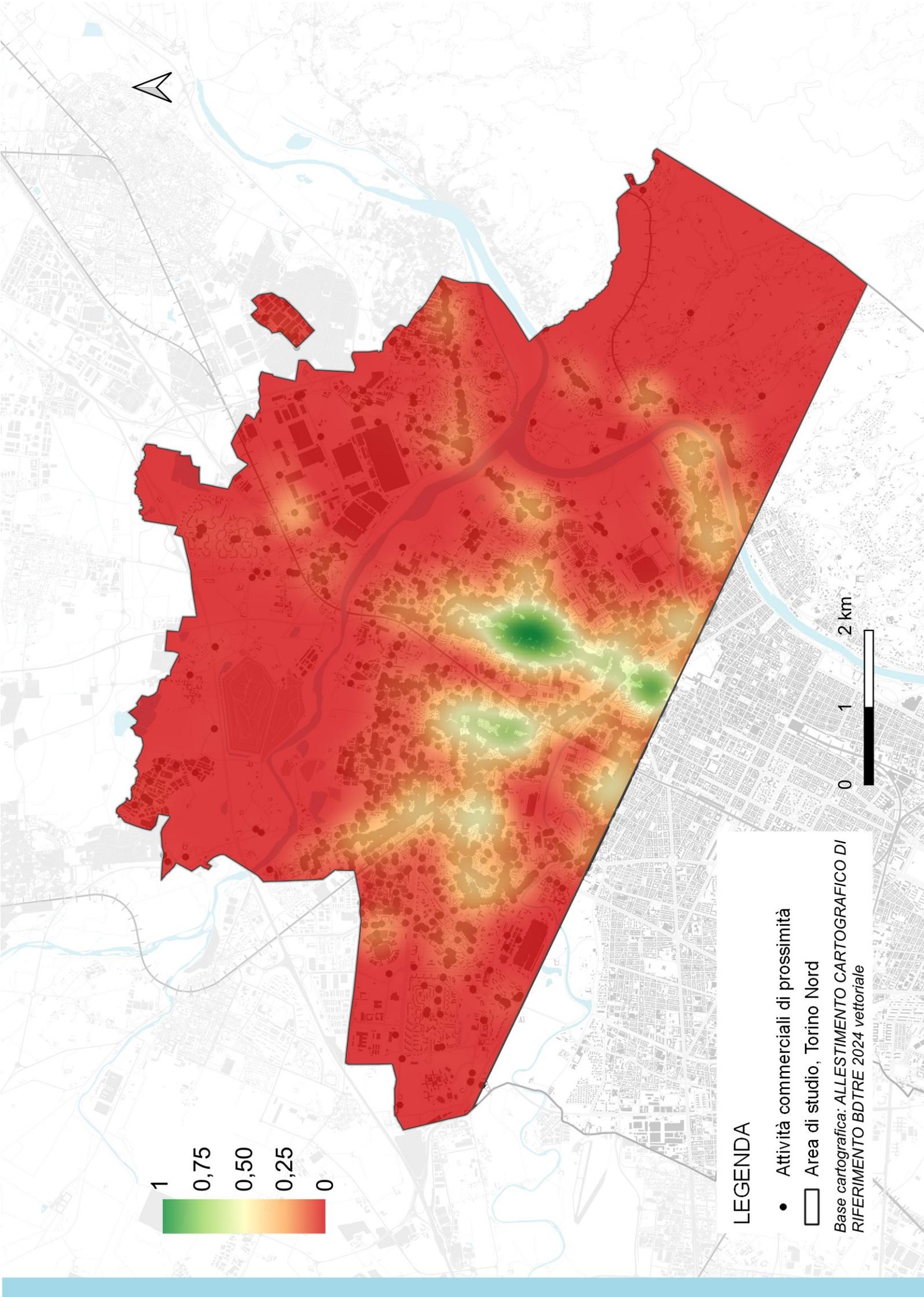
- Attività commerciali di prossimità



Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR E 2024 vettoriale





LEGENDA

- Attività commerciali di prossimità
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



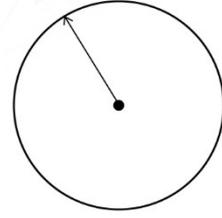
E2- GRANDI POLI ATTRATTORI

Settori strategici che guidano la crescita della città, attraggono investimenti e creano occupazione.

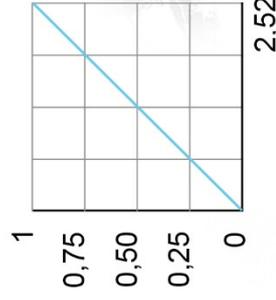
Fonte: elaborazione della candidata

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: GRANDI POLI ATTRATTORI, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di poli attrattori presenti nel territorio.



1 km



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

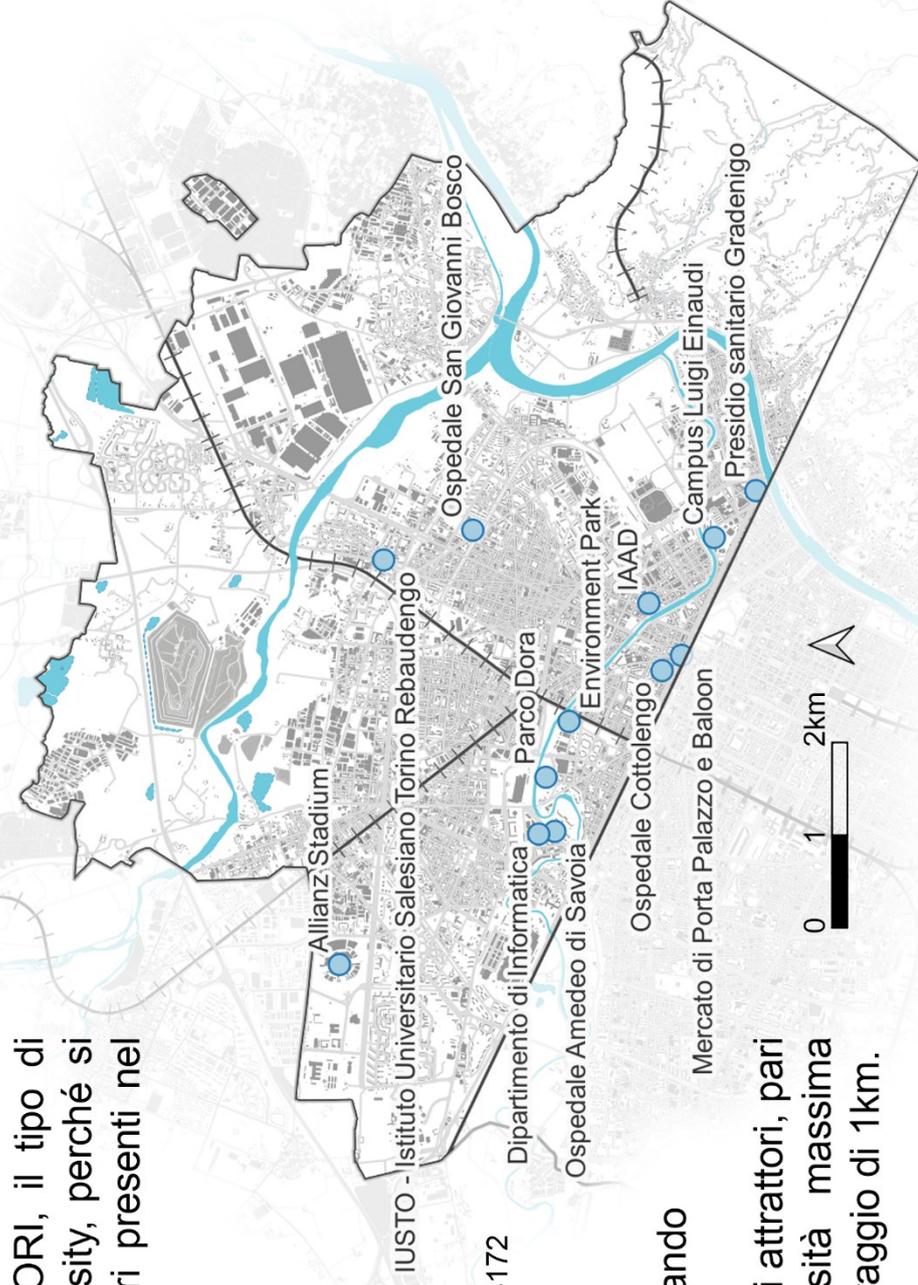
Il valore minimo della densità dei grandi poli attrattori, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 2,524172 che assume il valore di 1 con un raggio di 1km.

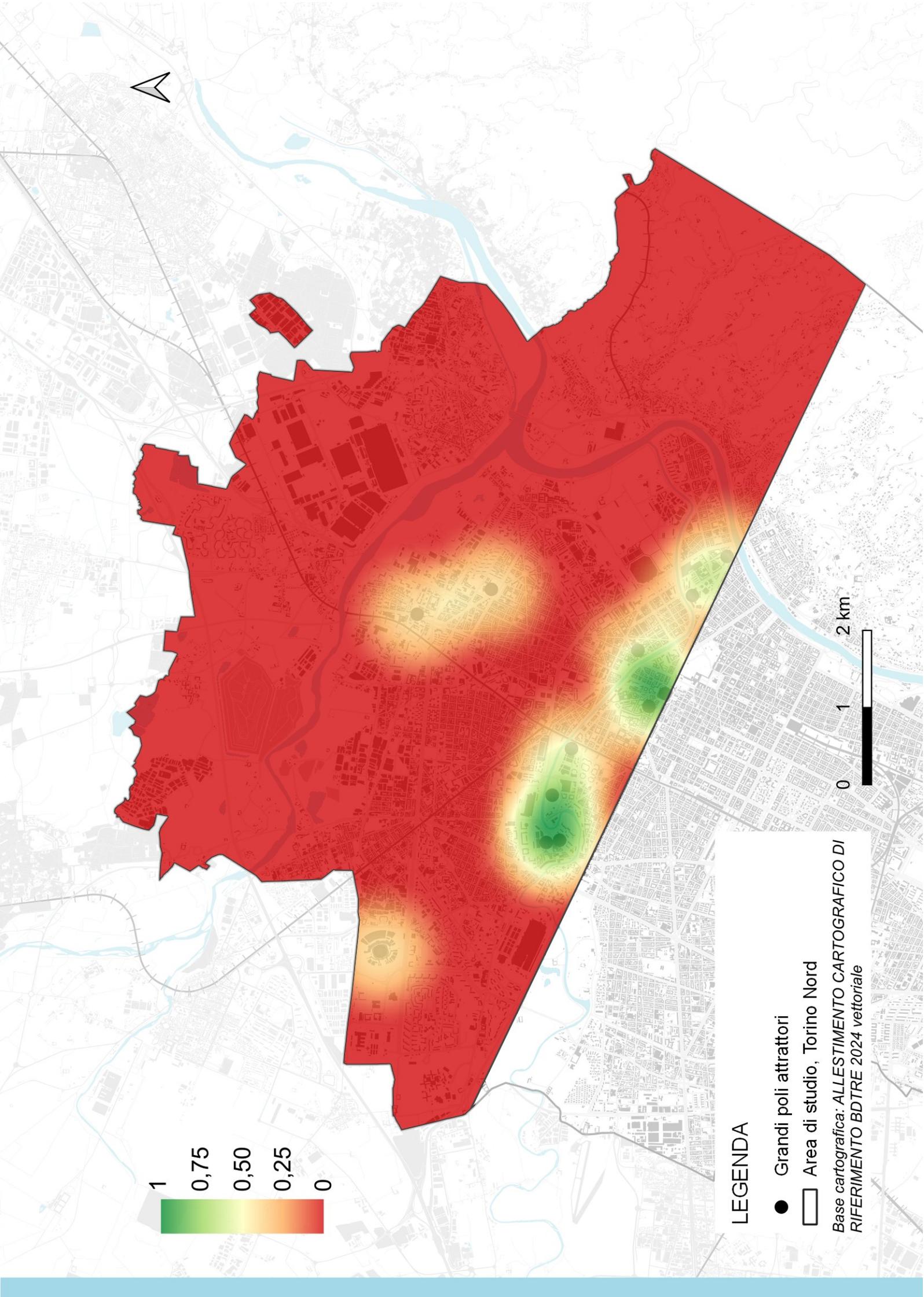
LEGENDA

● Grandi poli attrattori

□ Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTR 2024 vettoriale





LEGENDA

- Grandi poli attrattori
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



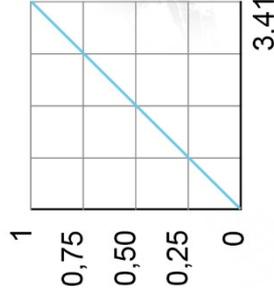
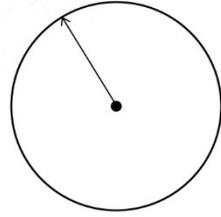
E3- MODELLI INNOVATIVI DI BUSINESS

Start up innovative ad alto tasso di impiego giovanile orientato all'innovazione digitale, scientifica o tecnologica creano occupazione.

Fonte: *Start up innovative, Camera di Commercio (2024)*:
<https://startup.registroimprese.it/isin/static/startup/index.html?slideJump=32>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: MODELLI INNOVATIVI DI BUSINESS, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di Start Up innovative presenti nel territorio.



NORMALIZZAZIONE

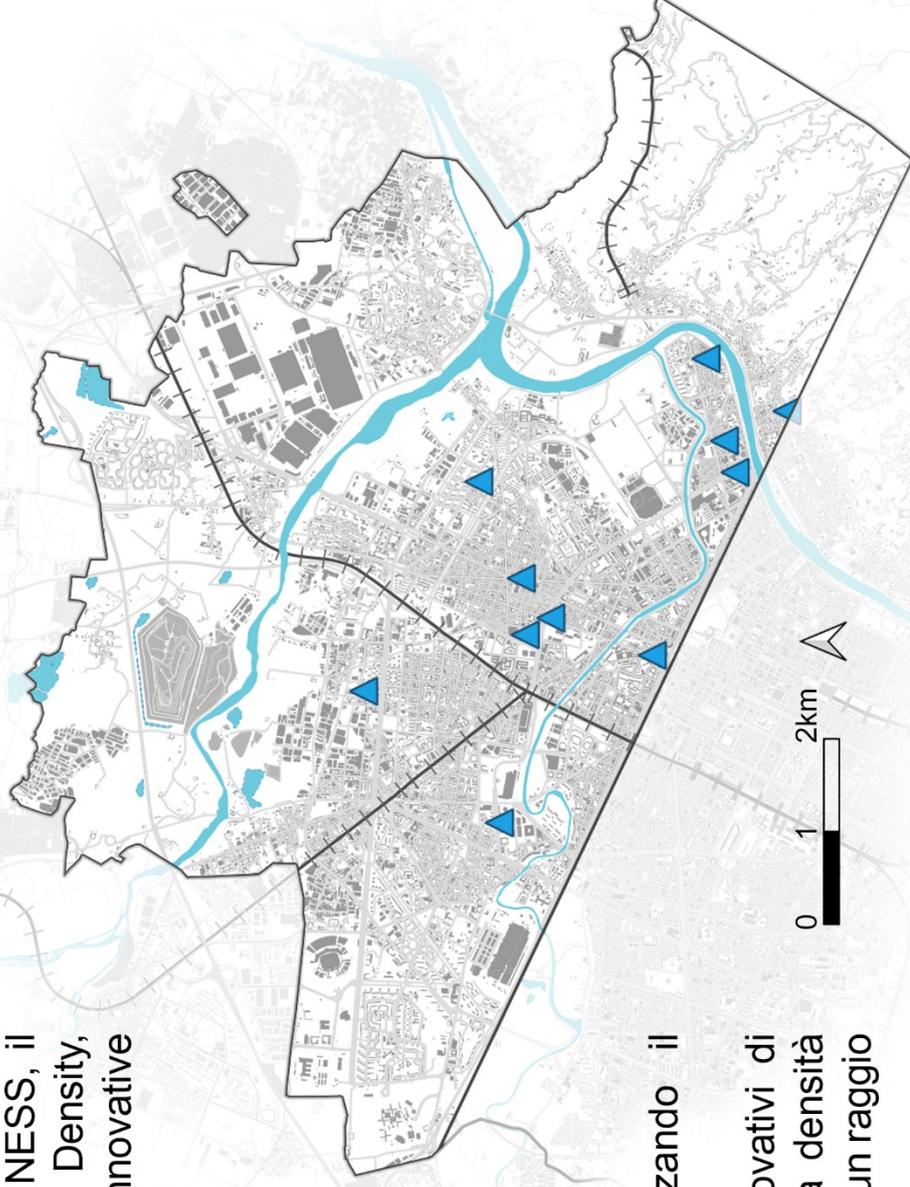
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

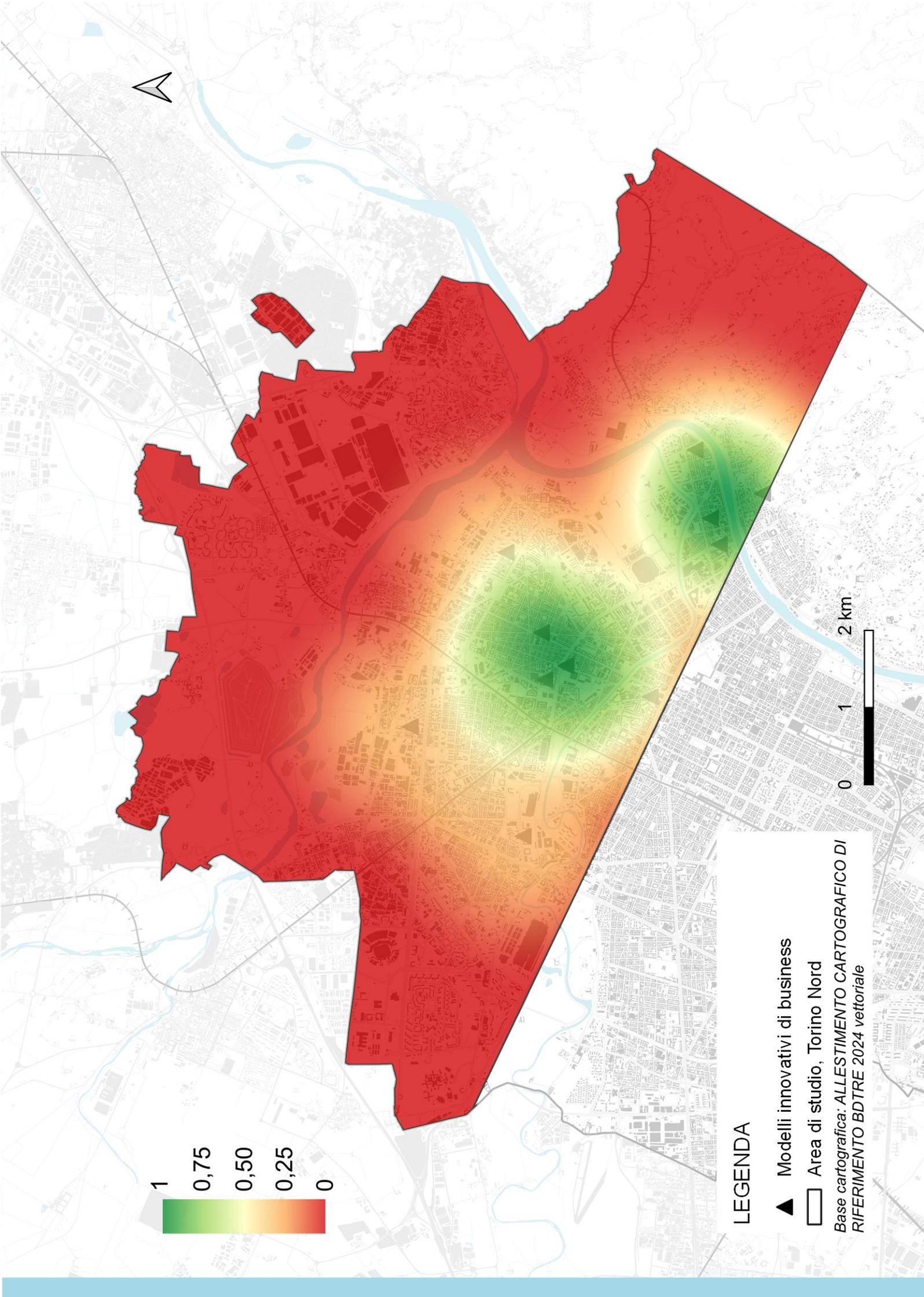
Il valore minimo della densità dei modelli innovativi di business, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 3,416181 che assume il valore di 1 con un raggio di 2km.

LEGENDA

- ▲ Modelli innovativi di business
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- ▲ Modelli innovativi di business
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

0 1 2 km

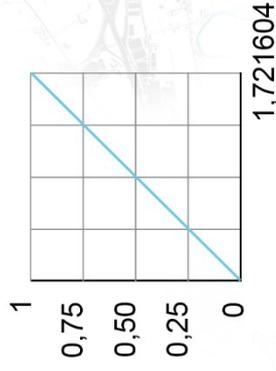
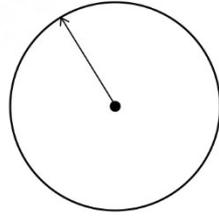
E4- MERCATI RIONALI E FIERE

Luoghi dedicati alla vendita di diversi prodotti che favoriscono il contatto diretto tra venditori e clienti e rappresentano le tradizioni locali, sostenendo i piccoli commercianti e promuovendo prodotti spesso a chilometro zero.

Fonte: *Geoportale Piemonte, mercati (2010):*
https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/geonetwork/api/records/c_1219:b4e3cf64-7bd1-45df-98cd-633aa4082921

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: MERCATI RIONALI E FIERE, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di mercati e fiere presenti nel territorio.



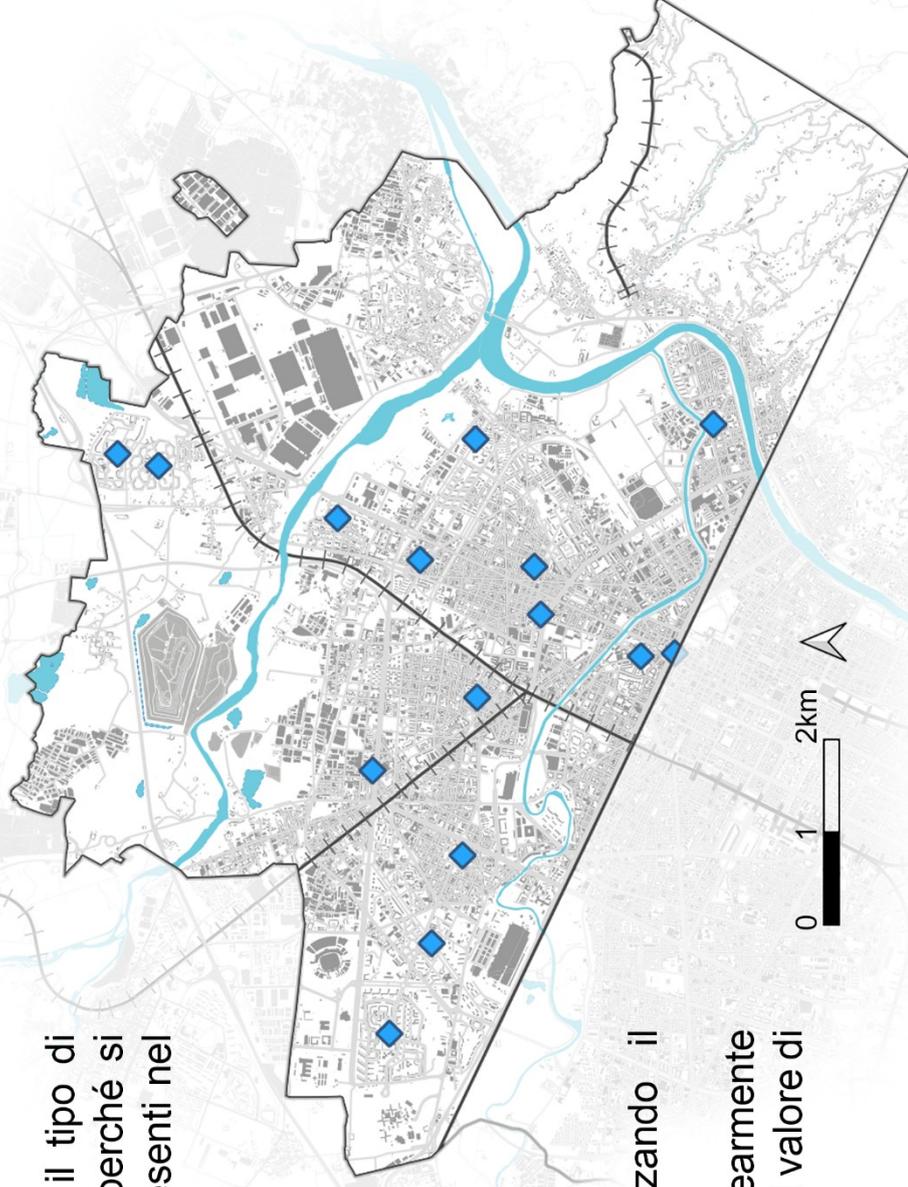
NORMALIZZAZIONE

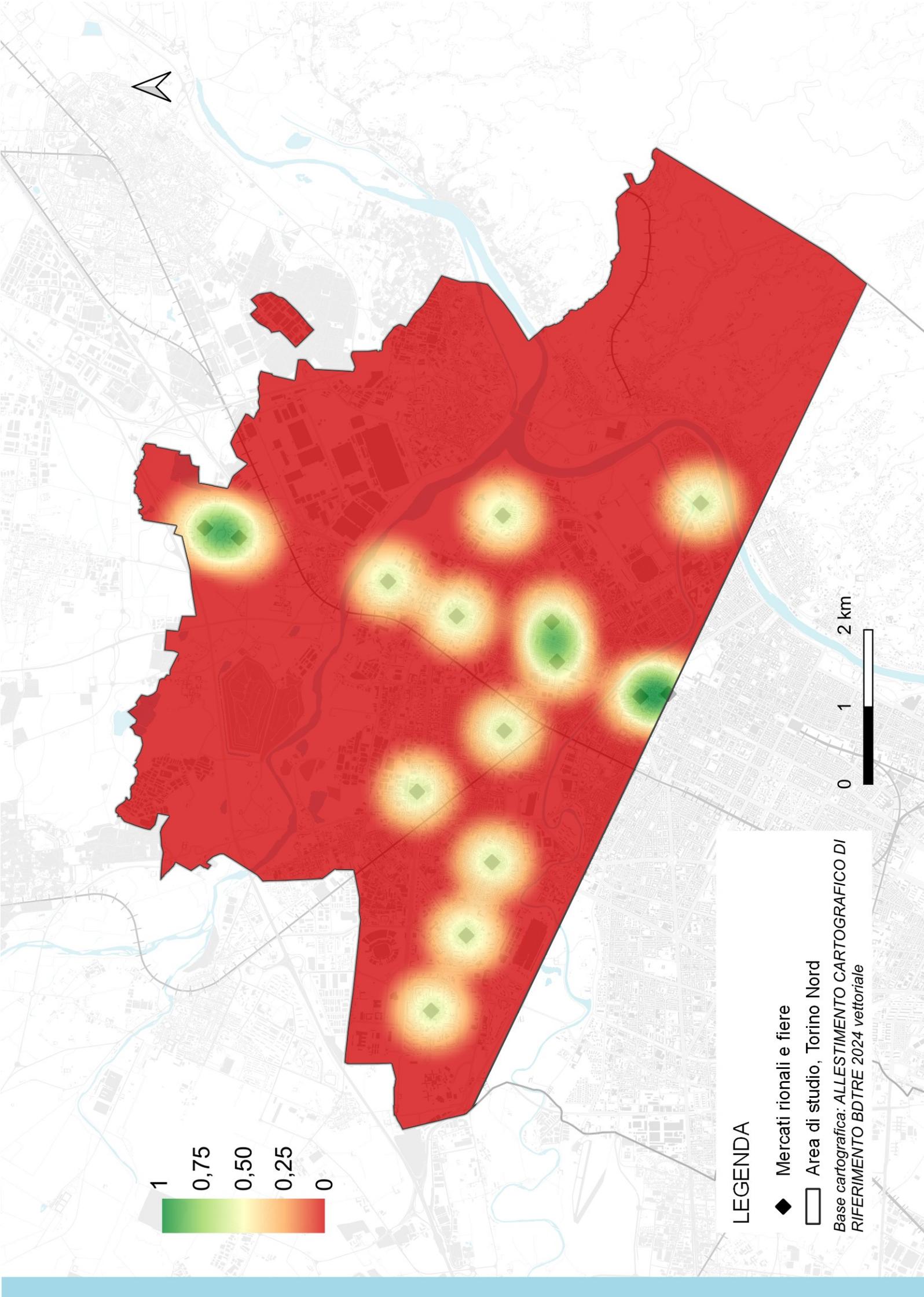
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max. Il valore minimo della densità, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 1,721604 che assume il valore di 1 con un raggio di 750m.

LEGENDA

-  Mercati rionali e fiere
-  Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO
DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- ◆ Mercati regionali e fiere
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



S1- SERVIZI SANITARI

Servizi che offrono supporto e assistenza alla comunità, concentrandosi sulla salute e il benessere delle persone nel territorio.

Fonti: Geoportale Torino, farmacie (2011): <http://geoportale.comune.torino.it/geocatalogocoto/index.jsp>

Open street map (amenity, pharmacy) (2024)

Geoportale Torino, consultori (2014):

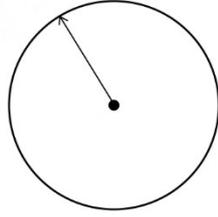
<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=955&currTab=mdt>

Geoportale Torino, sedi ASL (2014):

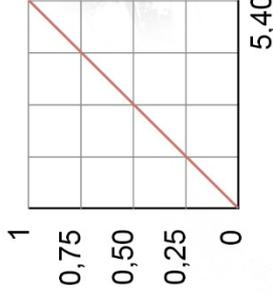
<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=858&currTab=mdt>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: SERVIZI SANITARI, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di servizi sanitari presenti nel territorio.



500 m



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

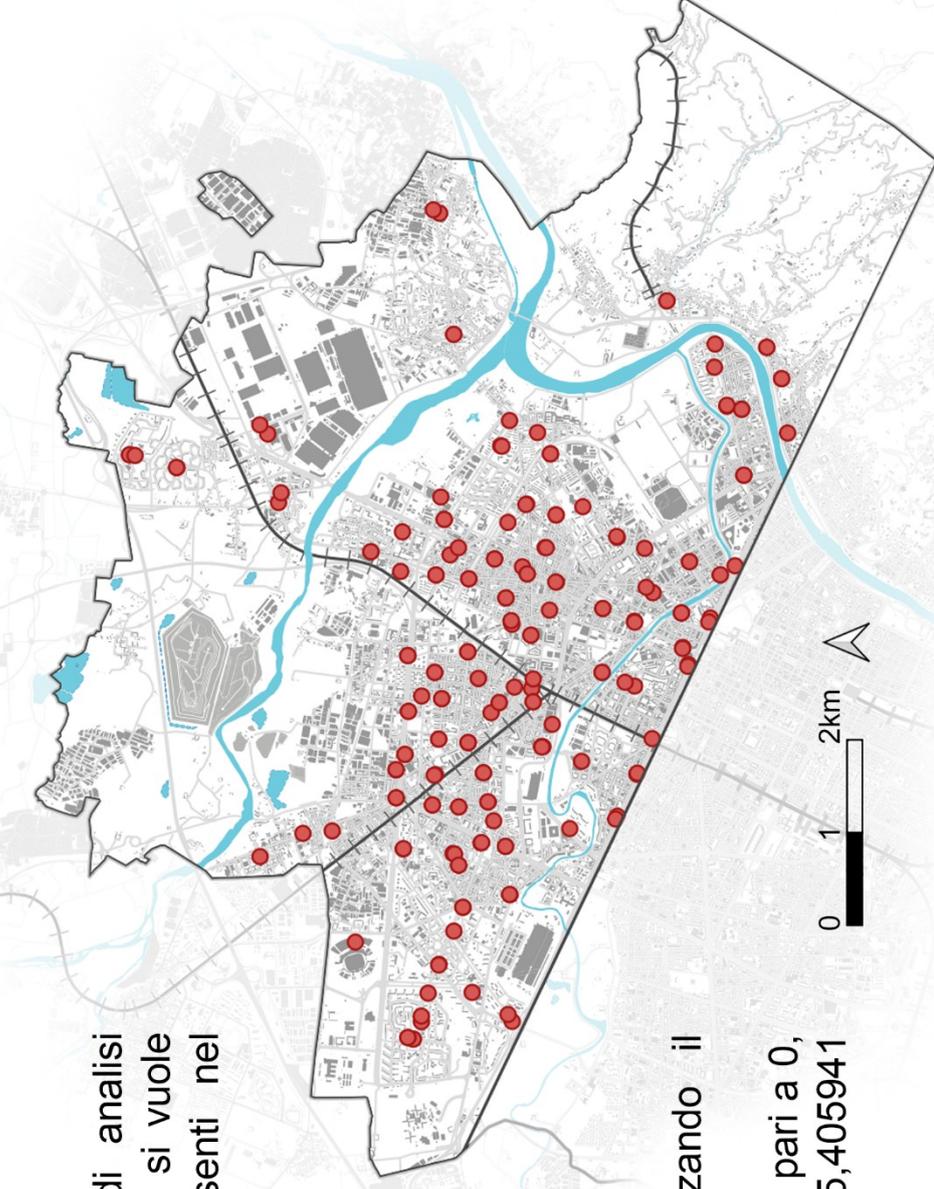
Il valore minimo della densità dei servizi sanitari, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 5,405941 che assume il valore di 1 con un raggio di 500m.

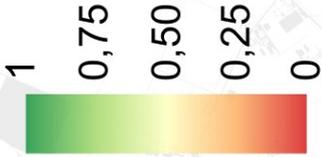
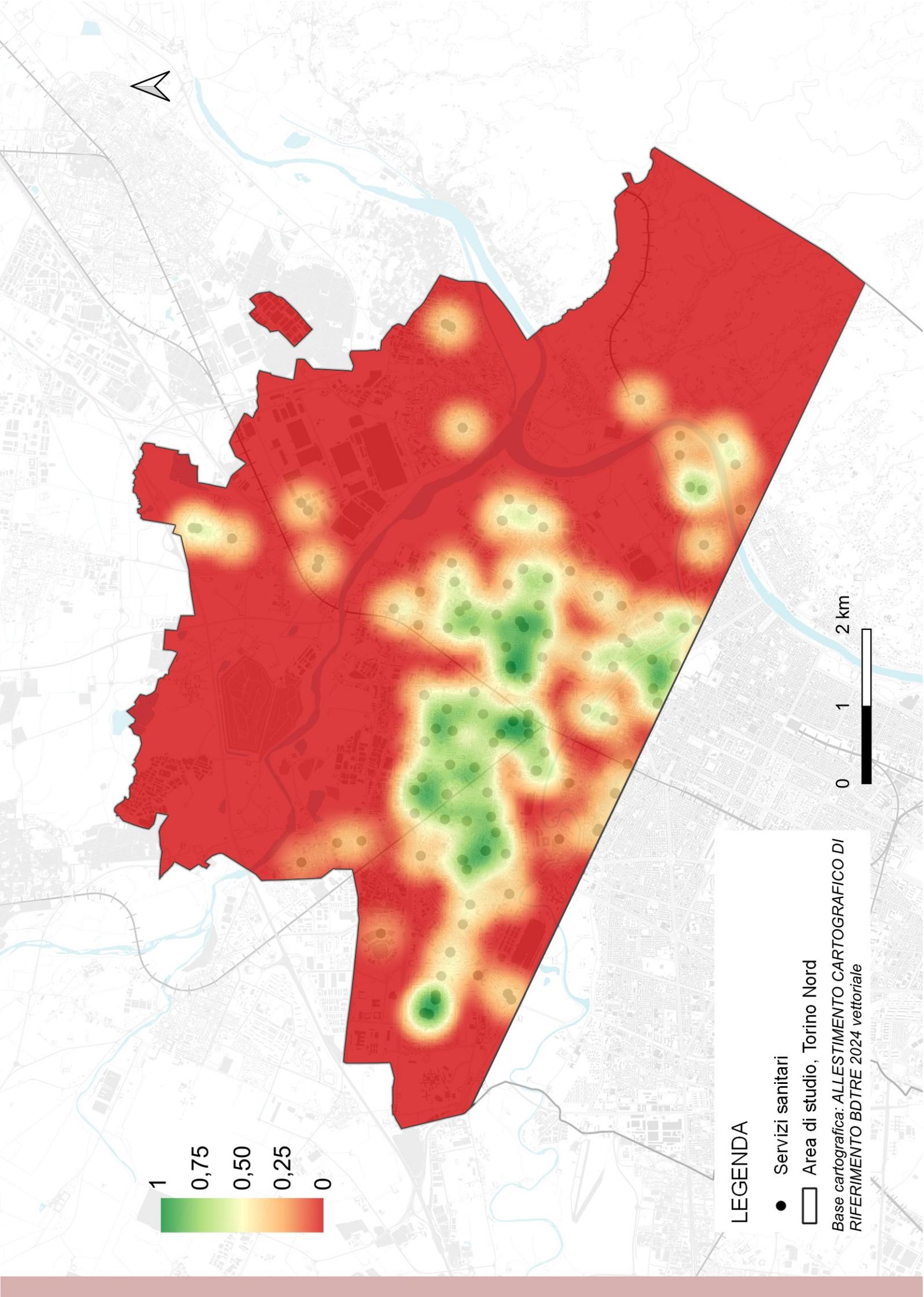
LEGENDA

● Servizi sanitari

□ Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- Servizi sanitari
 - Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



S2 - SERVIZI SOCIALI

Strutture che offrono servizi di carattere sociale contribuendo al benessere collettivo dei residenti.

Fonti: Geoportale Torino, strutture socio-assistenziali (2013):

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=830&currTab=mdt>

Geoportale Torino, bagni pubblici (2016):

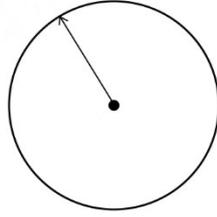
<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=882&currTab=mdt>

Geoportale Torino, Chiese e altri luoghi di culto (2014):

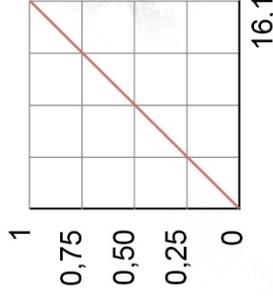
<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=818&currTab=mdt>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: SERVIZI SOCIALI, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di servizi sociali presenti nel territorio.



1 km



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

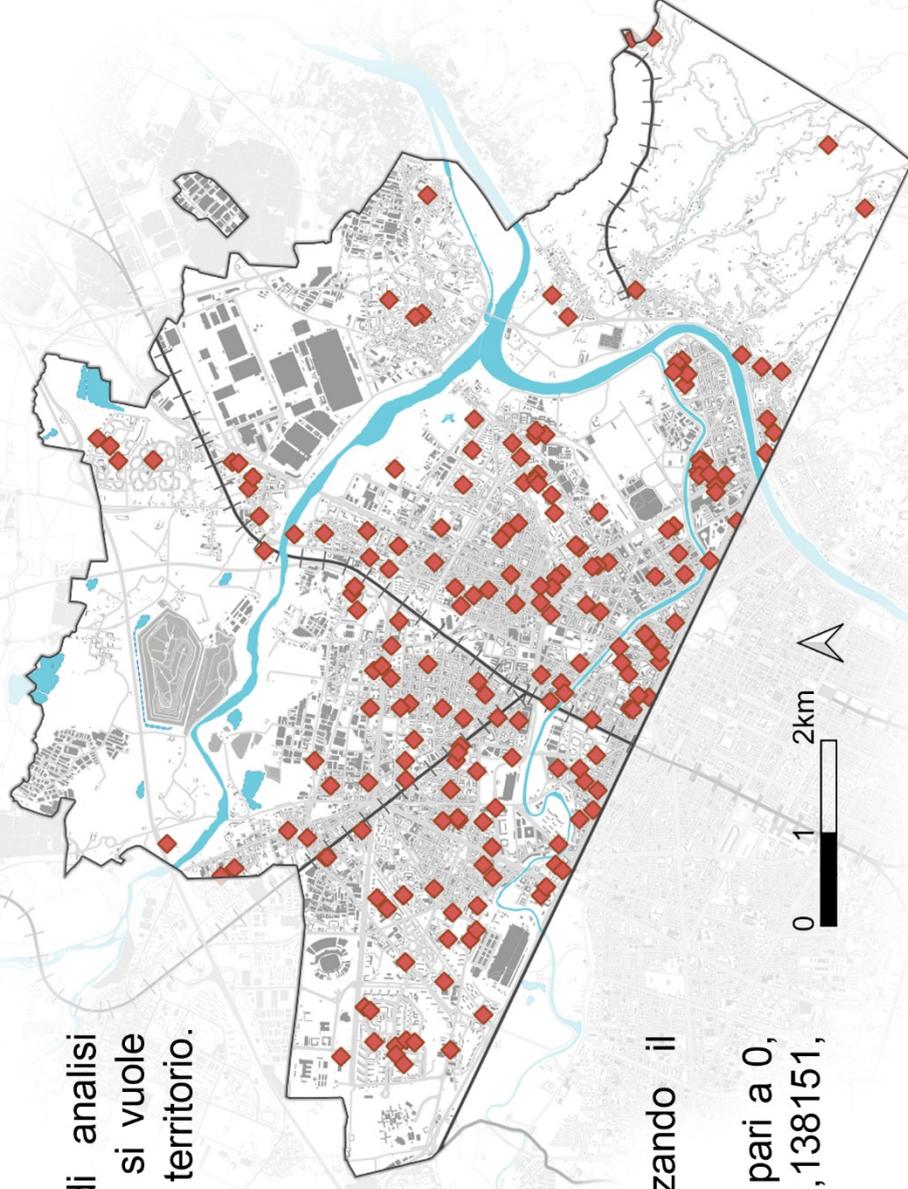
Il valore minimo della densità dei servizi sociali, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 16,138151, che assume il valore di 1 con un raggio di 1 km.

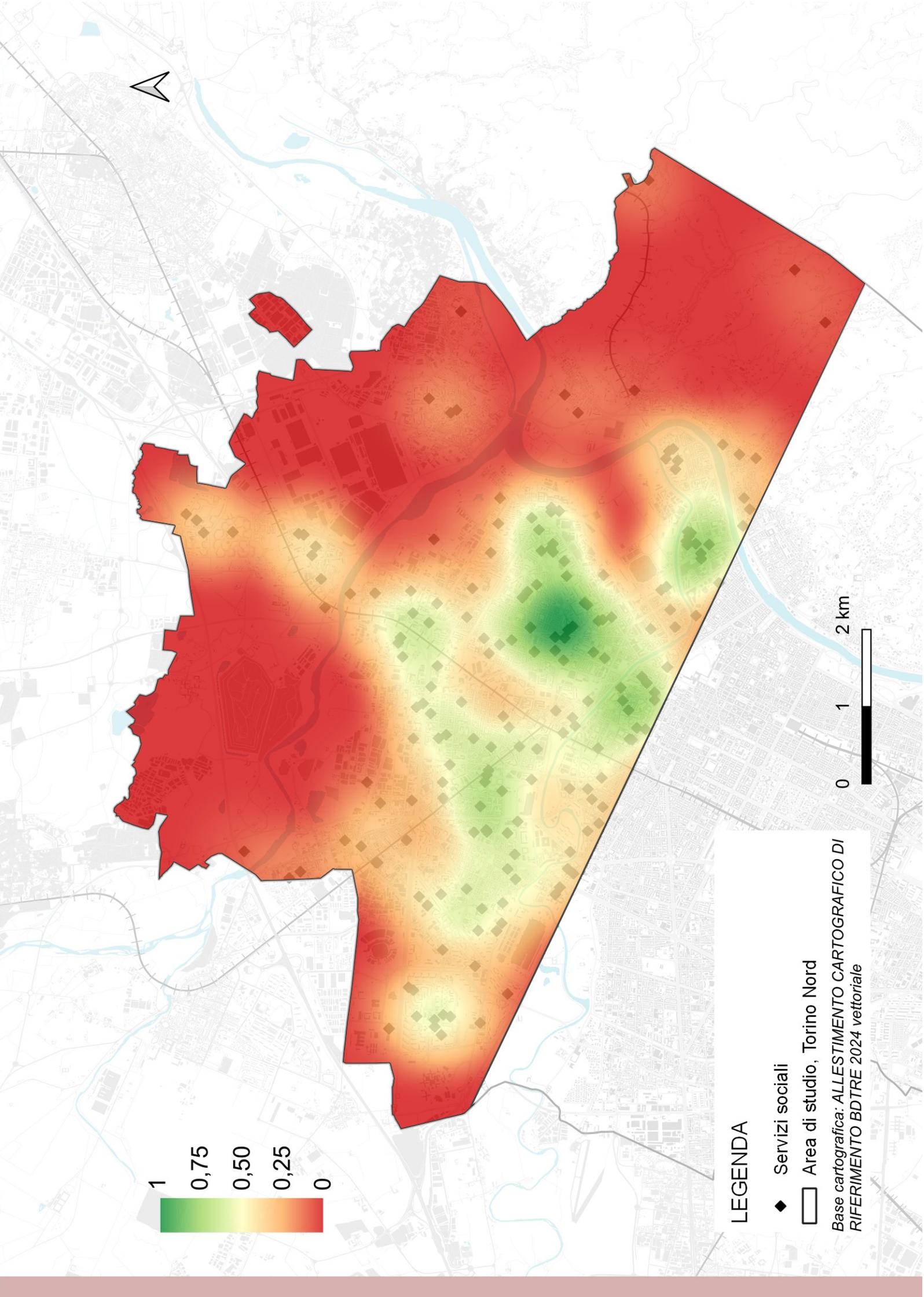
LEGENDA

◆ Servizi sociali

□ Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- ◆ Servizi sociali
 - ▭ Area di studio, Torino Nord
- Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale



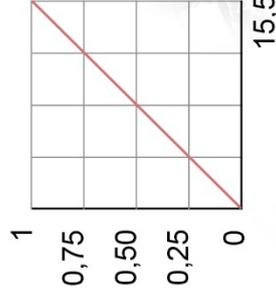
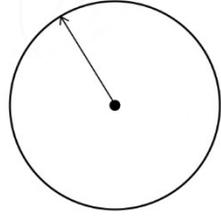
S3 - LUOGHI DI ISTRUZIONE

Strutture educative di vario livello che svolgono un ruolo fondamentale nella formazione ed educazione delle nuove generazioni.

Fonte: Geoportale Torino, scuole (2012): <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=867&currTab=mdt>

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: LUOGHI DI ISTRUZIONE, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di luoghi per l'istruzione presenti nel territorio.



NORMALIZZAZIONE

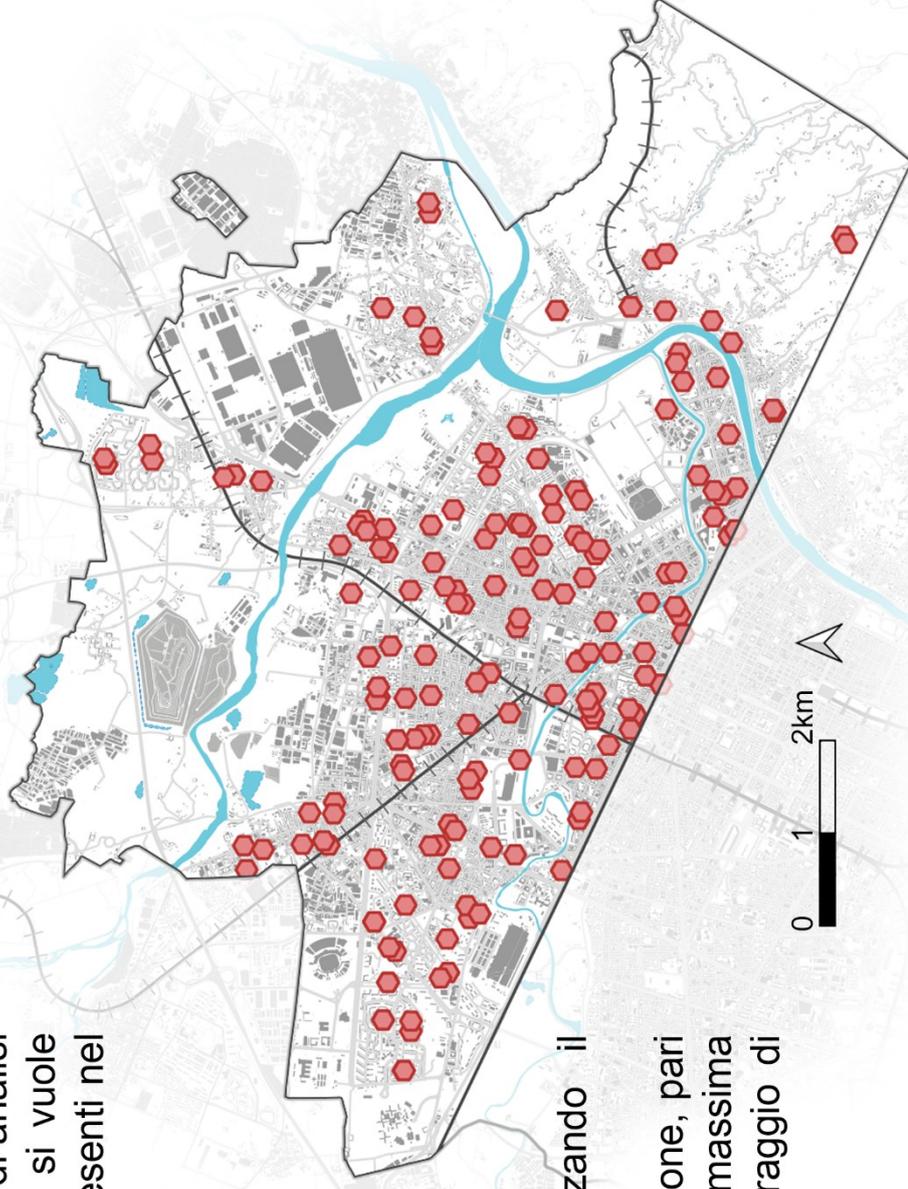
La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max. Il valore minimo della densità dei luoghi di istruzione, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 15,565055, che assume il valore di 1 con un raggio di 800m.

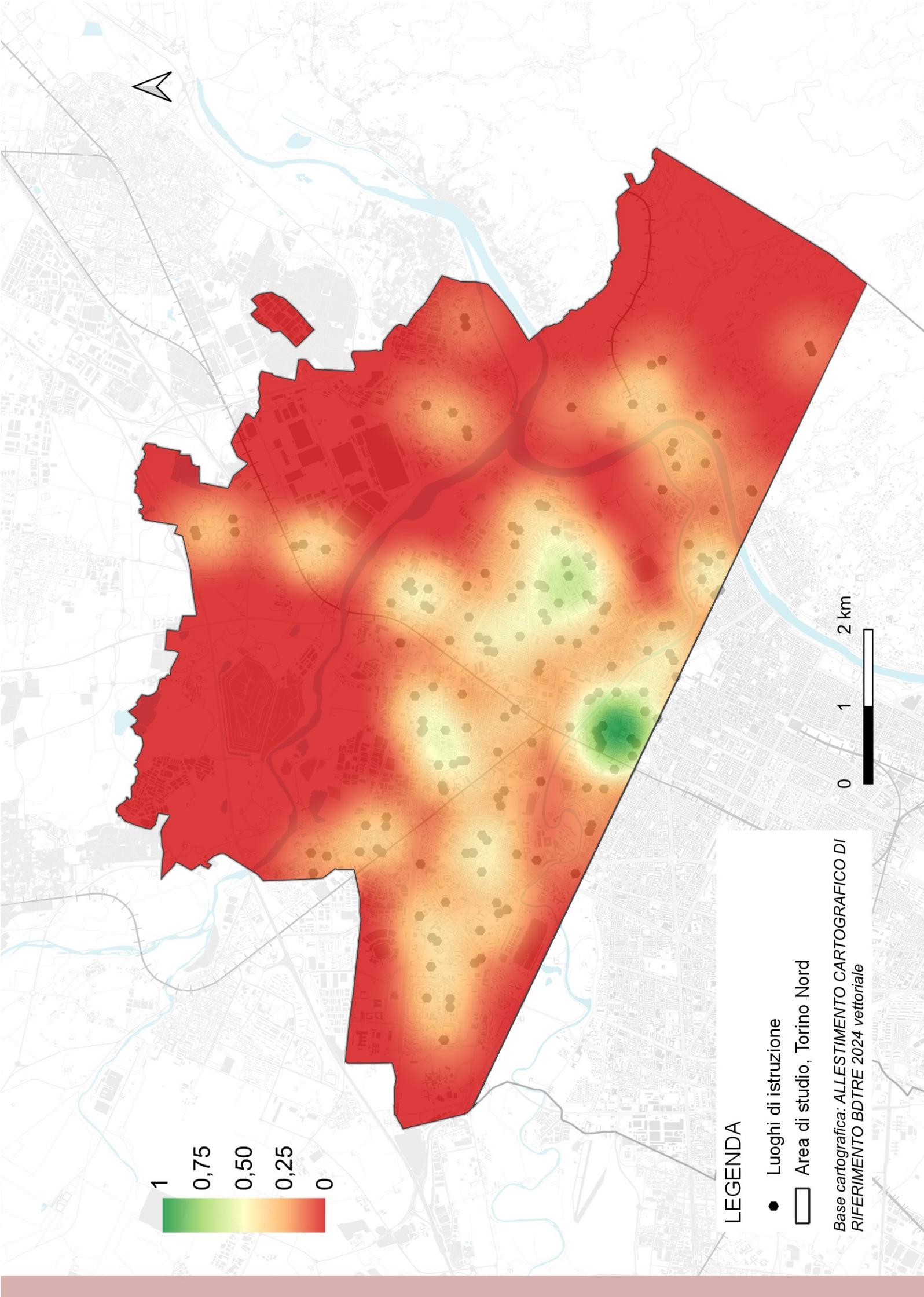
LEGENDA

 Luoghi di istruzione

 Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale





LEGENDA

- Luoghi di istruzione
- Area di studio, Torino Nord

Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BDTRE 2024 vettoriale

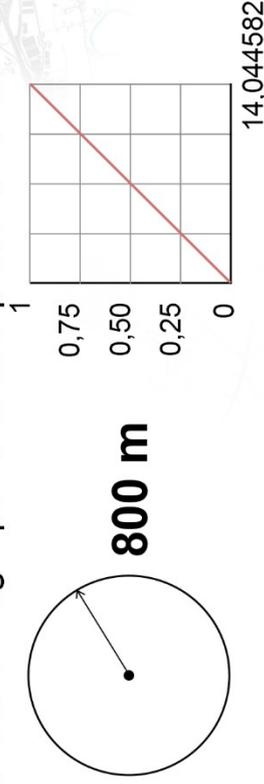
S4 - LUOGHI DI INTERESSE CULTURALE

Siti significativi che preservano e promuovono il patrimonio culturale con opportunità di partecipazione alla vita culturale della comunità.

Fonti: Geoportale Torino, cinema (2022) : <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=929&currTab=rndt>
Geoportale Torino, teatri (2022): <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=816&currTab=rndt>
Geoportale Torino, biblioteche (2022): <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=840&currTab=rndt>
Geoportale Torino, musei (2022): <http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=780&currTab=rndt>
Geoportale Piemonte, Beni culturali - Art. 10 D.Lgs 42/2004 (ex. Vincoli 1089/39), vincoli e alle prescrizioni sovraordinate del PRG (2024): https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/api/records/c_1219:0e13845a-000d-4e8b-9c64-c465f345401e

KERNEL DENSITY

Per l'indicatore: LUOGHI DI INTERESSE CULTURALE, il tipo di analisi spaziale effettuato è la Kernel Density, perché si vuole osservare la densità di luoghi per la cultura presenti nel territorio.



NORMALIZZAZIONE

La normalizzazione è stata effettuata utilizzando il Ridimensionamento Min-Max.

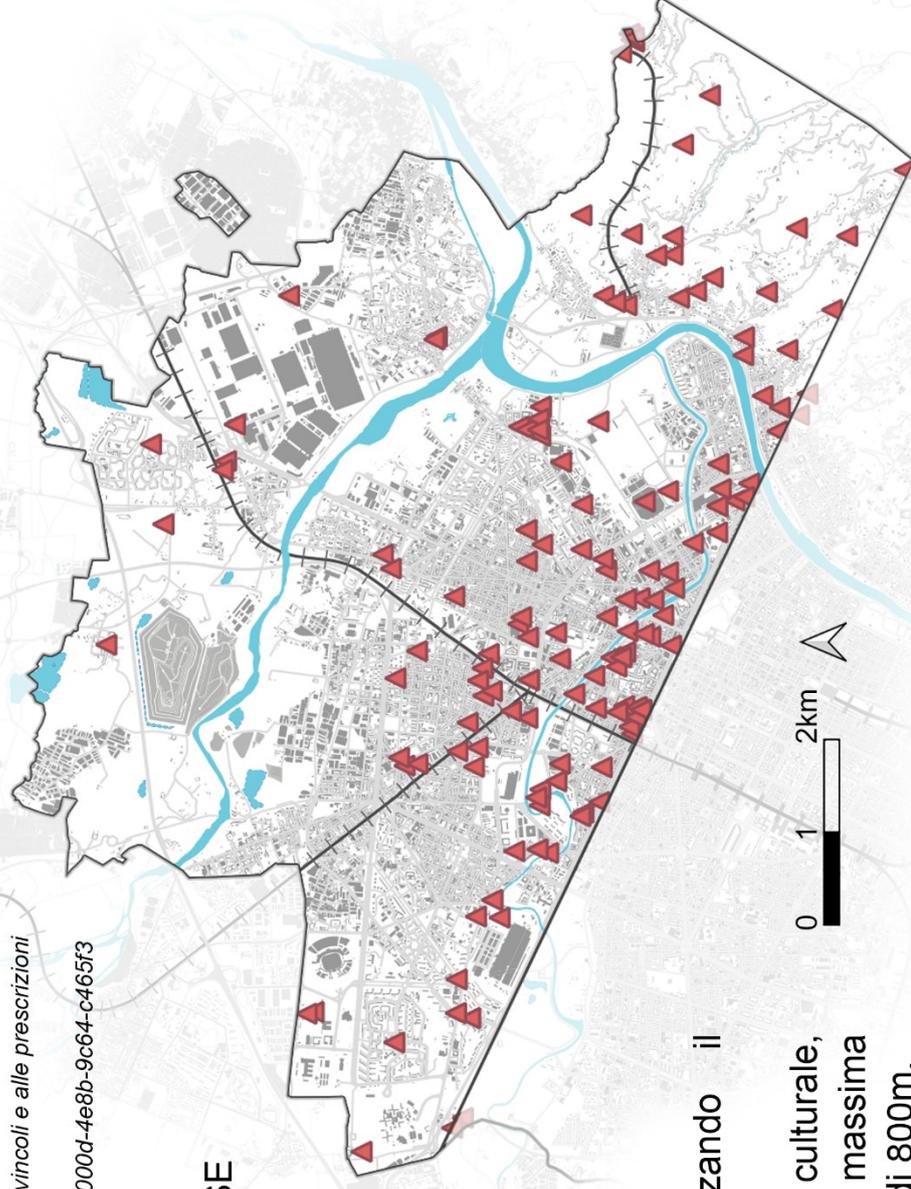
Il valore minimo della densità dei luoghi di interesse culturale, pari a 0, cresce linearmente fino alla densità massima 14,044582, che assume il valore di 1 con un raggio di 800m.

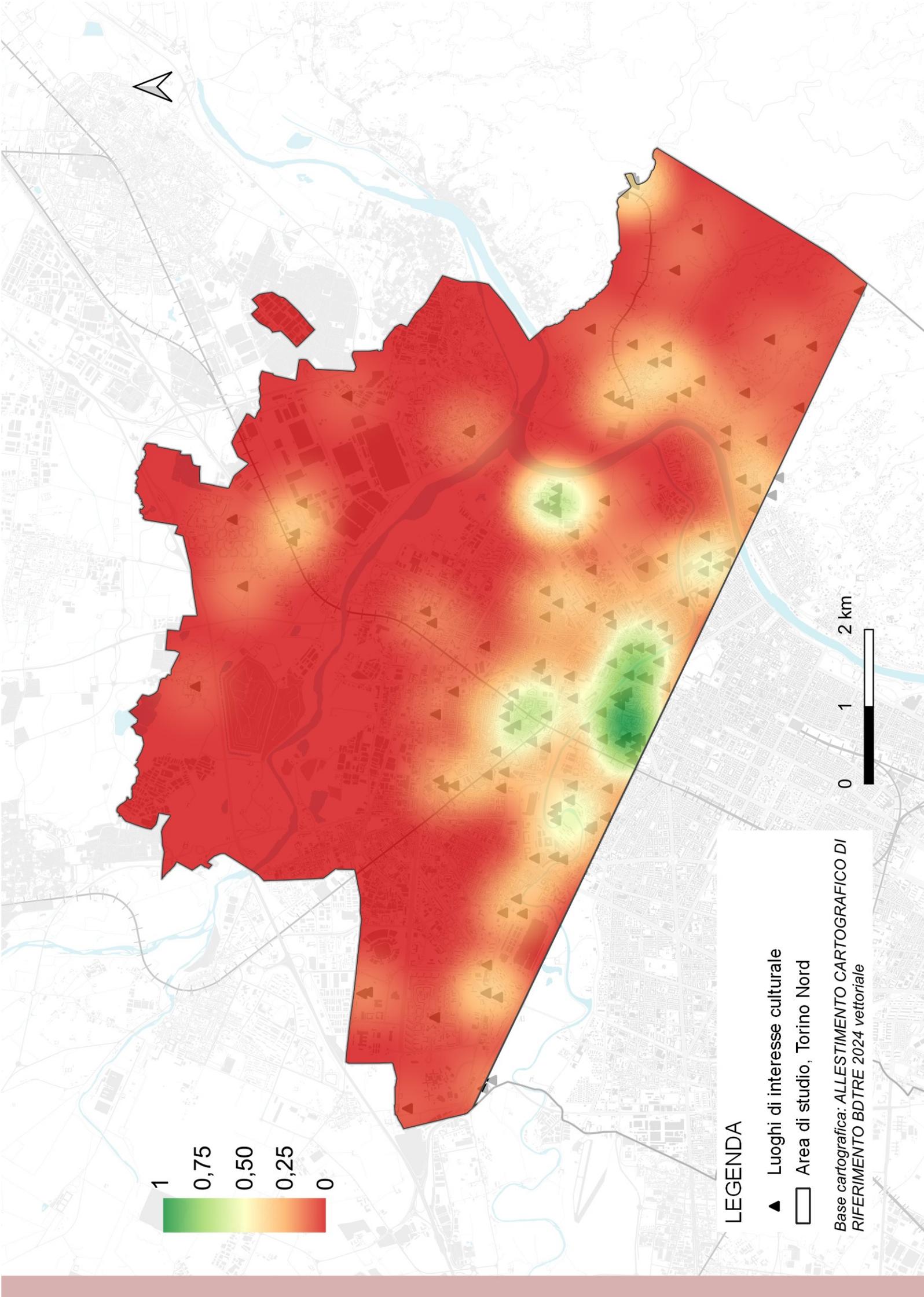
LEGENDA

▲ Luoghi di interesse culturale

□ Area di studio, Torino Nord

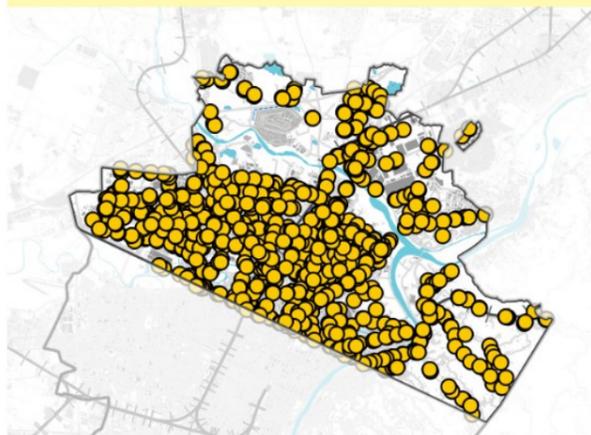
Base cartografica: ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO BD TRE 2024 vettoriale



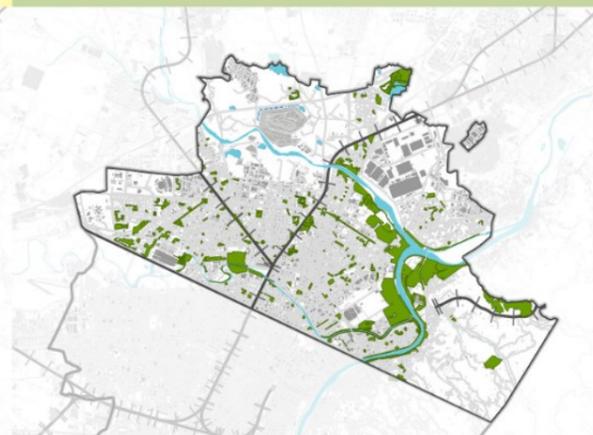


CARTA RIEPILOGATIVA DATI VETTORIALI

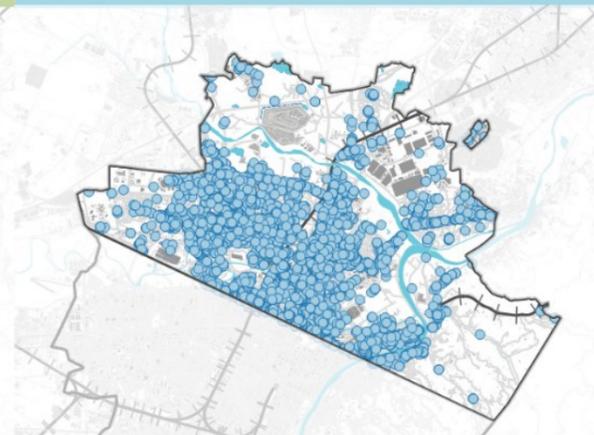
Fermate trasporti pubblici



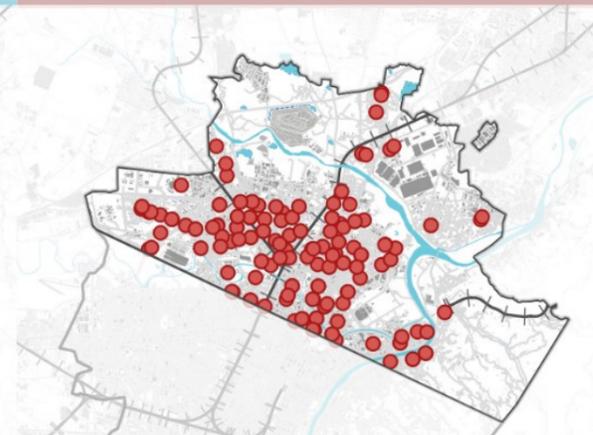
Aree verdi ricreative



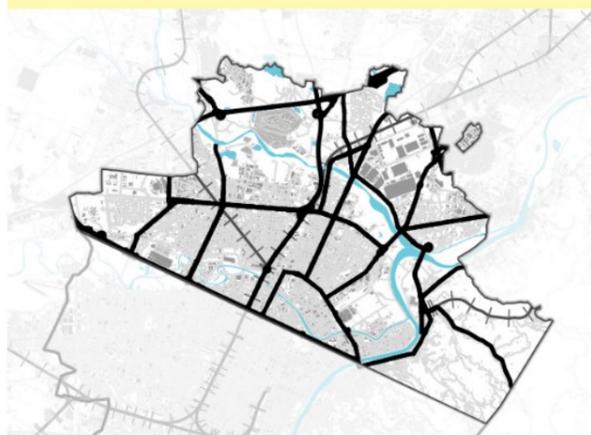
Attività commerciali di prossimità



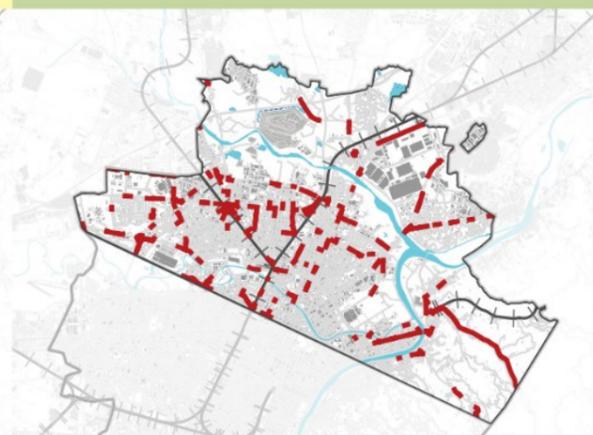
Servizi sanitari



Arterie principali



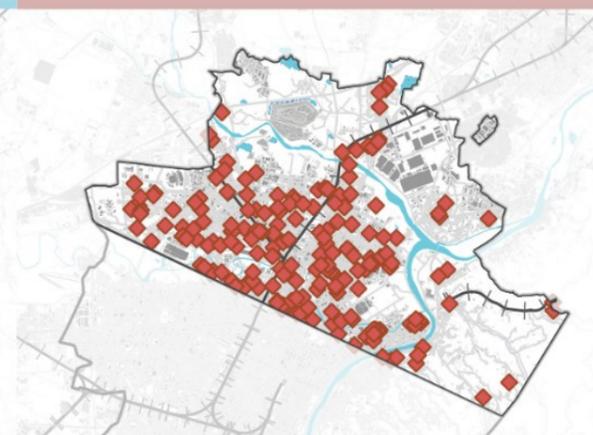
Traffico



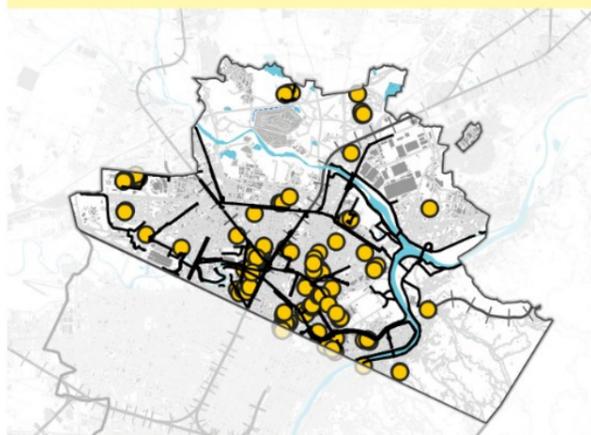
Grandi poli attrattori



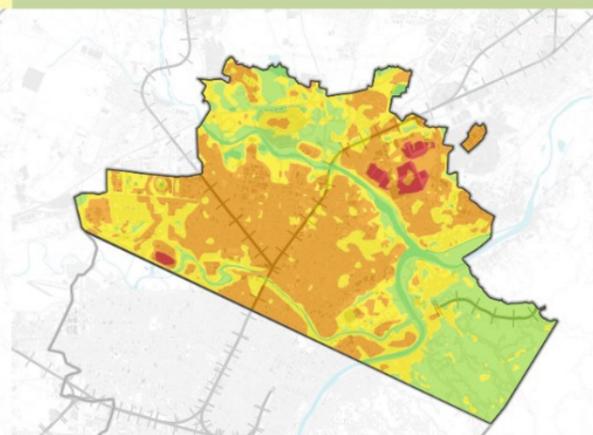
Servizi sociali



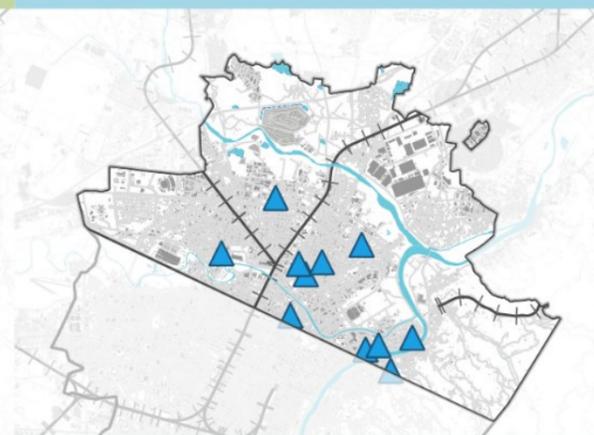
Piste ciclabili e aree pedonali



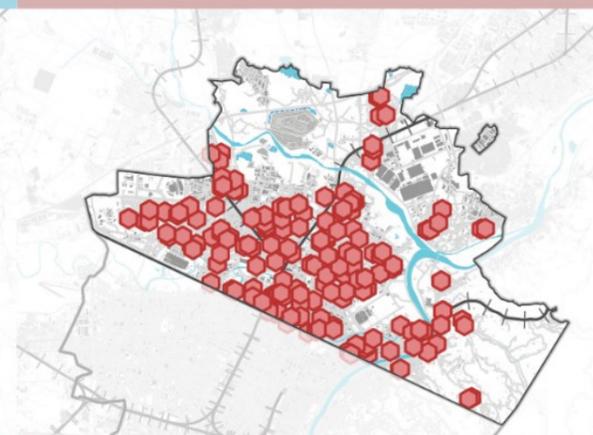
Isole di calore



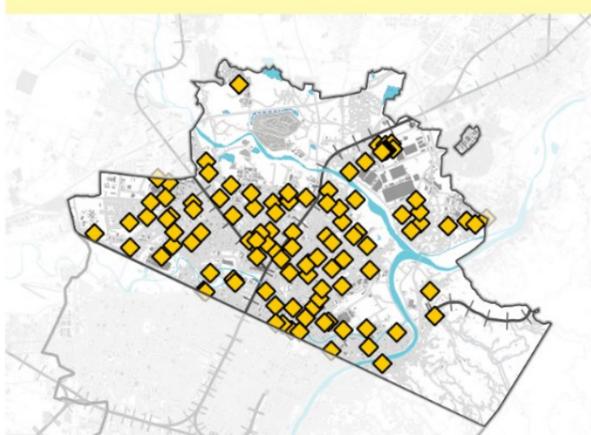
Modelli innovativi di business



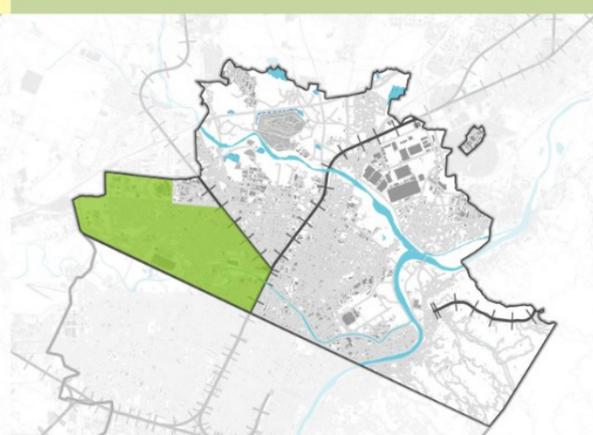
Luoghi di istruzione



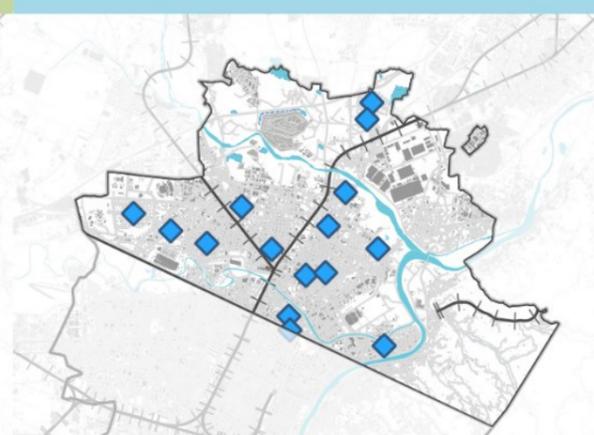
Stazioni di ricarica per veicoli elettrici



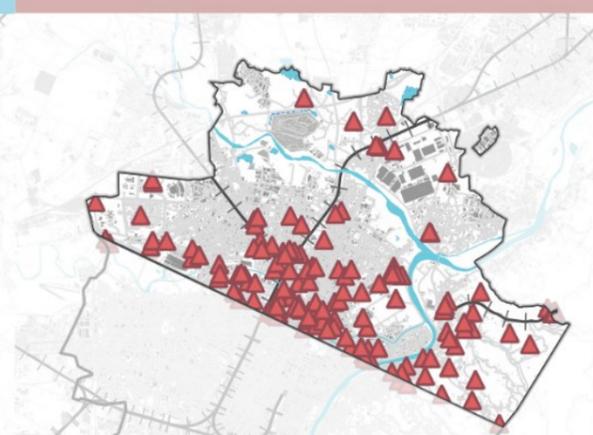
Teleriscaldamento



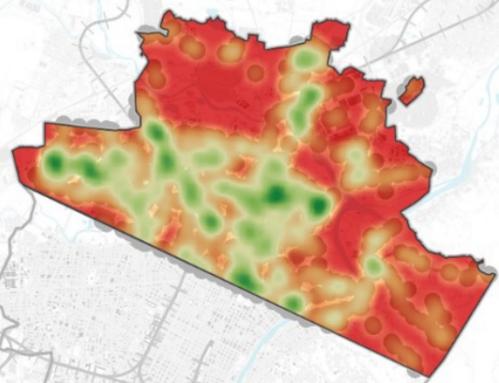
Mercati rionali e fiere



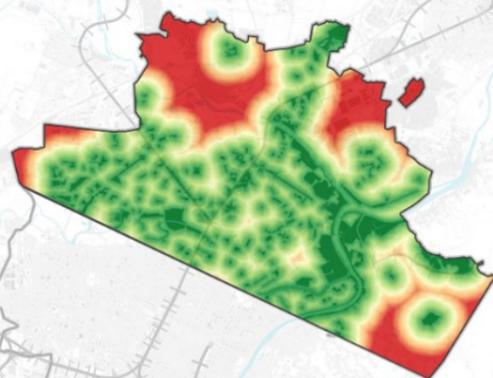
Luoghi di interesse culturale



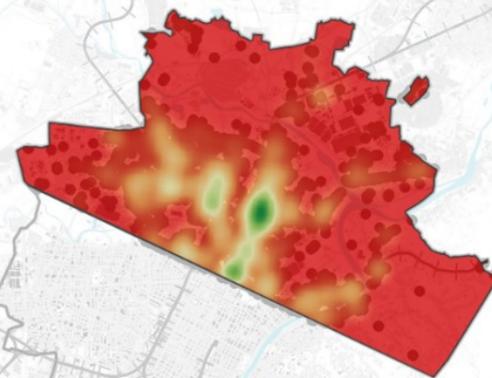
Fermate trasporti pubblici



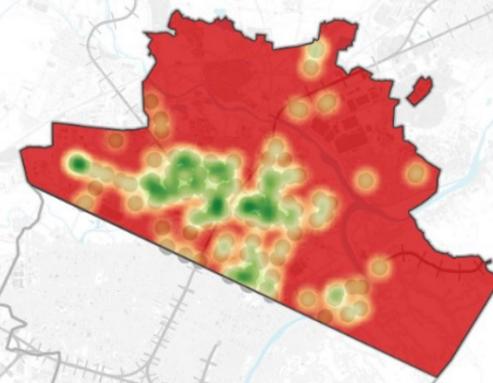
Aree verdi ricreative



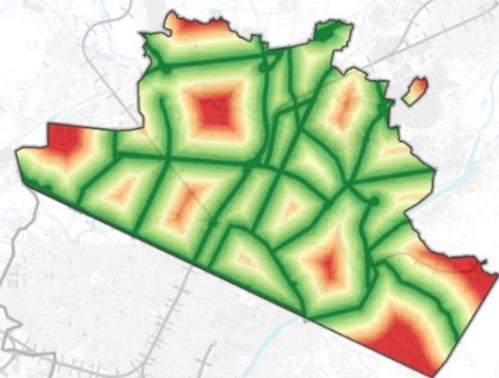
Attività commerciali di prossimità



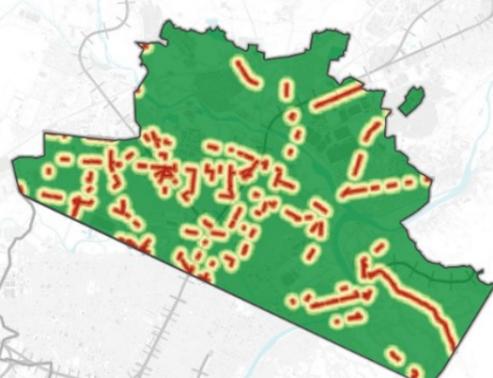
Servizi sanitari



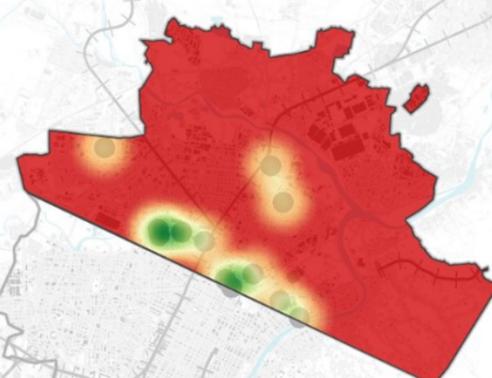
Arterie principali



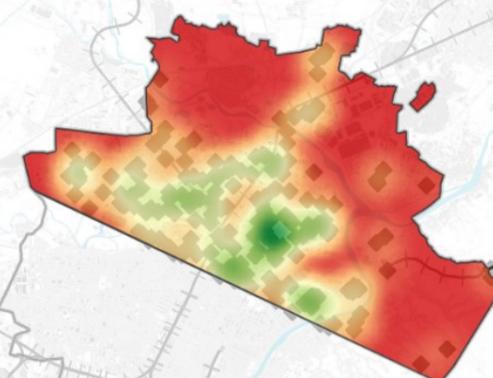
Traffico



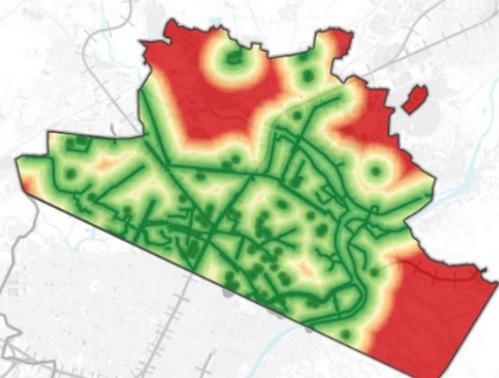
Grandi poli attrattori



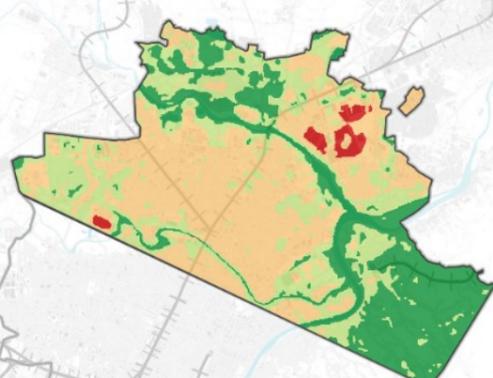
Servizi sociali



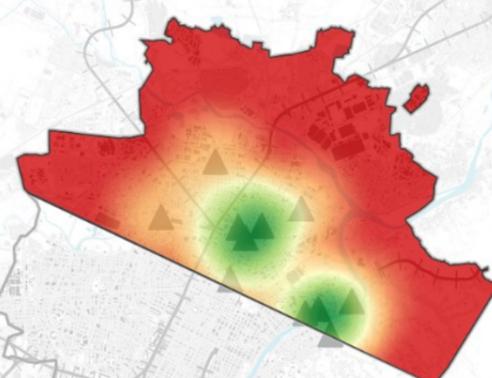
Piste ciclabili e aree pedonali



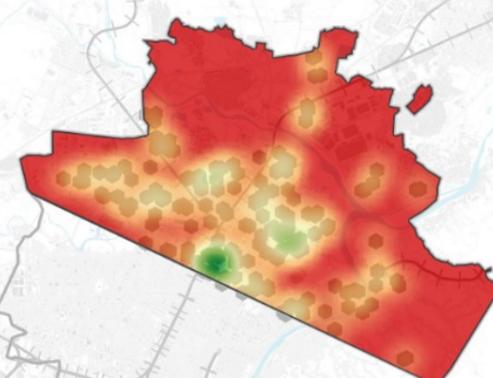
Isole di calore



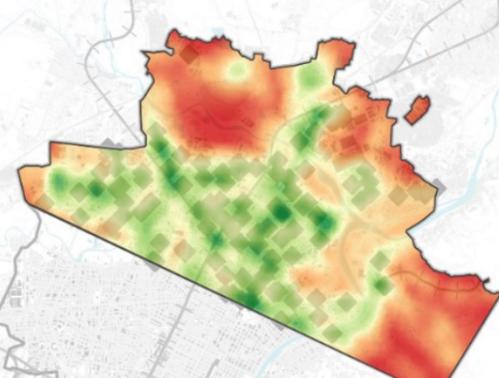
Modelli innovativi di business



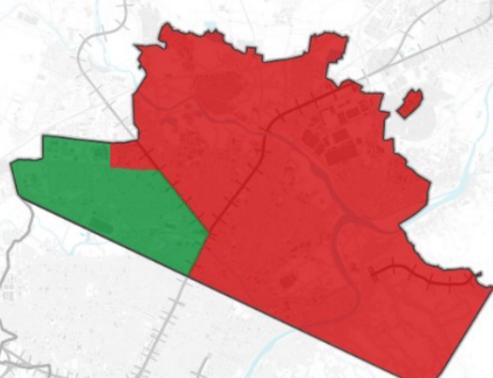
Luoghi di istruzione



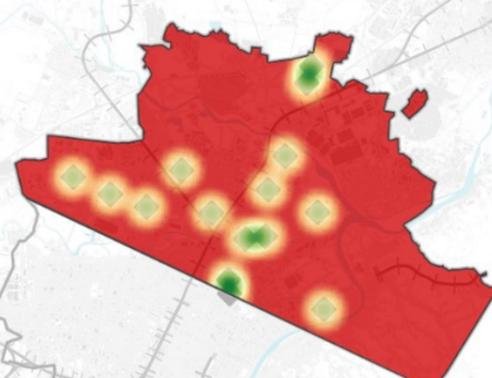
Stazioni di ricarica per veicoli elettrici



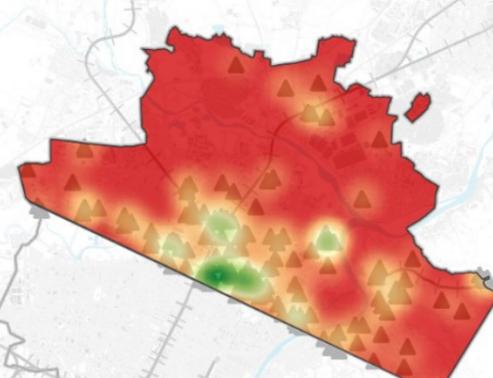
Teleriscaldamento



Mercati rionali e fiere



Luoghi di interesse culturale



CARTA RIEPILOGATIVA DATI NORMALIZZATI

CRITERI		INDICATORI	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA DI ANALISI SPAZIALE	SOGLIE E CLASSI DI RIFERIMENTO	FONTI
ACCESSIBILITÀ	1	Fermate trasporti pubblici	Fermate GTT, punti di accesso al sistema di trasporto pubblico di Torino, dove i passeggeri possono salire o scendere da autobus e tram.	Densità	500 m	AperTO, mezzi pubblici, 2020 http://aperto.comune.torino.it/dataset/feed-gtfs-trasporti-gtt
	2	Arterie principali	Principali arterie stradali, che influenzano i collegamenti rapidi con il centro città e le zone circostanti.	Distanza	1 km	Geoportale Piemonte, Bdtre vettoriale viabilità, 2021; Open street map (highway, primary), 2024
	3	Piste ciclabili e aree pedonali	Piste ciclabili e le aree pedonali attualmente operative, che promuovono una mobilità sostenibile e sicura.	Distanza	800 m	AperTO, infrastrutture ciclabili, 2018 http://aperto.comune.torino.it/dataset/infrastrutture-ciclabili ; Open street map AperTO, aree pedonali, 2019 http://aperto.comune.torino.it/dataset/aree-pedonali
	4	Stazioni di ricarica per veicoli elettrici	Strutture progettate per il rifornimento a ricarica lenta o rapida di batterie elettriche per automobili private.	Densità	200 m	AperTO, posizionamento colonnine di ricarica EV, 2019 http://aperto.comune.torino.it/dataset/posizionamento-colonnine-di-ricarica-ev
AMBIENTE	1	Aree verdi ricreative	Aree naturali ricreative, come parchi e giardini, che migliorano la qualità dell'aria e offrono zone di svago.	Distanza	800 m	Torino Greenprint, Analisi dell'Infrastruttura Verde del Comune di Torino: Allegato 1 delle tavole di piano, tavola 21C, PDF. http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/
	2	Traffico	Flusso di veicoli nelle strade urbane, che può influire sulla mobilità, sulla qualità dell'aria e sul livello di rumore. Analisi delle aree di coda sul territorio.	Distanza	250 m	Geoportale Piemonte, traffico giornaliero medio e altri dati SVR (2023) su elemento stradale BDTRE, selezione delle aree di coda: https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:3dab7c27-ca3e-4dc7-ad7e-9e9e9e6b9dc9
	3	Isole di calore	Aree urbane con temperature più elevate, rispetto alle zone circostanti, causate dall'asfalto, dagli edifici e dalla mancanza di vegetazione.	Riclassificazione	1 = Nessun rischio 0,666 = Rischio basso 0,333 = Rischio medio 0 = Rischio alto	Ellena M., Melis G., Zengarini N., Di Gangi E., Ricciardi G., Mercogliano P., Costa G., Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy), Urban Climate. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523001086?via%3Dihub
	4	Teleriscaldamento	Servizio sostenibile, conveniente e sicuro di riscaldamento a distanza per il trasporto di calore, prodotto in centrali moderne e all'avanguardia, da centrali di produzione ai singoli utenti sul territorio.	Riclassificazione	1 = Area servita da teleriscaldamento 0 = Area non servita da teleriscaldamento	Città Metropolitana di Torino, IREN, Termovalorizzatore dei rifiuti di Torino, teleriscaldamento, 2021, PDF. http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/ambiente/dwd/comitato-locale-di-controllo/Sedute_e_Assemblee/2021/IREN_teleriscaldamento.pdf
ECONOMIA	1	Attività commerciali di prossimità	Negozi di vicinato che offrono beni e servizi quotidiani, favorendo la vitalità del quartiere e l'accessibilità ai prodotti essenziali.	Densità	500 m	Geoportale Torino, attività commerciali, 2024 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=967&currTab=rndt
	2	Grandi poli attrattori	Settori strategici che guidano la crescita della città, attraggono investimenti e creano occupazione.	Densità	1 km	Elaborazione propria a seguito di analisi conoscitive
	3	Modelli innovativi di business	Start up innovative ad alto tasso di impiego giovanile orientato all'innovazione digitale, scientifica o tecnologica.	Densità	2 km	Camera di commercio d'Italia, registro imprese, start up innovative, 2024 https://startup.registroimprese.it/isin/static/startup/index.html?slideJump=32
	4	Mercati rionali e fiere	Luoghi dedicati alla vendita di diversi prodotti che favoriscono il contatto diretto tra venditori e clienti e rappresentano le tradizioni locali, sostenendo i piccoli commercianti e promuovendo prodotti spesso a chilometro zero.	Densità	750 m	Geoportale Piemonte, mercati, 2009 https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/geonetwork/api/records/c_l219:b4e3cf64-7bd1-45df-98cd-633aa4082921
SOCIETÀ	1	Servizi sanitari	Servizi che offrono supporto e assistenza alla comunità, concentrandosi sulla salute e il benessere delle persone nel territorio.	Densità	500 m	Geoportale Torino, farmacie, 2011 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=868&currTab=rndt ; Open street map (amenity, pharmacy)
						Geoportale Torino, consultori, 2014 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=955&currTab=rndt
						Geoportale Torino, sedi ASL, 2014 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=858&currTab=rndt
	2	Servizi sociali	Strutture che offrono servizi di carattere sociale contribuendo al benessere collettivo dei residenti.	Densità	1 km	Geoportale Torino, strutture socio-assistenziali, 2013 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=830&currTab=rndt
						Geoportale Torino, bagni pubblici, 2016 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=882&currTab=rndt
						Geoportale Torino, chiese e altri luoghi di culto, 2014 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=818&currTab=rndt
	3	Luoghi di istruzione	Strutture educative di vario livello che svolgono un ruolo fondamentale nella formazione ed educazione delle nuove generazioni.	Densità	800 m	Geoportale Torino, scuole, 2012 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=867&currTab=rndt
	4	Luoghi di interesse culturale	Siti significativi che preservano e promuovono il patrimonio culturale con opportunità di partecipazione alla vita culturale della comunità.	Densità	800 m	Geoportale Torino, cinema, 2022 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=929&currTab=rndt
Geoportale Torino, teatri, 2022 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=816&currTab=rndt						
Geoportale Torino, biblioteche, 2022 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=840&currTab=rndt						
Geoportale Torino, musei, 2022 http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=780&currTab=rndt						
Geoportale Piemonte, Beni culturali - Art. 10 D.Lgs 42/2004 (ex.Vincoli 1089/39), vincoli e alle prescrizioni sovraordinate del PRG (2024) https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/api/records/c_l219:0e13845a-000d-4e8b-9c64-c465f345401e						

FONTI

Bibliografia e sitografia

Bibliografia

Armano E., Dondona C. A., Ferlino F., Postfordismo e trasformazione urbana, Casi di recupero dei vuoti industriali e indicazioni per le politiche nel territorio torinese, Torino: IRES Piemonte, 2016.

Arnaud G., Masser I., Salgé F., & Scholten H. J., Spatial decision support systems for environmental management: A report on the SDSS project, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993.

Bertuglia C. S., Vaio F., Il fenomeno urbano e la complessità, Torino: Bollati Boringhieri, 2019.

Burrough P. A., Principles of geographical information systems for land resources assessment, Oxford: Clarendon Press 1986.

Caprioli C., Multicriteria-Spatial Decision Support Systems (MC-SDSS): una valutazione integrata per la localizzazione del progetto ospedaliero “Parco della Salute” a Torino, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, Torino, 2017.

Cardoza Anthony L., e Symcox Geoffrey W., A History of Turin. Storia di Torino, Accademia delle Scienze di Torino, Torino, Giulio Einaudi editore, 2006, PDF. Disponibile su:

<https://www.museotorino.it/resources/pdf/books/115/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

Castells M., The Urban Question: A Marxist Approach. Cambridge, MA: The MIT Press, 1979, PDF.

Disponibile su:

https://zajednicko.org/mreznabibliografija/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/Manuel-Castells-The-Urban-Question_-A-Marxist-Approach-The-MIT-Press-1979.pdf

Densham P. J., Spatial decision support systems, In D. J. Maguire, M. F. Goodchild, & D. W. Rhind (Eds.), Geographical Information Systems: Principles and Applications (Vol. 1, pp. 403–412), London: Longman, 1991.

Densham P. J., & Rushton G., Designing and implementing strategies for collaborative spatial decision-making, In Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Handling (pp. 293–304), Ottawa, Canada, 1987.

Ellena M., Melis G., Zengarini N., Di Gangi E., Ricciardi G., Mercogliano P., Costa G., Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy), Urban Climate, 2023, PDF.

Disponibile su:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523001086?via%3Dihub>

Ferretti V., Verso la valutazione integrata di scenari strategici in ambito spaziale. I modelli MC-SDSS. Torino: CELID, 2012.

Ferretti V., Verso un approccio integrato alla valutazione: l'analisi multicriteri spaziale, atti della XXXIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Roma, 2012, PDF.

Disponibile su:

<https://www.grupposervizioambiente.it/aisre/pendrive2012/pendrive/Paper/Ferretti.pdf>

Gandino M., Il contributo dell'analisi multicriteri spaziale nella gestione sostenibile della rete di rifugi del CAI. Il caso della Provincia di Sondrio, Milano, Politecnico di Milano, 2015, PDF.

Disponibile su:

https://www.politesi.polimi.it/retrieve/a81cb05b-944e-616b-e053-1605fe0a889a/2015_12_Gandino.pdf

Garau P, A Home in the City, UN-Habitat, 2005.

Disponibile su:

<https://digitallibrary.un.org/record/569844?v=pdf>

Gehl J., Cities for People, Washington DC, Island Press, 2010.

Gibin M., Longley P. A., e Atkinson P. M., Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas, Maynooth, 2007, PDF.

Disponibile su:

<https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/proceedingsonline/GISRUK2007/PDF/5A3.pdf>

Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Approfondimento – Comune di Torino: profili socio-demografici e territoriali, Roma: ISTAT, 2024, PDF.

Disponibile su:

https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/06/Approfondimento_Torino.pdf

Jacobs J., The Death and Life of Great American Cities, New York, Random House, 1961, PDF.

Disponibile su:

https://www.petkovstudio.com/bg/wp-content/uploads/2017/03/The-Death-and-Life-of-Great-American-Cities_Jane-Jacobs-Complete-book.pdf

Keeney R. L., & Raiffa H., Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs, New York: Wiley, 1976.

Le Corbusier, Vers une architecture, Paris, Éditions Crès, 1923, PDF.

Disponibile su:

https://www.mondothèque.be/wiki/images/d/d4/Corbusier_vers_une_architecture.pdf

Lefebvre H., La production de l'espace, Paris, Anthropos, 1974, PDF.

Disponibile su:

https://monoskop.org/images/7/75/Lefebvre_Henri_The_Production_of_Space.pdf

Lynch K., *The Image of the City*, Cambridge (MA), MIT Press, 1960, PDF.

Disponibile su:

https://www.miguelangelmartinez.net/IMG/pdf/1960_Kevin_Lynch_The_Image_of_The_City_book.pdf

Malczewski J., *GIS and multicriteria decision analysis*, New York: John Wiley & Sons, 1999.

Malczewski J., *GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature*, *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726, 2006, PDF.

Disponibile su:

<https://doi.org/10.1080/13658810600661508>

Malczewski J., *Visualization in Multicriteria Spatial Decision Support Systems*, *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 13, no. 3, pp. 221–234, 1999, PDF.

Disponibile su:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1195103624003719>

Materiale didattico del corso di "Valutazioni di impatto ambientale" nel corso di laurea triennale in Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico Ambientale, Professore: Marta Bottero, collaboratore: Caterina Caprioli, "MULTICRITERIA-SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEM (MC-SDSS)", PDF.

Nazioni Unite, Conferenza Habitat III, *La Nuova Agenda Urbana*, New York: Nazioni Unite, 2016.

Disponibile su:

<https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>

Oppio A., Bottero M., Arcidiacono A., *Assessing urban quality: a proposal for a MCDA evaluation framework*, Springer Science+Business Media, LLC, parte di Springer Nature, 2018, PDF.

Oppio A., Bottero M., Dell'Anna F., Dell'Ovo M., Gabrielli L., *Evaluating the Urban Quality Through a Hybrid Approach: Application in the Milan (Italy) City Area*, In *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020*, a cura di Osvaldo Gervasi et al., 300–315. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 12253. Cham: Springer, 2020.

Roscelli R., *Manuale di estimo: Valutazioni economiche ed esercizio della professione*, Torino: UTET Università, 2014.

Rossignolo C., *Capitolo 1 – Il fenomeno urbano e le città contemporanee*, *La città, come ogni città, era sconfinata* (Roberto Bolaño), Adelphi, Milano, 2007, PDF.

Disponibile su:

<https://web.unica.it/static/resources/cms/documents/Capitolo1.pdf>

Roy B., *Multicriteria Methodology Goes Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers, Berlin, 1996.

Saaty T. L., Decision making - the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP), Journal of Systems Science and Systems Engineering, vol. 13, n. 1, pp. 1–35. Springer, 2004, PDF.

Disponibile su:

https://www.researchgate.net/publication/227313100_Decision_making_-_the_Analytic_Hierarchy_and_Network_Processes_AHPANP

Saaty T. L., The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, New York – London: McGraw-Hill, 1980.

Disponibile su:

<https://archive.org/details/analytichierarch0000saat/page/62/mode/2up?view=theater>

Secchi B., La nuova questione urbana: ambiente, mobilità e disuguaglianze sociali, Roma, Carocci Editore, 2011.

Disponibile su:

https://www.carocci.it/files/riviste/digitali/07_secchi.pdf?srsId=AfmBOop7D6H3luHP54aJAnuFug26vCYnPcEC6lQaVEF6vOU3cVmyly6Q

Sharifi M. A., & Rodriguez E., Design and development of a planning support system for policy formulation in sustainable development, International Journal of Environment and Sustainable Development, 1(1), 57–72, 2002.

Shekhar S., Xiong H., Zhou X., Encyclopedia of GIS (2^a ed.), Cham: Springer, 2017.

Silverman B. W., Density Estimation for Statistics and Data Analysis, Monographs on Statistics and Applied Probability, London, Chapman & Hall, 1986, PDF.

Disponibile su:

<https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf>

Simon H. A., The new science of management decision, New York: Harper & Brothers, 1960.

Sitte C., Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen (The art of building cities), Wien, Carl Graeser, 1889.

Disponibile su:

<https://www.scribd.com/document/592506549/Camillo-Sitte-Art-of-Building-Cities>

Southworth M. (2003). Measuring the liveable city. Built Environment, Vol 29 n.4, 343-354, 2003.

Disponibile su:

https://www.jstor.org/stable/23288885?searchText=Measuring%20the%20liveable%20city.%20Built%20Environment&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DMeasuring%2Bthe%2Bliveable%2Bcity.%2BBuilt%2BEnvironment%26so%3Drel&ab_segments=0%2Fbasic_search_gsv2%2Fcontrol&refreqid=fastly-default%3A1059793fce13288f94ee51a6904a37e1

Tomlinson R. F., A geographic information system for regional planning, Ottawa: Department of Forestry and Rural Development, Government of Canada, 1963.

Torino Greenprint, Analisi dell'Infrastruttura Verde del Comune di Torino: Allegato 1 delle tavole di piano, tavola 21C, 2021, PDF.

Disponibile su:

<http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/>

Torrieri F., Batà A., Spatial Multi-Criteria Decision Support System and Strategic Environmental Assessment: A Case Study, Basilea: MDPI, 2017, PDF.

Disponibile su:

https://www.researchgate.net/publication/321289357_Spatial_Multi-Criteria_Decision_Support_System_and_Strategic_Environmental_Assessment_A_Case_Study

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Urbanization Prospects: The 2009 Revision – Wall Chart, New York: United Nations, 2009, PDF.

Disponibile su:

<https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/urbanization-wallchart2009.pdf>

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Urbanization Prospects: The 2011 Revision, New York: United Nations, 2011, PDF.

Disponibile su:

https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf

United Nations, Department of Economic and Social Affairs – Population Division, Population Facts, The speed of urbanization around the world, 2018, PDF.

Disponibile su:

https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pdf/files/documents/2020/Jan/un_2018_factsheet1.pdf

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Report, World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, New York: United Nations, 2019, PDF.

Disponibile su:

<https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf>

United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

World Cities Report 2024: Cities and Climate Action. Nairobi: UN-Habitat, 2024.

Disponibile su:

https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/11/wcr2024_-_full_report.pdf

Vallebuena A., Yong Suk L., Measuring urban quality and change through the detection of physical attributes of decay, Londra: Nature Publishing Group (Scientific Reports), 2023, PDF.

Disponibile su:

https://www.researchgate.net/publication/374686150_Measuring_urban_quality_and_change_through_the_detection_of_physical_attributes_of_decay

Van Kamp I., Leidelmeijer K., Marsman G., & de Hollander A., Urban environmental quality and human well-being: Towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. Landscape and Urban Planning, Amsterdam: Elsevier, 2003, PDF.

Disponibile su:

https://www.researchgate.net/publication/222219378_Urban_environmental_quality_and_human_well-

Von Neumann J., & Morgenstern O., Theory of games and economic behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1944.

Bibliografia literature review

Blečić I., Santos A.G., Moura A.C., Trunfio G.A., Multi-criteria Evaluation vs Perceived Urban Quality: An Exploratory Comparison, In: Misra, S., et al. Computational Science and Its Applications – ICCSA 2019, Lecture Notes in Computer Science, vol 11621, Springer, Cham., 2019, PDF.

Disponibile su:

https://doi.org/10.1007/978-3-030-24302-9_44

Bovkir R., Ustaoglu E. & Aydinoglu A.C., Assessment of Urban Quality of Life Index at Local Scale with Different Weighting Approaches, Soc Indic Res 165, 655–678, 2023, PDF.

Disponibile su:

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11205-022-03036-y.pdf?utm_source=scopus&getft_integrator=scopus

Capolongo S., Sdino L., Dell'Ovo M., Moioli R. & Della Torre S., How to Assess Urban Regeneration Proposals by Considering Conflicting Values, Sustainability, 11(14): 3877, 2019, PDF.

Disponibile su:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/14/3877>

D'Alpaos C. & Andreolli F., Urban quality in the city of the future: A bibliometric multicriteria assessment model, Ecological Indicators 120: 106575, 2020, PDF.

Disponibile su:

<https://www.sciencedirect.com.ezproxy.biblio.polito.it/science/article/pii/S1470160X20305124?via%3Dihub>

Dehimi, S., The use of new techniques in spatial modeling and analysis of urban quality of life: multiple-criteria decision analysis and gis, GeoJournal of Tourism and Geosites, 35(2), 355–363, 2021, PDF.

Disponibile su: <https://doi.org/10.30892/gtg.35213-659>

Mahmoudzadeh H., Abedini A., Aram F. & Mosavi A., Evaluating urban environmental quality using multi-criteria decision making, Heliyon 10(3): e24921, 2024, PDF.

Disponibile su:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024009526>

Oppio A., Bottero M., Dell'Anna F., Dell'Ovo M., Gabrielli L., Evaluating the Urban Quality Through a Hybrid Approach: Application in the Milan (Italy) City Area, In: Gervasi, O., et al. Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020, Lecture Notes in Computer Science(), vol 12253, Springer, Cham, 2020, PDF.

Disponibile su:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58814-4_21

Oppio A., Forestiero L., Sciacchitano L., Dell'Ovo M., How to assess urban quality: A spatial multicriteria decision analysis approach, Valori e Valutazioni, 2021, PDF.

Disponibile su:

https://re.public.polimi.it/retrieve/e0c31c11-a9ef-4599-e053-1705fe0aef77/DELL%27OVO%202021%20V%26V%20Urban%20Quality_eng.pdf

Sitografia

Asvis, Goal e Target: obiettivi e traguardi per il 2030

<https://asvis.it/goal-e-target-obiettivi-e-traguardi-per-il-2030/>

Comune di Torino, Linee programmatiche relative alle azioni ed ai progetti da realizzare nel corso del mandato 2021–2026, Città di Torino – Consiglio Comunale, 2021

https://servizi.comune.torino.it/consiglio/prg/intranet/display_testi.php?doc=A-T202133748:109687

Comune di Torino, Torino cambia, Città di Torino

<https://www.torinocambia.it/>

Comune di Torino, Ufficio di statistica, dati statistici

<http://www.comune.torino.it/statistica/dati/>

Comune di Torino, ufficio statistica, dati statistici, B1 popolazione registrata in anagrafe per età annuale e circoscrizione - Dati al 31/12/2024

<http://www.comune.torino.it/statistica/dati/2024/pdf/B1%20Pop%20per%20eta%20annuale%20e%20circoscrizione%202024.pdf>

Comune di Torino, Un nuovo piano regolatore per Torino. Le linee guida approvate oggi dalla Giunta comunale, Città di Torino – Servizio Telematico Pubblico, 2023

http://www.comune.torino.it/ucstampa/2023/article_321.shtml

Esri, Arcgis Desktop, Arcmap, Proximity analysis

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/commonly-used-tools/proximity-analysis.htm#GUID-038AF9D5-CDD9-4182-A19B-B39B541F3372>

Esri, Arcgis Pro, Euclidean Distance

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/euclidean-distance.htm>

Esri, Arcgis Pro, How Kernel Density works

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>

Esri, Arcgis Pro, Understanding reclassification

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.3/tool-reference/spatial-analyst/understanding-reclassification.htm#:~:text=Another%20reason%20to%20reclassify%20is,a%20common%20scale%20of%20values>

Esri, GIS

<https://www.esri.com/it-it/what-is-gis/overview#pianificare-il-futuro>

Geoportale Torino, Città di Torino, Indicatore socioeconomico della città di Torino
<http://geoportale.comune.torino.it/web/node/2211>

Hub scuola, Area Geografia, 11 - Città e comunità sostenibili
<https://area-geografia-ss1g.hubscuola.it/educazione-civica/agenda-2030/i-17-goal/11-citta-e-comunita-sostenibili/#/>

Italianieuropei, Fassino P., Torino, la città che ha sfidato la crisi, 2015
<https://www.italianieuropei.it/it/italianieuropei-2-2015/item/3555-torino-la-citt%C3%A0-che-ha-sfidato-la-crisi.html>

Medium, Different Normalization methods, 2022
<https://medium.com/@mkc940/different-normalization-methods-a1be71fe9f1>

Medium, Drapala J., Kernel Density Estimator for Multidimensional Data, Demonstration of KDE using real-world datasets, 2023.
<https://medium.com/data-science/kernel-density-estimator-for-multidimensional-data-3e78c9779ed8>

Museimpresa, Torino capitale industriale
<https://museimpresa.com/itinerari/torino-capitale-industriale/#:~:text=%C3%88%20tra%20il%201864%20e,futuro%20di%20capitale%20industriale%20italiana>

Museo Torino, La città contemporanea - Il Novecento
<https://www.museotorino.it/site/exhibitions/history/level/6>

Neodemos, Salvini S., Popolazione, Il quadro mondiale delle città, Alcuni aspetti dell'urbanizzazione, 2024.
<https://www.neodemos.info/2024/09/20/l-quadro-mondiale-delle-citta-alcuni-aspetti-dellurbanizzazione/>

Our world in data, Ritchie H., Samborska V., and Roser M., Urbanization
<https://ourworldindata.org/urbanization>

Simplilearn, Normalization vs Standardization
https://www.simplilearn.com/normalization-vs-standardization-article?ref=diariodiunanalista.it#normalization_vs_standardization%C3%B9

Spatial Analysis Online, Density, kernels and occupancy
https://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html?density_kernels_and_occupancy.htm

Superdecisions, AHP & ANP Theory
<https://www.superdecisions.com/method/index.php?section=AHP>

The Global Goals
<https://www.globalgoals.org/>

Torinoclick, Nascita e declino di un polo industriale

<https://www.torinoclick.it/iron-valley-la-valle-del-ferro/nascita-e-declino-di-un-polo-industriale/>

Towards data science, Nay Z., The Math Behind Kernel Density Estimation, Exploring the foundations, concepts, and math of kernel density estimation, 2024

<https://towardsdatascience.com/the-math-behind-kernel-density-estimation-5deca75cba38/>

United nations, Population Division, Urbanization

<https://www.un.org/development/desa/pd/content/urbanization-0>

Urban Agenda for the EU, European commission

https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/urban-agenda-eu_en

World Bank Group, Urban population, World Bank staff estimates based on the United Nations Population Division's World Urbanization Prospects: 2018 Revision

https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL?name_desc=false

Sitografia dell'acquisizione dei dati per le analisi cartografiche

AperTO, mezzi pubblici, 2020

<http://aperto.comune.torino.it/dataset/feed-gtfs-trasporti-gtt>

AperTO, infrastrutture ciclabili, 2018

<http://aperto.comune.torino.it/dataset/infrastrutture-ciclabili>

AperTO, aree pedonali, 2019

<http://aperto.comune.torino.it/dataset/aree-pedonali>

AperTO, posizionamento colonnine di ricarica EV, 2019

<http://aperto.comune.torino.it/dataset/posizionamento-colonnine-di-ricarica-ev>

Camera di commercio d'Italia, registro imprese, start up innovative, 2024

<https://startup.registroimprese.it/isin/static/startup/index.html?slideJump=32>

Città Metropolitana di Torino, IREN, Termovalorizzatore dei rifiuti di Torino, teleriscaldamento, 2021, PDF.

Disponibile su:

http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/ambiente/dwd/comitato-locale-di-controllo/Sedute_e_Assemblee/2021/IREN_teleriscaldamento.pdf

Ellena M., Melis G., Zengarini N., Di Gangi E., Ricciardi G., Mercogliano P., Costa G., Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy), Urban Climate.

Disponibile su:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523001086?via%3Dihub>

Geoportale Piemonte, Beni culturali - Art. 10 D.Lgs 42/2004 (ex.Vincoli 1089/39), vincoli e alle prescrizioni sovraordinate del PRG (2024)

https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/api/records/c_l219:0e13845a-000d-4e8b-9c64-c465f345401e

Geoportale Piemonte, mercati, 2009

https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/geonetwork/api/records/c_l219:b4e3cf64-7bd1-45df-98cd-633aa4082921

Geoportale Piemonte, traffico giornaliero medio e altri dati SVR (2023) su elemento stradale BDTRE, selezione delle aree di coda:

https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:3dab7c27-ca3e-4dc7-ad7e-9ecef6b9dc9

Geoportale Torino, attività commerciali, 2024

http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=967&c_urrTab=rndt

Geoportale Torino, bagni pubblici, 2016

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=882&currTab=rndt>

Geoportale Torino, biblioteche, 2022

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=840&currTab=rndt>

Geoportale Torino, chiese e altri luoghi di culto, 2014

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=818&currTab=rndt>

Geoportale Torino, cinema, 2022

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=929&currTab=rndt>

Geoportale Torino, consultori, 2014

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=955&currTab=rndt>

Geoportale Torino, farmacie, 2011

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=868&currTab=rndt>

Geoportale Torino, musei, 2022

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=780&currTab=rndt>

Geoportale Torino, scuole, 2012

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=867&currTab=rndt>

Geoportale Torino, sedi ASL, 2014

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=858&currTab=rndt>

Geoportale Torino, strutture socio-assistenziali, 2013

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=830&currTab=rndt>

Geoportale Torino, teatri, 2022

<http://geoportale.comune.torino.it/geonetworkcoto/srv/ita/metadata.show?id=816&currTab=rndt>

Torino Greenprint, Analisi dell'Infrastruttura Verde del Comune di Torino: Allegato 1 delle tavole di piano, tavola 21C, PDF.

Disponibile su:

<http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/>