

POLITECNICO DI TORINO

Corso di laurea magistrale in
Pianificazione territoriale, urbanistica e paesaggistico-ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

CITTA' EPIDEMICA: VULNERABILITA' E ADATTAMENTO RESILIENTE ALLA CRISI SANITARIA NEL CONTESTO URBANO

Relatore:
Prof.ssa **Grazia Brunetta**

Candidato:
Martino Faravelli

Febbraio 2021



**POLITECNICO
DI TORINO**

Collegio di
Pianificazione e
Progettazione

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

Tesi di Laurea Magistrale
**Citta' epidemica: vulnerabilita' e adattamento resiliente
alla crisi sanitaria nel contesto urbano**

Relatore
Prof.ssa Grazia Brunetta

Candidato
Martino Faravelli

Anno Accademico
2020/2021

*A chi ha lottato in prima linea,
A chi si è sacrificato per gli altri,
A chi ha fatto la cosa giusta,
A chi ha cantato dai balconi,
A chi non c'è più...*

INDICE

ABSTRACT	VIII
INTRODUZIONE	IX

PARTE I: INDAGINE EPIDEMIOLOGICA

1. INDAGINE SUL RAPPORTO TRA CITTA' E EPIDEMIE	01
1.1. NAPOLI E IL COLERA	02
1.1.1. SINOSSI	02
1.1.2. IL COLERA: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA	03
1.1.3. PREVENZIONE E CURA	04
1.1.4. STORIA E DIFFUSIONE	04
1.1.5. IL COLERA A NAPOLI	06
1.1.6. FATTORI PREDISPONENTI	06
1.1.7. IL "RISANAMENTO"	11
1.1.8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	12
1.2. FIRENZE E LA PESTE	15
1.2.1. SINOSSI	15
1.2.2. LA PESTE: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA	16
1.2.3. PREVENZIONE E CURA	17
1.2.4. STORIA E DIFFUSIONE	17
1.2.5. LA PESTE A FIRENZE	20
1.2.6. FATTORI PREDISPONENTI	22
1.2.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	24
1.3. PHILADELPHIA E LA SPAGNOLA	26
1.3.1. SINOSSI	26
1.3.2. LA SPAGNOLA: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA	27
1.3.3. PREVENZIONE E CURA	28
1.3.4. STORIA E DIFFUSIONE	28
1.3.5. LA SPAGNOLA A PHILADELPHIA	31
1.3.6. FATTORI PREDISPONENTI.	32
1.3.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	34
1.4. SINGAPORE E LA DENGUE	36
1.4.1. SINOSSI	36
1.4.2. LA DENGUE: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA	37
1.4.3. PREVENZIONE E CURA	38
1.4.4. STORIA E DIFFUSIONE	39
1.4.5. LA DENGUE A SINGAPORE	42
1.4.6. FATTORI PREDISPONENTI	43
1.4.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	46
1.5. HONG KONG E LA SARS	48
1.5.1. SINOSSI	48
1.5.2. LA SARS: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA	49
1.5.3. PREVENZIONE E CURA	50
1.5.4. STORIA E DIFFUSIONE	51

1.5.5.	LA SARS AD HONG KONG	53
1.5.6.	FATTORI PREDISPONENTI	55
1.5.7.	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	58

PARTE II: ANALISI TERRITORIALE

2.	MISURARE E LOCALIZZARE LA VULNERABILITÀ EPIDEMICA	61
2.1 .	ELEMENTI DEMOGRAFICI	63
2.1.1	DENSITA' DI POPOLAZIONE	64
2.1.1.1	INTRODUZIONE	64
2.1.1.2.	METODOLOGIA APPLICATA	64
2.1.1.3.	RISULTATI	65
2.1.1.4.	BIBLIOGRAFIA	65
	ELABORATO M1	66
	ELABORATO M2	67
2.1.2.	AFFOLLAMENTO ABITATIVO	68
2.1.2.1.	INTRODUZIONE	68
2.1.2.2.	METODOLOGIA APPLICATA	68
2.1.2.3.	RISULTATI	69
2.1.2.4.	BIBLIOGRAFIA	69
	ELABORATO M3	70
	ELABORATO M4	71
2.1.3.	ETA' DELLA POPOLAZIONE	72
2.1.3.1.	INTRODUZIONE	72
2.1.3.2.	METODOLOGIA APPLICATA	72
2.1.3.3.	RISULTATI	73
2.1.3.4.	BIBLIOGRAFIA	73
	ELABORATO M5	74
	ELABORATO M6	75
2.2.	ELEMENTI MORFOLOGICI	76
2.2.1.	ALTEZZA DEGLI EDIFICI	77
2.2.1.1	INTRODUZIONE	77
2.2.1.2.	METODOLOGIA APPLICATA	77
2.2.1.3.	RISULTATI	78
2.2.1.4.	BIBLIOGRAFIA	78
	ELABORATO M7	79
	ELABORATO M8	80
2.2.2.	EPOCA DI COSTRUZIONE	81
2.2.2.1	INTRODUZIONE	81
2.2.2.2.	METODOLOGIA APPLICATA	82
2.2.2.3.	RISULTATI	82
2.2.2.4.	BIBLIOGRAFIA	82
	ELABORATO M9	83
	ELABORATO M10	84
2.2.3.	COMPATTEZZA DELL'EDIFICATO	85

2.2.3.1	INTRODUZIONE	85
2.2.3.2	METODOLOGIA APPLICATA	85
2.2.3.3	RISULTATI	86
2.2.3.4	BIBLIOGRAFIA	86
	ELABORATO M11	87
	ELABORATO M12	88
2.3.	ELEMENTI AMBIENTALI	89
2.3.1	INQUINAMENTO ATMOSFERICO	90
2.3.1.1.	INTRODUZIONE	90
2.3.1.2.	METODOLOGIA APPLICATA	90
2.3.1.3.	RISULTATI	91
2.3.1.4.	BIBLIOGRAFIA	91
	ELABORATO M13	92
	ELABORATO M14	93
2.3.2	INQUINAMENTO ACUSTICO	94
2.3.2.1.	INTRODUZIONE	94
2.3.2.2.	METODOLOGIA APPLICATA	94
2.3.2.3.	RISULTATI	95
2.3.2.4.	BIBLIOGRAFIA	95
	ELABORATO M15	96
	ELABORATO M16	97
2.3.3	AREE DI RIPRODUZIONE DEI VETTORI	98
2.3.3.1.	INTRODUZIONE	98
2.3.3.2.	METODOLOGIA APPLICATA	98
2.3.3.3.	RISULTATI	99
2.3.3.4.	BIBLIOGRAFIA	99
	ELABORATO M17	100
	ELABORATO M18	101
2.4.	ELEMENTI DI ATTRATTIVITA'	102
2.4.1	DENSITA' DI ATTIVITA COMMERCIALI	103
2.4.1.1.	INTRODUZIONE	103
2.4.1.2.	METODOLOGIA APPLICATA	103
2.4.1.3.	RISULTATI	104
2.1.1.4.	BIBLIOGRAFIA	104
	ELABORATO M19	105
	ELABORATO M20	106
2.4.2	DISTRIBUZIONE DEGLI "ATTRATTORI" URBANI	107
2.4.2.1.	INTRODUZIONE	107
2.4.2.2.	METODOLOGIA APPLICATA	107
2.4.2.3.	RISULTATI	108
2.4.2.4.	BIBLIOGRAFIA	108
	ELABORATO M21	109
	ELABORATO M22	110
2.5.	VALUTAZIONE DI SINTESI	111
2.5.1.	GRADO DI VULNERABILITA' EPIDEMICA	112
2.5.1.1.	INTRODUZIONE	112

2.5.1.2. METODOLOGIA APPLICATA	113
2.5.1.3. RISULTATI	113
2.5.1.4. BIBLIOGRAFIA	113
ELABORATO M23	115
ELABORATO M24	116
2.6. ANALISI DELLE AREE PARTICOLARMENTE VULNERABILI	117
ELABORATO M25 - LOCALIZZAZIONE DELLE AREE VULNERABILI	118
ELABORATO M26 - AREA#1: "TORRI MICHELIN NORD"	119
ELABORATO M27 - AREA#2: "VIA SAN PAOLO"	121
ELABORATO M28 - AREA#3: "BORGIO CAMPIDOGLIO"	123
ELABORATO M29 - AREA#4: "EX OGM"	125

PARTE III: PROPOSTA OPERATIVA

3. SOLUZIONI PER UN DESIGN RESILIENTE	128
3.1. ABACO DELLE MISURE DI ADATTAMENTO	129
3.1.1. DIMINUIRE LA DENSITA' EDILIZIA	131
3.1.2. INCREMENTARE LA DISTANZA TRA GLI EDIFICI	133
3.1.3. RIDURRE L'ALTEZZA MASSIMA DEGLI EDIFICI	135
3.1.4. FAVORIRE LA DIFFUSIONE DELLE ATTIVITA' DI VICINATO	137
3.1.5. INCREMENTARE LA SUPERFICIE PERTINENZIALE ESTERNA	139
3.1.6. TRANSIZIONE DA SPAZI AD USO COLLETTIVO «CHIUSI» AD «APERTI»	141
3.1.7. MIGLIORARE LA CURA DELLE AREE MARGINALI URBANE	143
3.1.8. AUMENTARE LA QUOTA DI VERDE URBANO PUBBLICO E PRIVATO	145
3.1.9. AUMENTARE IL NUMERO DELLE AREE ATTREZZATE PER ATTIVITA' ALL'APERTO	147
3.1.10. AUMENTARE L'AMPIEZZA DELLA VIABILITA' DEDICATA ALLA MOBILITA' DOLCE	149
3.1.11. AUMENTARE L'OFFERTA DEI PERCORSI CICLO-PEDONALI	151
3.2. DALL'ABACO AL CONCEPT PROGETTUALE	153
3.2.1. CONCEPT AREA #1 "TORRI MICHELIN NORD"	154
3.2.2. CONCEPT #2: "VIA SAN PAOLO"	156
3.2.3. CONCEPT AREA #3: "BORGIO CAMPIDOGLIO"	158
3.2.4. CONCEPT AREA #4: "EX OGM"	160
CONCLUSIONI : DAL "COME" AL "PERCHE'"	163
BIBLIOGRAFIA GENERALE	170
RINGRAZIAMENTI	179

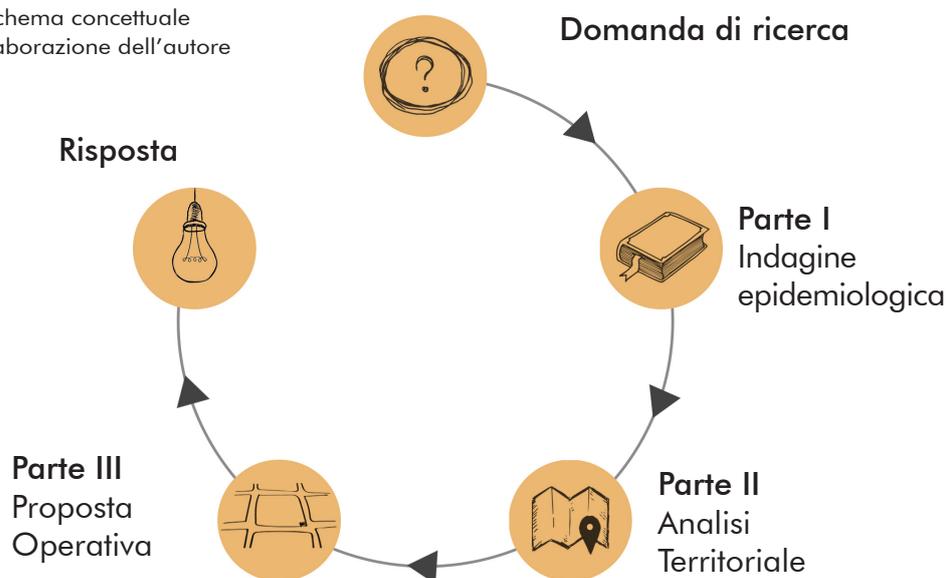
ABSTRACT E INTRODUZIONE

ABSTRACT

Il presente lavoro si propone di sviluppare una ricerca basata sul tema delle epidemie infettive, indagando il rapporto della malattia con la vulnerabilità dell'ambiente urbano e cercando di sviluppare strategie di risposta resiliente a un problema complesso. La tesi si struttura attorno ad una chiara domanda di ricerca: «è possibile oggi strutturare un sistema di conoscenza sistematico e sito-specifico in grado di indagare il rapporto tra qualità dello spazio e trasmissione della malattia? Se sì, in che modo questa conoscenza struttura e supporta il progetto di trasformazione e rigenerazione urbana?». Per rispondere efficacemente si è sviluppato un percorso logico consequenziale basato su tre fasi: indagine epidemiologica, analisi territoriale e proposta operative. La prima fase è una selezione di cinque casi studio di epidemie del passato (sia prossimo che remoto). Si è cercato di indagare le cause generali e specifiche che

legano l'insorgere di una particolare malattia in una specifica città. L'obiettivo è identificare tutti quei fattori che portano ad una maggiore o minore vulnerabilità di un ambiente urbano rispetto all'insorgere o al dilagare di un'epidemia infettiva. Estrapolati i singoli fattori, nella seconda fase, si è cercato di sistematizzarli e formalizzarli in una serie di indicatori capaci di restituire una misurazione di sintesi della vulnerabilità epidemica. Il modello è stato applicato alla città di Torino ottenendo una serie di prodotti cartografici al fine di geo-spazializzare le aree a maggiore vulnerabilità e fornire una carta di concentrazione di sintesi basata sul principio dell'overlay tematico. Nella terza fase è cercato di costruire un "abaco" di azioni urbanistico-edilizie di mitigazione della vulnerabilità per le aree particolarmente critiche. Su di esse si sono infine sviluppate quattro suggestioni di progetto resiliente per la città di Torino.

Fig.1 - Schema concettuale
fonte: Elaborazione dell'autore



INTRODUZIONE

La tesi è il risultato di un tirocinio effettuato presso il centro R3C (Responsible Risk Resilience Centre) durante i mesi di confinamento imposto nella primavera 2020, a seguito della pandemia di COVID-19 che ha colpito il mondo intero e l'Italia in particolare. La crisi, vissuta in prima persona da ognuno di noi, ha offerto una nuova prospettiva sui limiti dello sviluppo del mondo "urbano" per come è stato declinato negli ultimi sessant'anni. L'isolamento ha inciso la memoria collettiva con scenari inediti: città vuote, strade silenziose, parchi e luoghi di svago deserti. Ci ha costretto ad una riflessione sul significato stesso di "cosa significa" e "a cosa serve" una città. Da un lato, un nodo di interconnessione per una società globale, un motore di cultura, crescita e ricchezza, un luogo di scambio, di consumo ed investimenti. Dall'altro, un luogo profondamente divisivo e ingiusto, un mondo di schiavi dell'economia informale e della gig economy, una sorgente di enormi ineguaglianze tra chi ha un balcone e chi no, chi un giardino privato e chi pochi metri quadri per vivere e lavorare. Un luogo in cui esistono spazi immensi non utilizzati da nessuno e un mercato immobiliare disfunzionale (Chatterton, 2020). Posto di fronte ad una crisi senza precedenti nel mondo moderno, il modello "urbano" ha mostrato tutte le sue contraddizioni e si è mostrato inadeguato ad affrontare il diffondersi della pandemia. Ma come è potuto succedere? Possibile che l'urbanisti-

ca moderna abbia fallito? Proprio quella che si era sviluppata come "disciplina scientifica" per "curare" dalle problematiche igienico-sanitarie le città europee durante la prima rivoluzione industriale? (Gaeta, Janin Rivolin and Mazza, 2013) Per almeno cento anni l'urbanistica e l'architettura sono state usate in maniera scientifica come armi principali nella lotta alle malattie infettive, portando alla ridefinizione del rapporto tra uomo e ambiente urbano, eradicando patologie endemiche come tifo e colera e proiettando la civiltà nell'era "urbana" attraverso programmi di risanamento, "sventramento" e infrastrutturazione massiva (Vanderbilt, 2020). A partire dal secondo dopoguerra però, con il perfezionamento dei vaccini, degli antibiotici e farmaci antivirali, si è interrotta la tendenza ad usare l'edilizia per combattere le epidemie e l'urbanistica è passata in secondo piano. Da allora, medicina e sanità pubblica hanno preso due strade distinte, la prima per curare la patologia, mentre la seconda era un modo di organizzare i comportamenti e i sistemi sociali (Budds, 2020). L'interrogativo che si pone dunque è se, di fronte a nuove malattie infettive per cui non ci sono rimedi comprovati, è ancora centrale il ruolo della città e se sia possibile per il mondo dell'urbanistica e dell'architettura contribuire ancora attivamente nella battaglia contro le epidemie infettive. Attorno a queste questioni fondamentali si è cominciato a

formulare la domanda di ricerca vera e propria, domanda che si è progressivamente “sgrezzata” fino ad assumere la sua conformazione definitiva: “è possibile oggi strutturare un sistema di conoscenza sistematico e sito-specifico in grado di indagare il rapporto tra qualità dello spazio e trasmissione della malattia? Se sì, in che modo questa conoscenza struttura e supporta il progetto di trasformazione e rigenerazione urbana?”. Per rispondere a questa domanda è stato necessario affidarsi a diversi contributi disciplinari. Questi rispecchiano la struttura tripartita della ricerca (indagine storica, analisi territoriale e proposta operativa) e costituiscono la struttura portante dell’intero lavoro. Il primo contributo tematico è relativo ad un settore che, seppur estraneo alla sfera territoriale, è gioco-forza pertinente con il tema trattato, ovvero l’area medico-epidemiologica. A tal proposito, si è utilizzato l’imponente catalogo disponibile di ricerche ed articoli scientifici per costruire un percorso di supporto teorico senza cercare di scendere in dettagli e tecnicismi che non competono a questa sede. Un secondo contributo è quello metodologico. Il lavoro poggia infatti sul consistente lavoro sviluppato in questi ultimi anni dall’opera di ricerca della prof.ssa Brunetta e della sua squadra presso il centro R3C (Responsible Risk Resilience Centre) al Politecnico di Torino. Il centro ha ideato un innovativo approccio che coniuga le dimensioni di vulnerabilità e adattamento resiliente ai principi dell’interdisciplinarietà e multi-scalarità, capace di orientare i processi decisionali di governo

del territorio. La collaborazione con R3C ha quindi fornito quel know-how necessario a costruire le analisi delle vulnerabilità urbane alla scala locale ed a configurarle come strumento di conoscenza tecnica e decisionale per la definizione di strategia di adattamento locale basate su rigorose basi scientifiche. Infine, si è utilizzato il contributo teorico della ricerca accademica nel campo della resilienza, che rimanda alla capacità di un sistema (e di tutti i suoi componenti) di rispondere a turbolenze ed eventi inattesi, mantenendo o rapidamente ritornando alle funzioni di base per sviluppare capacità di adattamento e innovazione. (Brunetta and Caldarice, 2019). Nel presente lavoro il tema della resilienza non si configura solo come “obiettivo finale” a cui tendere in fase di proposta ma soprattutto come approccio concettuale flessibile capace di “leggere” i sistemi complessi (come quelli urbani) trasformando le avversità in opportunità e dando una prospettiva progettuale di ampio respiro.

- Perspectives for Urban Transition’, in Leal Filho, W. et al. (eds) Sustainable Cities and Communities. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-3-319-71061-7_28-1.
- Budds, D. (2020) ‘Design in the age of pandemics’, Curbed.
- Chatterton, P. (2020) ‘Coronavirus: we’re in a real-time laboratory of a more sustainable urban future’, The Conversation.
- Gaeta, L., Janin Rivolin, U. and Mazza, L. (2013) Governo del territorio e pianificazione spaziale. CittàStudi.
- Vanderbilt, T. (2020) ‘The Pandemic Shows What Cars Have Done to Cities’, The Atlantic.

PARTE I - INDAGINE
EPIDEMIOLOGICA
IL RAPPORTO TRA CITTÀ ED EPIDEMIA

1. INDAGINE SUL RAPPORTO TRA CITTA' ED EPIDEMIA

Il rapporto tra città e malattia è antico quanto le città stesse. La relazione è testimoniata dai trattati vitruviani sui riti di fondazione dei castrum praticate da Auguri e Aruspici ai racconti mitologici di "punizioni divine" scagliate contro città cresciute tanto da impersonificare la *hýbris* del progresso urbano umano.

I casi di seguito analizzati sono ancorati nella storia e non nella leggenda e sono stati scelti in quanto esemplificativi del rapporto tra città ed epidemia infettiva. Essendo l'obiettivo della ricerca quello di indagare le cause generali e specifiche che legano il diffondersi di una generica patologia ad un determinato contesto urbano si sono cercati quegli esempi che, seppur eterogenei e molto distanti tra loro sia nello spazio che nel tempo, sapessero contribuire nella loro individualità a costruire un percorso logico coerente. Il primo capitolo affronta l'epidemia di colera che colpì Napoli negli anni terminali del XIX secolo. E' stato possibile mettere in luce la relazione tra una malattia di origine batterica le cui cause erano all'epoca appena state scoperte con un esempio di città europea altamente disfunzionale, anche se proiettata verso un'inarrestabile modernità. Lo spaccato di Napoli, analizzata prima dell'affermazione della disciplina della pianificazione urbanistica moderna, fornisce un campo di studio con notevoli similitudini con gli slums moderni. Il secondo caso affrontato è quello di Firenze nel XVII secolo. L'orizzonte temporale è quello dell'ondata

di Peste che, portata dalle truppe mercenarie nel nord Italia, decimò il paese intero. L'analisi è calata nel contesto della città rinascimentale, cinta da mura, insalubre, caotica e con precarie condizioni igieniche. Il ragionamento sviluppato offre una prospettiva sui meccanismi di difesa sviluppati all'epoca per rispondere a situazioni di stress epidemiologico di cui non si conoscevano le cause. Il terzo capitolo analizza l'esplosione di influenza spagnola a Philadelphia nel 1918. "L'indagine" si cala qui nell'ambiente della città moderna per eccellenza, quella americana, pianificata, "infrastrutturata" e già sopraffatta dal traffico veicolare. E' possibile osservare come questa realtà cerchi di reagire con scarsa coordinazione e assenza di leadership agli effetti devastanti di un'epidemia virale di portata globale, capace di fare migliaia di morti in poche settimane. Il quarto caso portato ad esempio è quello di Singapore in questo decennio, città alle prese con la Dengue, malattia virale in crescita esponenziale diffusa da alcune specie di zanzare, che ha trovato un terreno di diffusione particolarmente fertile sia nella città-stato equatoriale densamente costruita ed abitata che nel mondo intero. Da ultimo si è studiata la relazione tra l'epidemia di SARS (sindrome respiratoria grave) del 2003 e la megalopoli di Hong Kong. Il caso ha permesso di mettere in luce gli elementi critici della risposta dell'area urbana più popolata al mondo, ad una pandemia virale nell'era della globalizzazione.

1.1. NAPOLI E IL COLERA



1.1.1. SINOSSI

Uno dei momenti più importanti e tragici della storia dell'Italia post-unitaria ebbe come protagonista la città di Napoli durante l'anno 1884. (Johnson, 2006).

La forza dirompente e la proliferazione straordinaria del bacillo fu facilitata dalla difficile situazione abitativa dei quartieri popolari noti per l'estrema densità abitativa, le pessime condizioni igienico-sanitarie, la carenza di strade ampie e ariose, la sovrapposizione di usi del suolo confliggenti e la mancanza di un sistema fognario. (Caruso, 2020) La tragedia fu un momento cardine per la neonata nazione e

stimolo ad un impegno dello stato nel migliorare le condizioni di sottosviluppo delle città italiane. Per prevenire il verificarsi di altre simili tragedie, il sindaco Nicola Amore, con il benestare del Re Umberto I e del Primo Ministro Depretis, diede il via allo "sventramento" della città antica con un ambizioso piano di Risanamento regolato da una delle prime leggi urbanistiche dell'Italia post-unitaria, la 2892 del 1885 (Snowden, 1995).

1.1.2. IL COLERA: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA

Il colera, come si legge sul sito del CDC (Center for Disease

Prevention), è una malattia diarroica acuta causata dall'infezione dell'intestino dovuta al batterio *Vibrio Cholerae*. (CDC, 2014) Il batterio fu isolato per la prima volta nel 1854 dall'anatomista italiano Filippo Pacini e ufficialmente "scoperto" dal medico tedesco Robert Koch nel 1884. Il colera è una malattia a trasmissione orale che colpisce solo gli esseri umani e viene contratto, come dimostrato nel 1849 da John Snow, attraverso l'ingestione di acqua o alimenti contaminati da materiale fecale di individui infetti. (Johnson, 2006) I sintomi dell'infezione iniziano da due ore a cinque giorni dopo l'esposizione e il decorso nei casi più gravi è estremamente rapido. In queste persone, circa il 10% dei casi totali la rapida perdita di liquidi corporei porta alla disidratazione e allo shock. Senza trattamento, la morte può avvenire in poche ore. (World Health Organization, 2019). A livello sintomatologico si assiste nei soggetti colpiti ad una perdita di liquidi attraverso una grande quantità di diarrea acquosa e vomito accompagnati

da crampi muscolari. (World Health Organization, 2019). La diarrea può essere così grave da portare in poche ore ad una grave disidratazione e ad uno squilibrio elettrolitico provocando occhi infossati, pelle fredda e bluastra, diminuzione dell'elasticità della pelle e rughe delle mani e dei piedi (fig.2). La diffusione, oltre da acqua non sicura può avvenire attraverso l'ingestione di cibo contaminato con feci umane contenenti i batteri. In particolare, i frutti di mare poco cotti sono una fonte comune di contagio. In un'epidemia, la fonte della contaminazione è solitamente costituita dalle feci di una persona infetta che contamina l'acqua e/o il cibo (Wikipedia, 2020). La malattia può diffondersi rapidamente in aree con un trattamento inadeguato delle acque reflue e dell'acqua potabile. Generalmente è improbabile che la malattia si diffonda direttamente da una persona all'altra; pertanto, il contatto casuale con una persona infetta non costituisce un rischio di malattia. In sintesi, fattori di rischio principali per la malattia sono la



Fig.2 - The Appearance After Death of a Victim to the Indian Cholera Who Died at Sunderland, Artista Sconosciuto, (1831) - fonte: <http://drawing-blood.org/outbreaks/cholera-overview/>

scarsa igiene e la mancanza di acqua potabile.

1.1.3. PREVENZIONE E CURA

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) raccomanda di concentrarsi sulla prevenzione, la preparazione e la risposta per combattere la diffusione del colera. Infatti, la prevenzione della malattia è relativamente semplice se si seguono pratiche igienico-sanitarie adeguate. In particolare, è raccomandata primariamente la sterilizzazione, ovvero il corretto smaltimento e il trattamento adeguato di tutti i materiali che possono essere venuti a contatto con le feci delle vittime, pulizia e disinfezione con acqua clorata o altri agenti antimicrobici efficaci. In secondo luogo, è centrale la gestione delle acque reflue: nelle zone colpite, le acque di scarico e i fanghi fecali devono essere trattati e gestiti, prevenendo la defecazione aperta, il rilascio di acque reflue non trattate o lo scarico di fanghi fecali dalle latrine a fossa o dalle fosse settiche nell'ambiente. Un terzo punto è quello delle sorgenti, è necessaria una corretta informazione sulle possibili contaminazioni da colera relativamente alle fonti di acqua per uso idropotabile. Infine è fondamentale lavorare sulla purificazione dell'acqua: tutta l'acqua usata per bere, per lavarsi o per cucinare dovrebbe essere sterilizzata mediante ebollizione, clorazione, trattamento con ozono, sterilizzazione con luce ultravioletta (ad esempio, mediante disinfezione dell'acqua solare), o filtrazione antimicrobica in qualsiasi area in cui possa esse-

re presente il colera. (World Health Organization, 2019)

1.1.4. STORIA E DIFFUSIONE

Nei Paesi sviluppati, a causa della quasi universalità delle pratiche avanzate di trattamento delle acque e delle pratiche igienico-sanitarie ivi presenti, il colera è raro. Ad esempio, l'ultimo grande focolaio di colera negli Stati Uniti si è verificato nel 1910-1911. (Wikipedia, 2020) Il colera oggi è un rischio soprattutto nei paesi in via di sviluppo ed è un indicatore di disuguaglianza e di mancanza di sviluppo sociale in quanto direttamente proporzionale alla povertà di un paese o di aree di questo. (Phelps et al., 2018) I ricercatori dell'OMS hanno stimato che ogni anno ci sono da 1,3 a 4,0 milioni di casi di colera e da 21.000 a 143.000 morti in tutto il mondo a causa dell'infezione. In passato, tuttavia, la malattia ha fatto stragi anche nelle città europee ed asiatiche. Negli ultimi 200 anni si sono verificate sette pandemie di colera, (Chisholm, 1911) la prima delle quali ha avuto origine in India nel 1817. La prima pandemia di colera si verificò nella regione del Bengala in India, vicino a Calcutta, dal 1817 al 1824. (Wikipedia, 2015) La malattia si diffuse dall'India al Sud-Est asiatico, al Medio Oriente, all'Europa e all'Africa orientale attraverso le rotte commerciali. Si stima che i morti in India tra il 1817 e il 1860, nelle prime tre pandemie del XIX secolo, abbiano superato i 15 milioni di persone. La seconda pandemia durò dal 1826 al 1837 e colpì in partico-

lare il Nord America (150.000 morti stimati) e l'Europa (55.000 morti nel Regno Unito, 100.000 in Ungheria, 130.000 in Egitto e 20.000 nella sola città di Parigi) a causa dei progressi nei trasporti e nel commercio globale e dell'aumento delle migrazioni umane (fig.3). La terza pandemia scoppiò nel 1846, si protrasse fino al 1860, si estese alla Russia (1 milione di morti stimati), Giappone (tra 100.000 e 200.000 morti), Nord Africa e raggiunse il Sud America, colpendo per la prima volta in modo specifico il Brasile e Porto Rico (25.000 morti). In particolare, fu colpita Londra (10.000 morti nel 1854) e Chicago (3.500 morti) La quarta pandemia durò dal 1863 al 1875 e si diffuse dall'India alla Mecca (tra 30.000 e 90.000 morti), a Zanzibar (70.000) e in Europa (tra 300.000 e 500.000 morti). La quinta pandemia fu del 1881-1896 e cominciò in India e si diffuse in Europa, Asia e Sud America, fece circa 250.000 morti in Europa e almeno 50.000 nelle

Americhe. Il colera causò 267.890 morti in Russia, 120.000 in Spagna, 90.000 in Giappone e oltre 60.000 in Persia. L'epidemia del 1892 ad Amburgo uccise 8.600 persone. Questa fu l'ultima grave epidemia di colera in Europa, in quanto proprio a partire da questa data le città hanno cominciato a migliorare i loro sistemi sanitari e idrici. La sesta pandemia iniziò in India e si diffuse in Europa, Asia e Sud America. Queste epidemie furono meno mortali grazie ad una maggiore comprensione dei batteri del colera e migliori condizioni di vita della popolazione. L'Egitto, la penisola arabica, la Persia, l'India e le Filippine (200.000 morti nel biennio 1902-1904) furono i paesi più colpiti da queste epidemie. Si stima che 23 milioni di persone siano morte tra il 1865 e il 1917, di questi, 2 milioni nel solo impero Russo. La settima pandemia ha avuto origine nel 1961 in Indonesia ed è segnata dalla comparsa di un nuovo ceppo batterico, soprannominato El Tor, che persiste

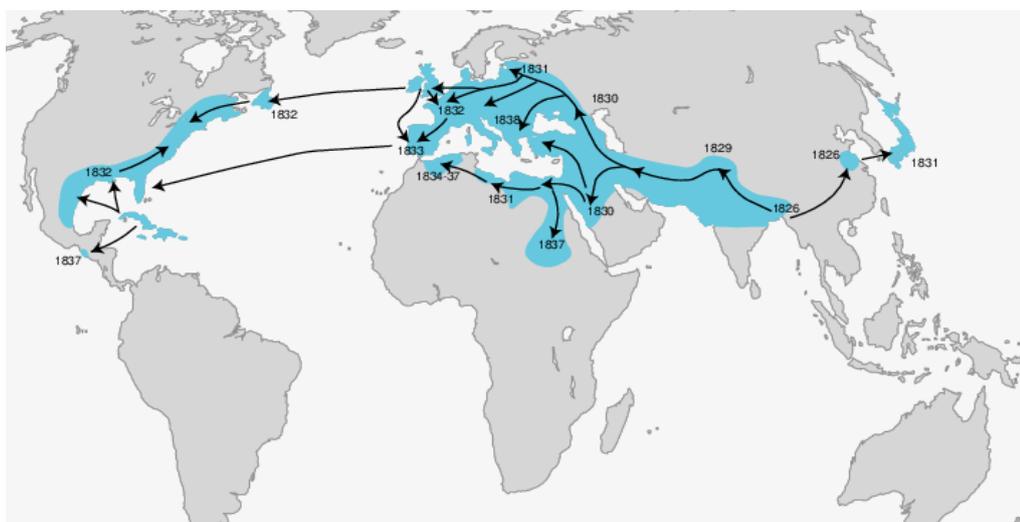


Fig.3. Spostamenti della seconda epidemia di Colera nel mondo(1826-1837). - Fonte: Eric Daudé - <https://www.semanticscholar.org/paper/Cholera-in-the-19-th-century%3A-Constructing-risk-Daud%C3%A9-%C3%89liot/ca43d8ca7488f01126d7ae062b07ebe23db30565>

ancora. (Wikipedia, 2015)

1.1.5. IL COLERA A NAPOLI

Il primo atto di quella che sarà l'esplosione di colera più violenta della città di Napoli risale al telegramma del 22 giugno 1884, spedito dal reale console italiano di Tolone al ministro dell'interno Depetris in cui si comunicavano 12 decessi per colera. Sembra appurato che il batterio colerico era sbarcato da una nave militare francese proveniente dall'Indocina. La malattia, partendo da Tolone, raggiunse Marsiglia, dove lavoravano circa 60.000 operai italiani (Caruso, 2020). Costoro, nel tentativo di sfuggire all'epidemia, tornarono in massa in Italia. Nonostante a Napoli il morbo fosse conosciuto e avesse già fatto visita in diverse occasioni (1836-37, 1854-55, 1865-67 e 1873) la città si fece cogliere impreparata e l'emergenza non venne gestita in modo adeguato. Nello specifico, per evitare allarmismi i primi casi vennero passati sotto silenzio, con la conseguenza di aggravare ulteriormente il contagio. Durante il mese di luglio l'epidemia si propagò inesorabilmente e rapidamente colpendo soprattutto i quartieri poveri della città, la cosiddetta "città bassa" (fig.4). A fine settembre la conta dei morti era a più di 7000. (Snowden, 1995)

La città di Napoli costituisce un caso di studio particolarmente importante non solo perché l'epidemia del 1884 porterà al rinnovamento e alla ricostruzione della città secondo nuovi paradigmi di salubrità ma anche perché rappresenta un archetipo di un

sistema urbano non pianificato e insalubre e a rischio di epidemia.

1.1.6. FATTORI PREDISPONENTI

Ai fini della presente ricerca è fondamentale analizzare quali furono i fattori che favorirono il proliferare del colera a Napoli, ovvero le condizioni specifiche di rischio della città la predispose all'infezione nel 1884.

Possono essere ridotti a sei: abitabilità, condizioni igieniche, approvvigionamento idrico, fognature, povertà e salute pubblica.

ABITABILITA': Nel 1884, Napoli era la città più grande d'Italia e aveva una popolazione di quasi mezzo milione di abitanti (per il censimento del 1881 risultavano residenti in città 535.000 abitanti). Occupava una superficie totale di 8 chilometri quadrati con una densità abitativa media di 64.000 ab/kmq) ma con valori molto



Fig.4. - Un crocevia dei fondaci (1878)
fonte: Maremagnum.com

variabili in base alla zona (Snowden, 1995). La città all'epoca era infatti dicotomica, con una parte alta (salubre e ricca) ed una bassa (insalubre e povera). La parte bassa, che comprendeva 4 delle 12 "sezioni" o quartieri della città: Mercato, Pendino, Porto e Vicaria fu l'epicentro del contagio. Essa si trovava a 4 metri slm e occupava 510 metri quadri, racchiusi da via della Marina a Sud, Corso Garibaldi a est, via Medina a Nord ed Est. Dai dati emerge che come nei quartieri di Porto, Pendino e Mercato la densità abitativa fosse di 130.000 ab/kmq. Il primo fattore che fece della "città bassa" il centro dell'epidemia del 1884 fu quindi la mancanza di spazio per l'espansione unita alle condizioni di sovraffollamento abitativo. Accanto a questi elementi emerge la condizione di urbanizzazione non regolata e non pianificata. Napoli all'epoca era, in alcune parti molto simile alle attuali forme di città informale (slums, favelas o bidonville) del terzo mondo. (Snowden, 1995) Accanto alla densità abitativa è anche da sottolineare come elemento predisponente al contagio l'elevata densità edilizia. Nel cuore della città vecchia si trovavano 4567 edifici che ospitavano 300.000 persone in un denso tessuto urbano che contava quasi 600 tra stradine e vicoli. L'assenza di aree verdi era la norma e gli unici spazi "ampi" in questo labirinto erano la centrale via del Duomo e Piazza del Mercato. Altro fattore, oltre alla mancanza di spazi "aperti" era la carenza di strade ampie ed ariose, nelle zone centrali di Napoli, infatti, edifici molto

alti (altezza media di 30 metri) e in pessime condizioni di manutenzione proiettavano ombre perenni su vicoli così stretti che spesso non era possibile passare con mezzi di trasporto. In questo contesto le strade, più che luogo di transito, erano prolungamento naturale di abitazioni inadeguate ai bisogni della vita: luogo di lavoro, spazio d'incontro quotidiano, discarica, area di contrattazione e di vendita. Due erano le tipologie abitative tipiche della Napoli dell'epoca, i fondachi e i bassi. I fondachi erano edifici la cui funzione originaria era quella di magazzini commerciali, successivamente ridestinati ad uso abitativo. Questi fabbricati si sviluppavano su più piani con piccole camere che ricevevano aria e luce esclusivamente dal cortile al centro, per lo più ricettacolo di immondizie e acque impure. Il politico post-unitario Pasquale Villari descrisse i fondachi come: «In questi luoghi vivono ammonticchiate parecchie migliaia di persone, talmente avvilita dalla miseria, che somigliano più a bruti che a uomini». La giornalista inglese White Mario dedicò invece nel suo libro su Napoli un capitolo sugli "esseri" che abitavano i fondachi (intitolato "i trogloditi": «In una delle soffitte vidi un mucchio di paglia, che letteralmente camminava da sé, a cotal punto che lo credetti un nido di formiche. Ma erano ben altri insetti!») (Caruso, 2020). Tuttavia, i bassi erano, se possibile, ancora peggiori rispetto alle condizioni abitative ed igienico sanitarie. Situati al piano terra degli edifici, il basso è un terraneo, senza finestra, che prendeva

luce e aria soltanto dalla porta. Essi ospitavano in condizioni di sovraffollamento una popolazione grande come la città di Bologna. In media, una stanza da settanta a ottanta metri cubi era condivisa da due famiglie, che, dormendo su materassi di paglia su pavimenti di fango, "vivevano" in condizioni di oscurità perenne e di contatto diretto con strade sporche e ma-leodoranti.

CONDIZIONI IGIENICHE: Nel città vecchia del 1884 non c'erano impianti idraulici e i muri degli edifici funzionavano come orinatoï pubblici mentre le strade come fogne. Gli onnipresenti rifiuti umani e animali non erano raccolti ed erano semplicemente lasciati ad accumularsi o ad essere trasportati via dai canali di scolo, ove presenti. (Snowden, 1995) Allora come oggi la città rischiava di soffocare nei propri rifiuti e ancora prima dell'arrivo dell'epidemia la vita media nella capitale partenopea era sensibilmente più bassa di quella del resto d'Italia. (Caruso, 2020) Altro elemento caratteristico era che non esisteva la distinzione tra tessuto urbano e rurale. In questa metropoli senza fine, infatti, lo stile di vita tipico della campagna si mescolava con le condizioni tipiche del vivere urbano. Ad esempio, molti degli ingressi al pianterreno si aprivano sulle stalle per le cavalli e asini, accanto a cui convivevano mucche, pollame, capre e pecore. Così come avveniva nel mondo agricolo molte famiglie dipendevano infatti per il loro magro sostentamento da questi animali, con il risultato che in ogni

edificio erano sparsi animali piccoli e grandi e ovviamente le loro deiezioni ed "effluvi mefitici". Le condizioni igieniche erano ulteriormente peggiorate dalla mancanza di divisione tra attività inquinanti (macelli, lavanderie, fonderie) e zone residenziali. In particolare, le fonderie di ottone ponevano un serio problema alla salute pubblica, indebolendo o compromettendo la già precaria salute degli abitanti grazie all'immissione di fumi e particolato contenente varie sostanze nocive come l'arsenico. Già nelle cronache dell'epoca era evidente l'incapacità nella gestione dei rifiuti prodotti dalla città, problema tristemente noto anche in tempi molto più recenti. Il dipartimento della "pulizia urbana" non aveva infatti il compito di pulire la città ma i suoi mezzi e risorse erano impegnati per prevenire l'accumularsi eccessivo dei rifiuti per impedire il blocco di ogni attività.

APPROVVIGIONAMENTO IDRICO: Essendo il colera una malattia che si trasmette attraverso l'acqua, particolare attenzione deve essere prestata al rapporto tra la città e alla produzione, trattamento e trasporto di acqua. Nel 1884, l'acqua potabile per i 500.000 residenti della città proveniva da diverse fonti. Anche in questo caso, c'era una grande distinzione tra la Città Alta e la Città Bassa (fig.5). La nobiltà napoletana e la borghesia bevevano l'acqua piovana raccolta e conservata in cisterne private e ben tenute. Al contrario, la Città Bassa si basava su una varietà di fonti meno affidabili. Le più importanti erano gli acquedotti

di Bolla e di Carmignano e i 4.500 pozzi scavati in il tufo calcareo sotto le strade. L'acqua fornita dagli acquedotti era irrimediabilmente contaminata molto prima di raggiungere la città, infatti gli impianti di trasporto non solo erano sottodimensionati ma erano anche preda di tale incuria che in alcuni tratti si verificavano fenomeni di spill-over tra acque reflue e quelle potabili. Materiali di contenimento e trasporto non adeguati, basso livello tecnologico nel trasporto e stoccaggio dell'acqua (Snowden, 1995). Un quadro ben peggiore era quello offerto dai pozzi. Questi erano alimentati da una serie di torrenti sotterranei che scorrevano

verso di essi. Lungo il loro percorso essi erano depositari finali di tutti i rifiuti che saturavano una città. Nel corso di un'epidemia di colera, i batteri dell'intestino umano, espulsi sotto forma di deiezioni, sono rapidamente riciclati verso nuovi destinatari attraverso i pozzi. Non stupisce che coloro che avevano bevuto da queste fonti fossero i più colpiti dall'esplosione dell'epidemia nel 1884.

FOGNATURE: Tutte le principali autorità sanitarie consideravano i 180 chilometri di tubi che formavano la rete fognaria napoletana come pericolosamente obsoleti. Essi non erano stati costruiti origi-



Fig.5. - "Napoli"(1880 - 1885) fonte: Giorgio Sommer ([https://it.wikipedia.org/wiki/File:Sommer,_Giorgio_\(1834-1914\)_-_n._1187_-_Napoli.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Sommer,_Giorgio_(1834-1914)_-_n._1187_-_Napoli.jpg))

nariamente sulla base di un piano coerente, ma erano stati posati in modo frammentario man mano che la città si espandeva. Nel 1880 la rete era prossima alla paralisi, con condotte troppo strette, a bassa pendenza che le rendevano inadatte alla pulizia e al trasporto, costantemente otturate e in alcuni tratti vecchie di 250 anni (Snowden, 1995). Non solo il sistema di fognature era obsoleto ma spesso era del tutto assente. In molti casi i rifiuti organici non venivano rimossi ma lasciati a drenare e ad accumularsi in fosse o spazi non all'interno della città compatta andando a sedimentarsi su un suolo composto da strati centenari di deiezione umana ed animale. I rifiuti effettivamente rimossi finivano nella baia, tutti lungo la costa entro il confine della città.

Lo sversamento in prossimità di luoghi di ricreazione e produzione di cibo (come molluschi e frutti di mare) fu un elemento fondamentale nell'insorgere e nell'espandersi dell'epidemia di colera.

POVERTA': Oltre ai quattro suddetti fattori di rischio epidemico (le disperate condizioni abitative, l'acqua impura, una rete fognaria obsoleta e carenze igienico-sanitarie), ci sono due ulteriori elementi di natura socio-economica da considerare. Il primo è la povertà. La condizione di indigenza è un minimo comune denominatore centrale a tutte le epidemie di colera. Il morbo prospera sulla povertà perché trova terreno fertile negli individui che, soffrendo la malnutrizione e i disturbi intestinali, sono più predisposti a contrarre

la malattia. Inoltre, il batterio prospera nelle situazioni di sovraffollamento e scarsa igiene, condizione che tendenzialmente è più probabile trovare in paesi o situazioni di disagio economico. Nel 1884, la caratteristica dominante dell'economia napoletana, era l'enorme sproporzione tra le dimensioni della popolazione e le limitate risorse disponibili (Snowden, 1995). Al momento della catastrofe, Napoli era il simbolo dell'intrattabile "questione meridionale" della storia italiana. Antica capitale di un regno impoverito, la Napoli del XIX secolo non si modernizzava né si sviluppava, trovandosi in una sorta di limbo temporale connotato da una estrema diseguaglianza sociale, associata ad un basso grado di cultura, alla presenza di attività illegali, disoccupazione e scarsa fiducia nelle istituzioni. Il secondo elemento che aumentava il rischio epidemico è relativo alla salute pubblica. Se l'800 è il secolo del positivismo scientifico e dell'ascesa della medicina "moderna", emerge come nel contesto partenopeo ci fosse una generale sfiducia nel sistema medico dovuta dall'inefficienza dell'apparato medico, dalla sproporzione tra popolazione e posti letto e dalla mancanza di istituzioni specializzate nella gestione delle emergenze.

1.1.7. IL "RISANAMENTO"

L'epidemia di colera del 1884 segna una svolta nella storia di Napoli. Nessuna precedente epidemia aveva mai portato ad un tentativo globale di riformare

radicalmente la vulnerabilità della popolazione alla malattia (Caruso, 2020).

Nel 1884 le sofferenze della città attirarono l'attenzione di tutto il paese e, come disse il re Umberto: "la disgrazia di Napoli è una disgrazia nazionale". Il neonato comprese anche che l'insalubrità della più grande città d'Italia era un pericolo permanente per l'intera nazione. Il colera colpiva solo la salute dei cittadini ma minava direttamente anche l'ordine pubblico, il commercio e le casse dello stato. La risposta fu una combinazione di sentimento umanitario e senso dello stato che risultò in un esperimento di medicina preventiva che prevedeva un importante programma di ricostruzione e rinnovamento noto come "risanamento". Il 15 gennaio 1885, fu approvata dal Parlamento una delle prime leggi urbanistiche italiane (n. 2892), specificatamente destinata al risanamento della città di Napoli. (Caruso, 2020) Si destinavano 100 milioni di lire per le grandi opere necessarie per

"sventrare" la città con una scala di intervento che non aveva paragoni in Italia, essendo un progetto di dimensione e portata simile a quelli di Parigi (Hausmann 1850-1870) e di Londra (Bazalgette 1860 circa). Nello specifico, si prevedeva di abbattere tutte le abitazioni fatiscenti dei quartieri della città bassa: Porto, Mercato, Pendino e Vicaria. Si ipotizzava inoltre di aprire strade larghe, soleggiate e arieggiate e ricostruire edifici riprogettati secondo parametri igienici, serviti da acquedotti e fogne. I piani prevedevano lo spostamento coatto di 90 mila persone, che dai bassifondi della città avrebbero dovuto trovare un nuovo alloggio, la scomparsa di 144 vicoli e l'allargamento di 127 strade, e la demolizione di 521 costruzioni fatiscenti e di 56 fondaci (fig.8). A livello progettuale era centrale la previsione di una nuova strada lunga e ampia: un rettilineo sul quale si dovevano innestare ad angolo retto, su entrambi i lati, 16 strade. Il piano stradale della città bassa sarebbe stato inoltre rialzato di tre



Fig.7. il quartiere di Santa Lucia in una cartolina di fine '800 - Fonte: <https://ilprismadinewton.wordpress.com/2017/10/10/il-risanamento-edilizio-del-paravento-il-ventre-di-napoli-m-serao/>

metri in modo da bonificare i bassi e fondaci e poter costruire una vera rete fognaria, ora funzionale grazie ad maggiore pendenza.

Le previsioni del piano di risanamento, come riportato dalla Regia Commissione d'inchiesta per Napoli, non vennero rispettate e i risultati furono sostanzialmente un fallimento. I problemi furono relativi a:

- 1) La mancanza di progetti e studi sugli edifici da espropriare e sulla gestione della ricollocazione.
- 2) La presenza di un operatore unico, la Società Anonima per il Risanamento di Napoli, per ogni fase del risanamento e l'assenza di confronto con l'amministrazione comunale (senza ruolo direttivo).
- 3) L'assenza di personale qualificato (ingegneri) all'interno degli organi tecnici.
- 4) Violazione sistematica da parte della società per il risanamento degli impegni contrattuali, prefe-

rendo una logica bancaria e predatoria che non pensava al bene comune sul lungo termine ma solo al profitto nel breve.

5) Generale negligenza nel controllo dei lavori della Società Anonima.

6) Cattiva gestione delle risorse, furono necessari due rifinanziamenti e la società finì più volte sull'orlo della bancarotta.

7) Scarsa qualità dei materiali e delle tecniche di lavorazione.

8) La rete fognaria (grandi collettori e diramazioni secondarie) non venne costruita nella città bassa ma solo in quella alta. Neanche il rialzo del piano stradale venne realizzato.

9) Nel 1900, oltre 11 anni dopo l'inizio dei lavori (quindi al termine previsto dal contratto) solo il 60 per cento delle opere era stato completato, e la città bassa non era stata bonificata (Snowden, 1995).



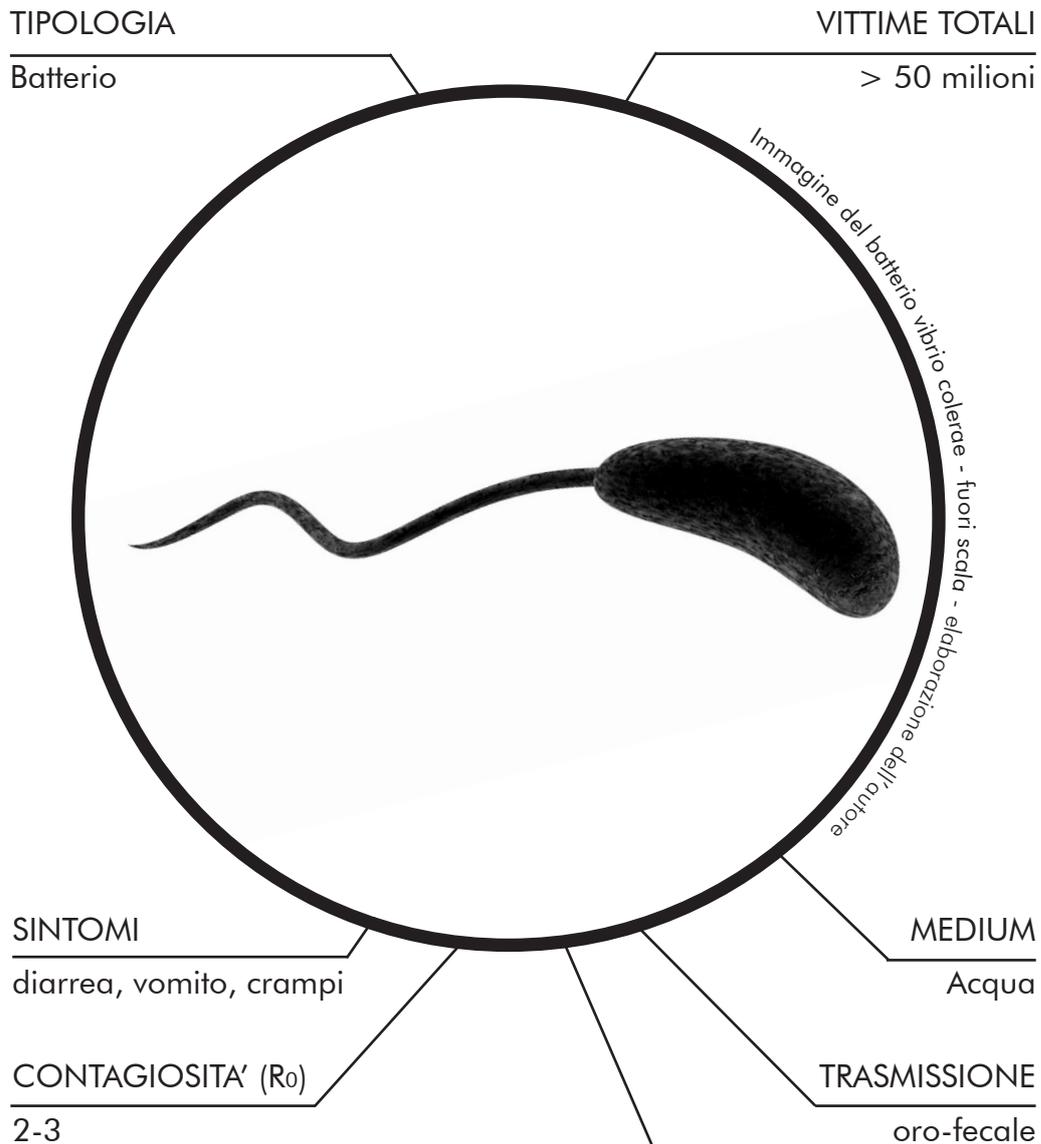
Fig.8. - La demolizione della città bassa (1890) - fonte: Maremagnum.com

1.1.8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- (World Health Organization, 2019) Caruso, C. (2020) Il colera a Napoli: l'epidemia del 1884. Available at: <https://www.lacooltura.com/2020/04/colera-a-napoli-epidemia-1884/#:~:text=Nell'estate del 1884 si,si superarono i 7000 morti.> (Accessed: 15 July 2020).
- CDC (2014) General Information | Cholera | CDC, Cdc. Available at: <https://www.cdc.gov/cholera/general/index.html> (Accessed: 16 July 2020).
- Chisholm, H. (1911) 'Cholera',

The Encyclopaedia Britannica: a dictionary of arts, sciences, literature and general information. 11th edn. Cambridge University Press.

- Colwell, R. R. (1996) 'Global climate and infectious disease: The cholera paradigm', *Science*, 274(5295), pp. 2025–2031. doi: 10.1126/science.274.5295.2025.
- Johnson, S. (2006) *The Ghost Map: The Story Of London's Most Terrifying Epidemic and How It Changed Science, Cities, And The Modern World*. New York: Riverhead Books.
- Phelps, M. et al. (2018) 'Cholera Epidemics of the Past Offer New Insights Into an Old Enemy', 217(population 8621), pp. 641–649. doi: 10.1093/infdis/jix602.
- Snowden, F. M. (1995) *Naples in the time of Cholera, 1884-1911*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wikipedia (2015) Cholera outbreaks and pandemics. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Cholera_outbreaks_and_pandemics (Accessed: 15 July 2020).
- Wikipedia (2020) Cholera. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> (Accessed: 15 July 2020).
- World Health Organization (2019) Cholera. Available at: <https://www.who.int/health-topics/cholera> (Accessed: 15 July 2020).



FATTORI PREDISPONENTI AL CONTAGIO

- Elevatissima densità edilizia e abitativa
- Mancanza di spazi aperti arieggiati all'interno del tessuto compatto
- Bassa qualità costruttiva dell'edificato
- Pessimo stato di manutenzione delle infrastrutture
- Contaminazione idrica tra pozzi privati o pubblici e acqua reflua
- Pessime condizioni igienico-sanitarie della popolazione
- Presenza di accumuli di rifiuti in spazi all'interno della città compatta
- Malnutrizione e predisposizione a contrarre le malattie
- Elevato grado di povertà assoluta

1.2. FIRENZE E LA PESTE



1.2.1 SINOSSI

Il rapporto tra la peste e le città italiane è profondo e fa parte della storia e della cultura intrinseca delle popolazioni del "bel paese". Il morbo visitò spesso l'Italia e Firenze in particolare. Oltre alla "peste nera" del XIV secolo, celebre per le narrazioni di Petrarca, la città fu colpita duramente nel 1630. Questa ondata epidemica è particolarmente interessante in quanto può essere analizzata non solo qualitativamente ma anche quantitativamente. Inoltre può essere spazializzata incrociando i dati dei censimenti e gli archivi dei deceduti redatti dall'organo di

gestione dell'epidemia (Consiglio di Sanità) (Litchfield, 2008). L'epidemia entrò nelle zone periferiche vicine alle porte di ingresso della città, dove, non a caso, risiedeva la popolazione più povera. Si estese poi al resto di Firenze, colpendo particolarmente gli indigenti (Terpstra and Rose, 2016). Altre cause di diffusione del contagio sono state individuate nelle scarse condizioni igieniche delle case e dei luoghi di lavoro, nel sovrappollamento abitativo. Il conteggio finale dei morti fu di circa 10.000 unità nel corso del periodo agosto 1630 al settembre 1631, pari al 12% della popolazione totale (Li-

tchfield, 2008).

1.2.2. LA PESTE: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA

La peste, come riportato da CDC (Center for Disease Prevention) è una malattia infettiva acuta causata dal bacillo *Yersinia pestis*. Il batterio, identificato per la prima volta nel 1894 a Hong Kong da Alexandre Yersin è tutt'ora endemico in popolazioni di roditori indigeni del Sud e del Nord America, Africa e Asia centrale (Centers for Disease Control and Prevention, 2018). La trasmissione della peste, che dal 2010 al 2015 ha fatto circa 600 morti, può avvenire per svariati fattori tra cui il contatto di secrezioni, quello fisico diretto, la trasmissione aerea e quella vettoriale tramite animali. Quest'ultima tipologia di trasmissione fu molto probabilmente la causa delle grandi epidemie medievali, come dimostrato nel 1898 da Paul-Louis Simond che identificò il passaggio del batterio attraverso il morso

di pulci infette (World Health Organization, 2017). Ulteriori studi verificarono come in origine il bacillo della peste visse e si diffondeva nei roditori (marmotte, ratti). Di questi, quelli resistenti alla malattia, facevano da ospite per lo *Y. Pestis* che migrava prima sulle pulci che infestavano questi animali e poi passavano ad altri ospiti, compresi gli uomini, dando origine all'epidemia. Le pulci responsabili della trasmissione fanno parte della specie *Xenopsylla cheopis* per quanto riguarda il contagio animale-animale e si ritiene la specie *Pulex irritans* colpevole del contagio uomo-uomo. Esistono diverse tipologie di peste, la peste bubbonica, che si suppone essere la famosa "morte nera" che colpì l'Europa nel basso medioevo, è la forma più comune. Solitamente i sintomi si verificano da 1 a 6 giorni dopo l'esposizione al bacillo e provoca il rigonfiamento dei linfonodi nell'inguine, nell'ascella o nel collo. (World Health Organization,



Fig.10 - The Appearance After Death of a Victim to the Indian Cholera Who Died at Sunderland, Artista Sconosciuto, (1831) - fonte: <http://drawing-blood.org/outbreaks/cholera-overview/>

2017) Altri sintomi includono febbre, brividi, mal di testa ed estrema stanchezza. L'infezione, se non trattata tempestivamente può portare alla morte in poco tempo (una settimana circa) oppure può diffondersi in altre parti del corpo e causare altre forme di malattia. In particolare, la peste setticemica si verifica quando i batteri *Y. Pestis* si moltiplicano nel sangue causando in una prima fase febbre alta, spossatezza, stordimento, vertigini e dolori addominali e successivamente shock settico e il cedimento degli organi. Nel caso in cui i batteri infettano i polmoni si verifica la cd. peste polmonare. I sintomi includono febbre alta, brividi, tosse, difficoltà a respirare e tosse con muco sanguinante. La peste polmonare è quasi sempre mortale se non viene trattata rapidamente ed è trasmissibile da persona a persona attraverso tosse e starnuti (World Health Organization, 2017).

1.2.3. PREVENZIONE E CURA

Oggi la peste umana è una malattia rara nella maggior parte del mondo, per quanto riguarda gli animali è endemica negli Stati Uniti occidentali, Africa e Asia. (Centers for Disease Control and Prevention, 2018). Esiste un vaccino contro la peste ma la vaccinazione non è necessaria se non per il personale di laboratorio, coloro che lavorano sul campo con organismi *Y. pestis* resistenti agli antimicrobici, le persone impegnate in esperimenti di aerosol con *Y. pestis* e quelle impegnate in operazioni sul campo in aree con peste enzootica dove non è possi-

bile prevenire l'esposizione. L'OMS suggerisce di prevenire il contagio della malattia adottando una serie di misure come la riduzione dell'habitat dei roditori intorno all'abitazione, sul luogo di lavoro e nelle zone ricreative, rimuovendo cumuli di spazzatura, legna e altri ingombri o le possibili fonti di cibo per roditori. L'Organizzazione Mondiale della Sanità invita anche all'utilizzo di dispositivi protettivi quali guanti e mascherina se si lavora con animali potenzialmente infetti per evitare il contatto tra la pelle e i batteri della peste. Per quanto riguarda il vettore animale (le pulci) si raccomanda l'utilizzo di repellenti nelle aree a rischio di esposizione alle pulci dei roditori durante attività all'aria aperta come campeggio, l'escursionismo o il lavoro all'aperto (World Health Organization, 2017). Le raccomandazioni si estendono anche agli animali domestici, questi vagando liberamente hanno maggiori probabilità di venire a contatto con altri animali infetti da peste o pulci e potrebbero portarli nelle case.

1.2.4. STORIA E DIFFUSIONE

Nonostante si stimi che il bacillo *Y. pestis* si sia sviluppato circa 5.000-7.000 anni fa, vi sono dubbi sull'attribuzione a questo agente patogeno di alcune epidemie di cui storicamente lo si ritiene responsabile (ad esempio peste di Atene del 430 a.C). Attualmente, vengono attribuite allo *Yersinia pestis* tre grandi pandemie, con origini geografiche e percorsi di diffusione diversi (Engelmann, Henderson and Lynteris, 2018).

In ordine cronologico, la prima fu la peste giustiniana del 541 d.C. che iniziò nell’Africa centrale e si diffuse in Egitto e nel Mediterraneo. La seconda fu la cd. “peste nera” del 1347 con origine in Asia e diffusione in Europa Europa e in Russia. La terza pandemia, quella del 1894, ebbe invece origine nello Yunnan, in Cina, e si diffuse a Hong Kong e in India, poi resto del mondo (Frith, 2012). La prima grande pandemia prese il nome da Giustiniano I, l’imperatore romano dell’Impero Bizantino dell’epoca. L’epidemia ebbe origine in Etiopia in Africa fu trasportata su navi sulle rotte commerciali marittime verso entrambe le sponde del Mediterraneo, arrivando a Costantinopoli (l’attuale Istanbul) nell’autunno del 541. Il picco della pandemia giustiniana fu raggiunto nella primavera del 542 con un numero giornaliero di morti variabile tra

5.000 e 10.000 in città, che alla fine perse circa un terzo della sua popolazione (Frith, 2012). Nei tre anni successivi la peste imperversò in Italia, nel sud della Francia, nella valle del Reno e nella Spagna, diffondendosi fino alla Danimarca e Irlanda uccidendo quasi 100 milioni di persone in quattro anni (Frith, 2012). La pandemia cambiò in modo permanente il tessuto sociale del mondo occidentale .Decretò la fine del regno di Giustiniano e portò ad una carestia decennale. Come conseguenza il sistema agrario dell’impero fu ristrutturato e si avviò il processo di divisione feudale della terra. La peste continuò in cicli intermittenti in Europa fino alla metà dell’VIII secolo e poi sparì per quasi 500 anni, salvo poi riapparire come una grande epidemia a metà del XIV secolo. La seconda grande pandemia di peste si verificò

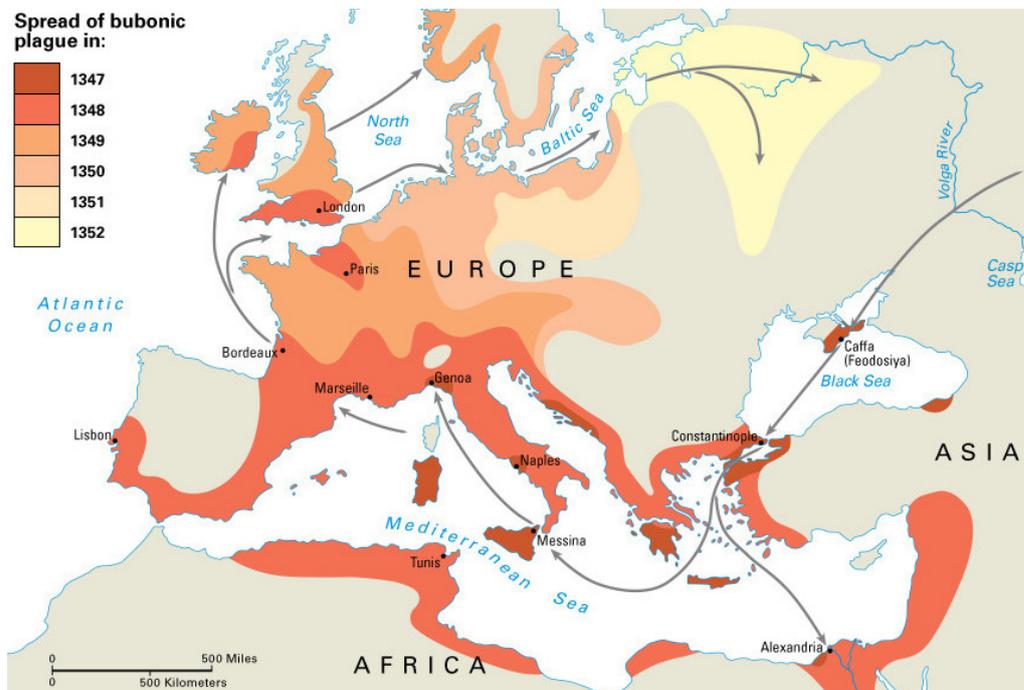


Fig.10b. Diffusione della seconda epidemia di Peste in Europa - fonte: <https://josiekleinheider.weebly.com/images.html>

tra il XIV e il XVIII secolo, nota come "peste nera", fu importata dal nord della Cina attraverso le campagne militari dell'Impero mongolo (Wade, 2020). Il morbo si diffuse in fasi successive alla Turchia asiatica ed europea per poi raggiungere la Grecia, l'Egitto e la penisola balcanica. Nel 1347 si trasmise alla Sicilia e da lì a Genova, l'anno seguente raggiunse Marsiglia, Parigi e la Germania, poi la Spagna, l'Inghilterra e la Norvegia nel 1349 (fig.10b). La peste provocò enormi sconvolgimenti sociali ed economici. Nel periodo dal 1347 al 1350 la malattia uccise un quarto della popolazione in Europa, oltre 25 milioni di persone, e altri 25 milioni in Asia e in Africa (Engelmann, Henderson and Lynteris, 2018). Il tasso di mortalità era perfino più elevato in città come Firenze, Venezia e Parigi, dove si stima un dimezzamento della popolazione. Una seconda ondata epidemica si verificò nel 1361, in cui morì un ulteriore 15% della popolazione europea. Come risultato, si stima che nel 1430 la popolazione del vecchio continente fosse inferiore a quella del 1290, il pieno recupero dei livelli demografici pre-pandemici avvenne solo nel XVI secolo (Frith, 2012). La peste contribuì a spezzare le normali divisioni tra la classe superiore e quella inferiore portando ad un riequilibrio tra domanda e offerta di lavoro e contribuendo alla nascita di una nuova classe media. Nei secoli XIV e XV si verificarono ulteriori focolai e gli esseri umani impararono a convivere con il morbo, conseguentemente si svilupparono

strutturate strategie di contenimento. Nel 1374 fu introdotto dal ducato di Venezia lo strumento della quarantena, ideato per isolare i casi sospetti e le navi in arrivo da paesi a rischio. Nel XVIII secolo gli Asburgo stabilirono invece il primo cordone sanitario, una linea di confine presidiata da contadini armati, che andava dal Danubio ai Balcani, per separare zone colpite dalla malattia da quelle libere. Una famosa epidemia di peste polmonare si verificò in Europa e in Inghilterra tra il 1665 e il 1666. Il culmine fu raggiunto nel settembre del 1665, quando 7.000 persone alla settimana morivano nella sola Londra. Tra il 1665 e il 1666 un quinto della popolazione londinese morì, circa 100.000 persone. Il grande incendio di Londra del 1666 e la successiva ricostruzione delle abitazioni con materiali più "igienici" (mattoni e pietre invece di legno) disturbarono probabilmente l'habitat dei roditori, portando al termine l'epidemia. La peste riemerse dal suo serbatoio di roditori selvatici nella remota provincia cinese dello Yunnan nel 1855. Da lì la malattia avanzò lungo le rotte commerciali e raggiunse la capitale provinciale di K'unming nel 1866, il Golfo del Tonchino nel 1867 e il porto della provincia di Kwangtung del Pakhoi nel 1882. Nel 1894 si diffuse a Hong Kong e poi a Bombay. Nel 1900, i porti di tutti i continenti, complici i ratti infetti ospitati dalle navi, furono raggiunti. Fu proprio a Hong Kong nel 1894 che Alexandre Yersin scoprì il bacillo ora noto come *Yersinia pestis*, e a Karachi nel 1898 che Paul-Louis

Simond scoprì che il ratto bruno era il principale ospite e la pulce di ratto il vettore della malattia (Frith, 2012). La terza pandemia si diffuse in tutto il mondo per i successivi cinque decenni e si estinse solo nel 1959; in quel periodo la peste causò oltre 15 milioni di morti, la maggior parte dei quali in India. Da allora ci sono stati focolai di peste, soprattutto in Africa (Tanzania, 1983 e Zaire, 1992, Mozambico e Zimbabwe nel 1994.) e in India. In Madagascar, a metà degli anni Novanta, è stato identificato un ceppo del bacillo resistente a diversi farmaci. Attualmente si verificano circa 600 casi all'anno, per lo più in Africa, Asia e Sud America, con un tasso di mortalità

globale del 5%-15%. Il batterio, quindi, non è stato ancora debellato e rimane una seria minaccia per molte popolazioni del mondo, particolarmente quelle nei paesi sottosviluppati.

1.2.5. LA PESTE A FIRENZE

Nonostante l'epidemia di peste del XIV secolo fosse stata enormemente più distruttiva (si perse metà della popolazione), è più interessante analizzare quella del 1630. Quest'ondata, infatti, forse anche perché meno "apocalittica" nella magnitudo, fu meglio documentata dalle fonti dell'epoca permette quindi di comprendere meglio i fattori urbani che permisero l'espansione dell'epidemia in città.



Fig. 11. Firenze cinquecentesca: quadranti della città. – fonte: Litchfield, R. Burr- <https://hdl.handle.net/2027/fulcrum.4t64gn88f>

Il contagio fu diffuso dalle truppe mercenarie tedesche (i lanzichenecchi), assoldate per la conquista di Mantova del 1629-30 durante guerra franco-spagnola per la successione della dinastia dei Gonzaga (Engelmann, Henderson and Lynteris, 2018). Alla fine di novembre 1629 colpì Milano, dove si scatenò in tutta la sua potenza distruttrice per l'estate del 1630, provocando circa 60.000 morti (il 46 per cento della popolazione). Si diffuse poi in tutta l'Italia del Nord: a Venezia (46.000 morti o il 33% della popolazione), Verona (33.000 morti o il 61% della popolazione) e Bologna (15.000 morti o il 24% della popolazione).

L'epidemia si spostò verso sud, nonostante la Toscana fosse geograficamente protetta dall'Appennino a nord e ad est, e quindi i passi montani potessero essere chiusi e il contagio rallentato. Firenze era sfuggita al contagio del 1527 e a quello del 1576-77 e quindi non era così preparata sotto il profilo istituzionale-organizzativo come le città già flagellate precedentemente (Litchfield, 2008). Tuttavia, alle prime voci di casi sospetti nelle

zone limitrofe, reagì in fretta e fu subito attivato un consiglio sanitario permanente, una "task-force" di magistrati con ampi poteri in tutto il territorio controllato dal governo fiorentino (Ciofi, 1984). Era composto da cinque senatori nominati dal duca e con un organico operativo variabile per implementare le misure. Nell'inverno del 1629 furono messe in atto le prime misure come il divieto di commercio e di passaggio di persone dalle zone infette (Litchfield, 2008). Successivamente furono scavate fosse speciali fuori dalla città, istituiti ospedali dentro e fuori le mura (lazzaretti) con funzione di strutture di isolamento e contenimento. La peste, nonostante le misure preventive, arrivò comunque. I primi casi furono documentati nell'agosto del 1630 con alcuni focolai nelle zone del Canto alla Briga, in Borgo S. Pancrazio e in via del Garbo (quadranti 30, 46, 49, Fig. 11). L'epidemia nel corso del 1630 si estese progressivamente a tutta la città facendo più di 10.000 vittime. Esistono più approcci per stimare il numero di morti, una prima stima si basa sulla differen-

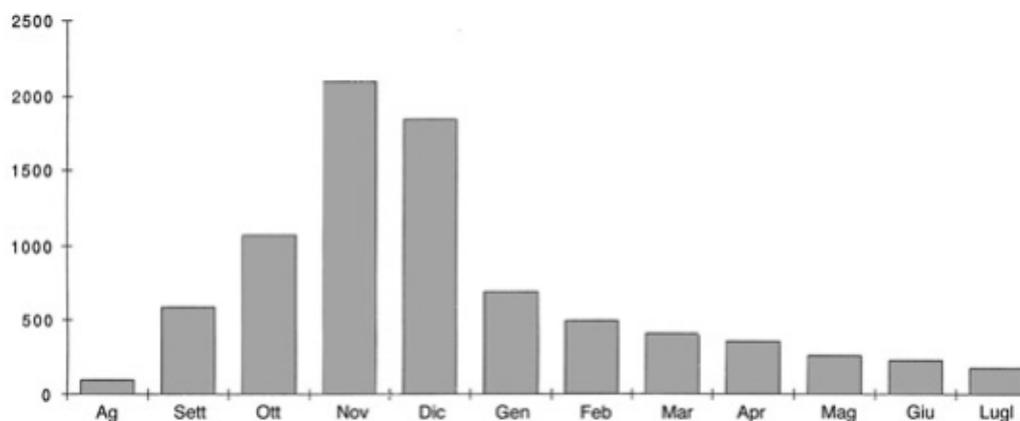


Fig.12. -Morti di Peste a Firenze nel 1630-31 - fonte: Mapping Space, Sense, and Movement in Florence, Historical GIS and the Early Modern City by Nicholas Terpstra e Colin Rose

za di popolazione tra il censimento del 1632 (66.056) e quello nel 1622 (76.023), pari a 9.967 unità. Una seconda metodologia di stima utilizza i registri ufficiali del comitato di Sanità fiorentino relativo agli ammessi e deceduti dei lazzaretti. In questo caso, i totali sono leggermente superiori, pari a 10.675 unità.

Risulta inoltre evidente come la mortalità per peste raggiunse il picco nel novembre-dicembre 1630 (fig. 12). Dopo il gennaio 1631 il numero dei morti scese progressivamente fino ad assestarsi sui dieci morti al mese, per poi aumentare nell'autunno e nell'inverno del 1632 e al nuovo piccolo picco nell'aprile 1633. La città di Firenze costituisce un caso di studio particolarmente importante non solo perché l'epidemia del 1630 porterà ad un momento pivotale nella storia della città, accelerandone il declino post-rinascimentale, ma anche perché rappresenta un esempio di un

sistema urbano basso medievale e proto-industriale (Ciofi, 1984). Ai fini della presente ricerca è fondamentale analizzare quali furono i fattori che favorirono il proliferare della peste a Firenze, ovvero le condizioni specifiche di rischio della città la predispose all'epidemia del 1630.

1.2.6. FATTORI PREDISPONENTI

Essenzialmente possono essere ridotte a tre: abitabilità, condizioni igieniche e condizioni ambientali e povertà.

ABITABILITA': Attraverso i dati del censimento e le fonti testimoniali e documentali dell'epoca è possibile evincere come la maggior parte dei quartieri più colpiti nella città (fig.13) si trovassero nelle zone periferiche della città (Terpstra and Rose, 2016). Queste aree, come emerge erano caratterizzate da elevati valori di densità abitativa e con presenza elevata di case plurifamiliari. (fig.14). L'affollamento

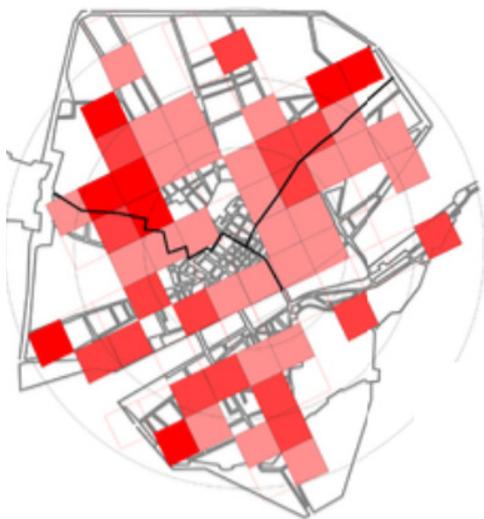


Fig.13. Mapa di concentrazione dei sepolti per zona nel 1630. - fonte: Litchfield, R. Burr- <https://hdl.handle.net/2027/fulcrum.pz50gw857>

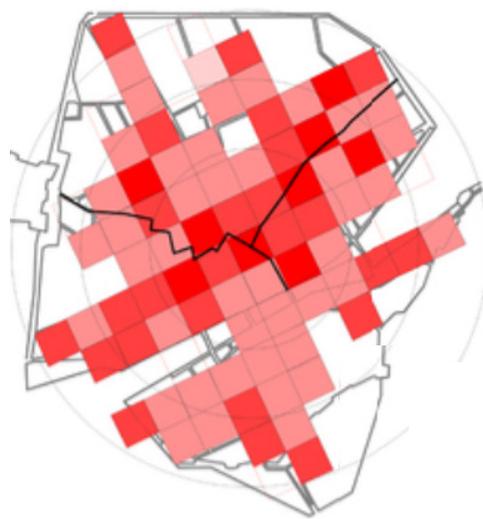


Fig.13. Mapa di concentrazione delle case plurifamiliari nel 1551. - fonte: Litchfield, R. Burr- <https://hdl.handle.net/2027/fulcrum.x920fx75n>

abitativo fu quasi sicuramente un fattore determinante per l'espansione epidemica, infatti maggiore era la probabilità che le pulci, veicoli di infezione, si spostassero con successo da un individuo all'altro per contagiarlo. Ad essere colpita fu soprattutto nella zona ovest di S. Giovanni, dove il 68 per cento delle ottantadue famiglie di via La Romita condivideva una casa con altre due o più, il 64 per cento delle novantanove di via Tedesca, il 62 per cento delle settantacinque di via Chiara, il 51 per cento delle 338 di via S. Zanobi e il 37 per cento delle novantotto di via S. Jacopo in campo Corbolini. Altro quartiere particolarmente colpito fu la zona del quartiere di S. Spirito (quadrante 79), in cui il 35 per cento delle cinquantaquattro famiglie di via dell'Orto e il 49 per cento delle 170 di via Camaldoli dai Mendicanti vivevano in condivisione (Terpstra and Rose, 2016).

CONDIZIONI IGIENICHE E AMBIENTALI: Sulle condizioni di elevata densità si innestarono anche le precarie condizioni igieniche. Le abitazioni dell'epoca non disponevano di un sistema fognario (le deiezioni venivano raccolte in pozzi neri e periodicamente svuotate) o di raccolta dei rifiuti (Litchfield, 2008). Nonostante Firenze fosse all'avanguardia per l'epoca nei confronti della gestione sanitaria, la presenza di materiale organico di ogni genere era onnipresente e forniva l'habitat ideale per i roditori, serbatoi dell'epidemia e per le pulci, vettori attivi del virus. Può anche essere notata una correlazione rispetto a fattori

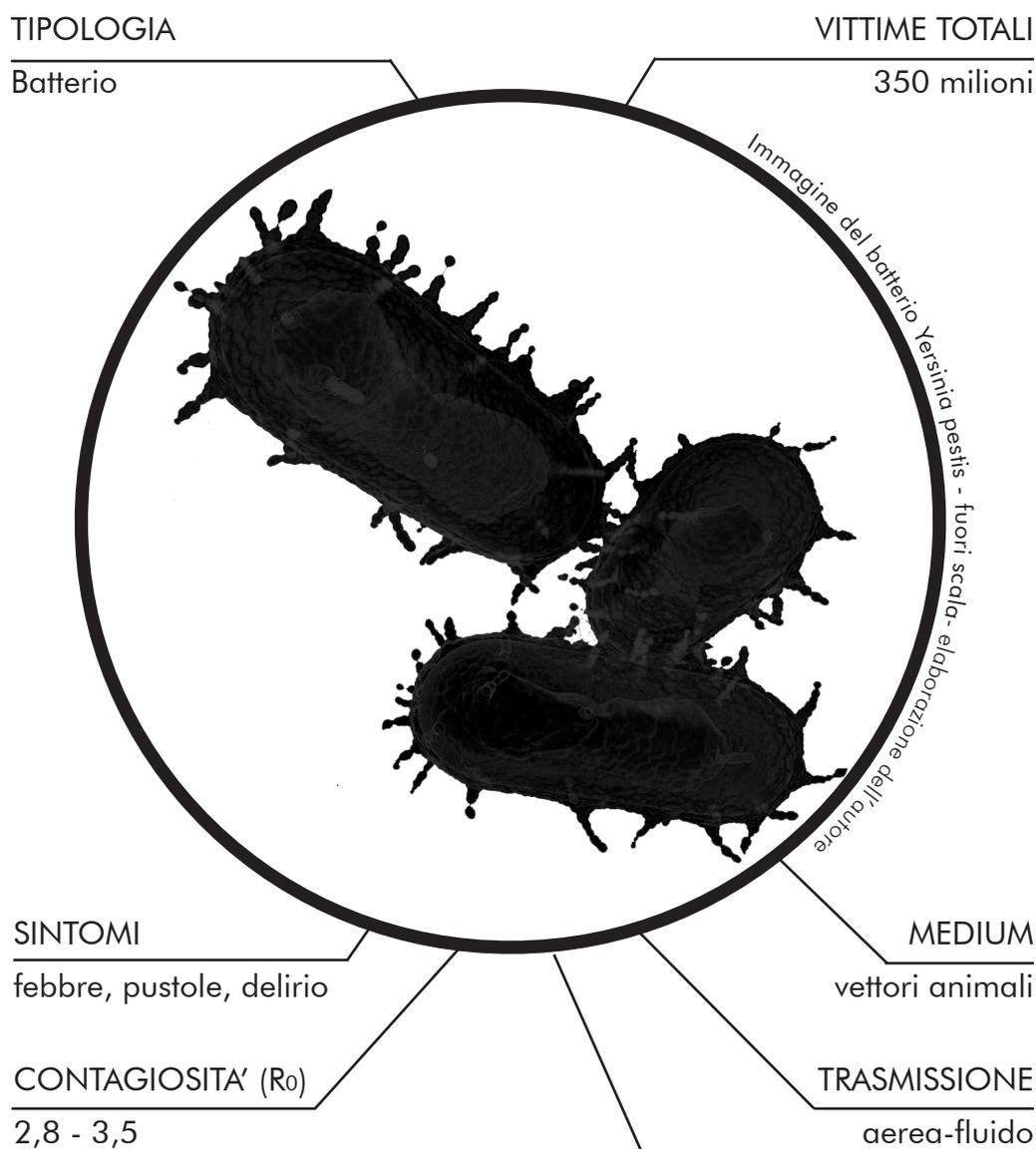
ambientali, l'epidemia sembra rallentare durante i mesi estivi (fig.12) ed avere recrudescenze cicliche durante quelli invernali, questi fattori sono probabilmente legati al generale indebolimento fisico creato dai climi più rigidi, soprattutto in contesti di indigenza.

POVERTA': Quando la peste colpì nel 1630 la società fiorentina era gravata da un numero crescente di persone in difficoltà economica (Wade, 2020). Sulla crisi pesava ovviamente la situazione di pandemia europea che bloccava i commerci e le continue campagne militari in atto nell'Italia dell'epoca. Da alcune testimonianze dell'epoca si evince come il "popolo minuto" (le classi sociali più basse) soffrisse di denutrizione, condizione che porta notoriamente a carenze vitaminiche e indebolimento del sistema immunitario. La peste si diffuse rapidamente in una città già provata, ed esacerbò, partendo dalle periferie, condizioni sociali di estrema difficoltà. L'area in cui si verificarono i primi casi era situata vicino alle porte della città ed era abitata in prevalenza da famiglie povere, come quelle dei tessitori, i battitori di lana, ecc. Le vittime, secondo i registri ufficiali si concentrarono tra S. Ambrogio e Porta alla Croce (quadrante 21, 22) dove morirono circa 600 persone, via Gora, le nuove case sul Prato (quadranti 42, 43, 54, 55), Borgo S. Piero Gattolino (quadranti 85, 87), via S. Zanobi e via Tedesca dietro la chiesa di S. Lorenzo (quadranti 4, 8, 14, 15) (Terpstra and Rose, 2016). Risulta evidente quindi una correlazione

tra le condizioni socio-economiche, in particolare relativamente alla malnutrizione e la forza del contagio (Wade, 2020).

1.2.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

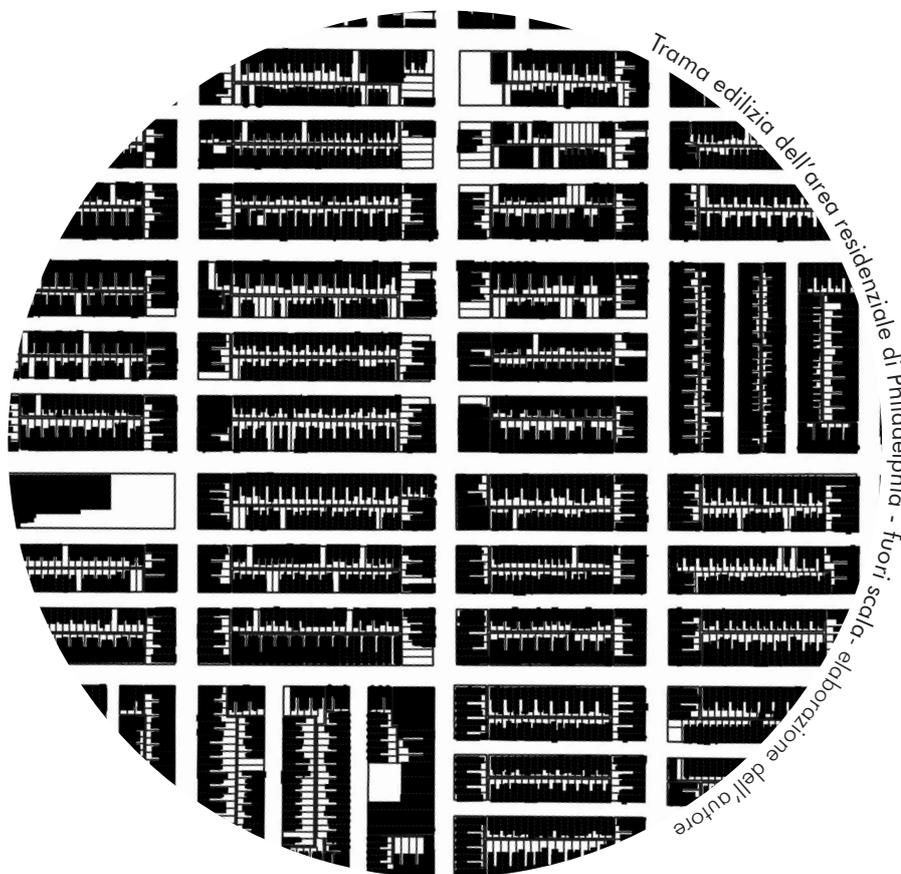
- Centers for Disease Control and Prevention (2018) Plague | CDC, November 27. Available at: <https://www.cdc.gov/plague/maps/index.html><https://www.cdc.gov/plague/transmission/index.html><https://www.cdc.gov/plague/symptoms/index.html><https://www.cdc.gov/plague/healthcare/clinicians.html><https://www.cdc.gov/plague/history/index.html> (Accessed: 27 July 2020).
- Ciofi, M. B. (1984) 'La peste del 1630 a Firenze con particolare riferimento ai provvedimenti igienico-sanitari e sociali', *Archivio Storico Italiano*. Casa Editrice Leo S. Olschki s.r.l., 142(1 (519)), pp. 47–75. Available at: <http://www.jstor.org/stable/26211963>.
- Engelmann, L., Henderson, J. and Lynteris, C. (2018) *Plague and the City*. Taylor & Francis (The Body in the City). Available at: <https://books.google.it/books?id=8rF5DwAAQBAJ>.
- Frith, J. (2012) 'The history of plague - Part 1. The three great pandemics', *Journal of Military and Veterans' Health*, 20(2), pp. 11–16.
- Litchfield, R. B. (2008) *Florence Ducal Capital, 1530-1630*. New York: ACLS Humanities E-Book. Available at: <https://hdl.handle.net/2027/heeb.90034.0001.001>.
- Terpstra, N. and Rose, C. (2016) *Mapping Space, Sense, and Movement in Florence: Historical GIS and the Early Modern City*. Routledge.
- Wade, L. (2020) From Black Death to fatal flu, past pandemics show why people on the margins suffer most, *Science Magazine*. Available at: <https://www.sciencemag.org/news/2020/05/black-death-fatal-flu-past-pandemics-show-why-people-margins-suffer-most> (Accessed: 2 August 2020).
- World Health Organization (2017) *Plague*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/plague> (Accessed: 6 August 2020).



FATTORI PREDISPONENTI AL CONTAGIO

- Mancanza di spazio per l'espansione urbana
- Elevata densità edilizia e abitativa in alcune aree della città
- Strade strette e condizioni di illuminazione ed arieggiamento insufficienti
- Commistione tra mondo urbano e rurale
- Generalizzate scarse condizioni igienico-sanitarie della popolazione
- Presenza di accumuli di rifiuti in spazi all'interno della città compatta
- Presenza di animali all'interno della città
- Assenza di separazione funzionale tra attività inquinanti e zone residenziali
- Diffusa malnutrizione e generale predisposizione a contrarre le malattie

1.3. PHILADELPHIA E LA SPAGNOLA



1.3.1 SINOSSI

Nel 1918, sul finire della prima guerra mondiale, il mondo fu travolto da dalla prima pandemia dell'era moderna. L'epicentro furono, non a caso, gli Stati Uniti d'America, simbolo per eccellenza di prosperità e progresso. L'influenza spagnola, così chiamata perchè la Spagna, paese neutrale, era uno dei pochi luoghi dove le informazioni non erano censurate a scopi bellici, fece tra i 50 e i 100 milioni di morti. Furono colpiti soprattutto i giovani tra i 20 e i 35 anni, contribuendo, assieme alla guerra, a cancellare una generazione dal-

la storia. Il caso esemplificativo del rapporto tra città e malattia affrontato in questo capitolo è quello di Philadelphia. La città americana, nonostante fosse stata progettata a tavolino con maglia reticolare, strade ampie ed ariose, avesse un sistema fognario efficiente e allaccio alla corrente, ebbe una delle peggiori curve epidemiche d'America. Le cause che portarono alla morte di quasi 20.000 persone in sei mesi sono da ricercarsi nell'incapacità di gestione dell'emergenza da parte dell'amministrazione, nei grandi eventi attrattori di masse e nel sovraffollamento abitativo.

1.3.2. L'INFLUENZA SPAGNOLA: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA

L'influenza spagnola è una malattia infettiva acuta e contagiosa causata dal virus RNA H1N1 (Wikipedia, 2020). La forma virale sviluppata per prima (1918) era estremamente contagiosa e mortale, il numero di riproduzione di base del virus era infatti compreso tra 2 e 3 (la "normale" influenza stagionale ha valori compresi tra 0.9 e 2.1, mentre il "tasso di letalità" (il rapporto tra contagi letali e contagi totali diagnosticati) variava tra il 2% e il 20%, a differenza dei valori normali che si aggirano attorno allo 0,1% (Wikipedia, 2020). Un'ulteriore peculiare caratteristica della pandemia era costituita dal fatto che la letalità era molto più elevata nei giovani adulti, basti pensare che il 99%

dei decessi totali fu di persone con meno di 65 anni, e più della metà delle morti furono adulti dai 20 ai 40 anni (Barry, 2004). Questa caratteristica è strana poiché l'influenza è normalmente più letale in persone molto giovani (sotto i 2 anni) e molto anziane (oltre i 70 anni). La mortalità totale della pandemia è stata stimata tra il 2,5% e il 5% della popolazione mondiale, con 25 milioni di persone che potrebbero essere morte nelle sole prime 25 settimane (Wirth, 2011). La malattia fu chiamata influenza spagnola, nonostante l'origine fosse sconosciuta, per il combinato disposto di guerra mondiale e censura. La Spagna non essendo coinvolta nel conflitto, in quanto neutrale, non aveva imposto la censura bellica e i giornali erano quindi liberi di riportare gli effetti



Fig.16 - Emergency hospital during Influenza epidemic, Camp Funston, Kansas, National Museum of Health and Medicine. (1918) - fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Spanish_flu#/media/File:Emergency_hospital_during_Influenza_epidemic,_Camp_Funston,_Kansas_-_NCP_1603.jpg

dell'epidemia. Questo creò una falsa impressione della Spagna come paese particolarmente colpito, nonostante le tracce storiche attribuiscono ad altri contesti geografici l'apparizione dei primi casi (Stati Uniti, Francia, Regno Unito). L'influenza spagnola è nota nel mondo medico per l'estrema gravità dei sintomi, talmente inusuali che inizialmente venne scambiata per dengue, colera o tifo. La maggioranza dei decessi avvenne a causa di polmonite batterica, una infezione secondaria provocata dall'influenza, ma il virus uccise anche in maniera diretta, causando emorragie massive ed edemi polmonari. La portata della spagnola fu veramente globale, con casi riscontrati fino all'Artide e alle isole remote del Pacifico.

1.3.3. PREVENZIONE E CURA

Nel 1918 non solo non esistevano farmaci antivirali come gli inibitori della neuraminidasi e gli inibitori M2, utilizzati oggi per il trattamento del virus, inoltre non esistevano nemmeno gli antibiotici necessari per il trattamento delle infezioni batteriche secondarie (Taubenberger and Morens, 2006). Fu sviluppato un vaccino ma si rivelò inefficace dato che era pensato sull'origine batterica e non virale della pandemia. Gli operatori sanitari dell'epoca si avvalsero di vari farmaci "ufficiali" come aspirina, chinino, arsenico, digitalis, stricnina, sali di epsom, olio di ricino e iodio o facendo ricorso a rimedi della medicina tradizionale, come il salasso, l'ayurveda e il kampo (Dan Barry and Caitlin

Dickerson, 2020). Nel 1918 erano già operativi nei paesi industrializzati strumenti di allerta delle autorità sanitarie pubbliche per la diffusione di infezioni, ma essi non includevano l'influenza. Una volta proclamata la pandemia fu fatto ricorso allo strumento della quarantena. Furono isolate le isole come l'Islanda, l'Australia e le Samoa americane. Furono inoltre messe in atto misure di distanziamento sociale, come la chiusura di scuole, teatri e luoghi di culto, furono limitati i posti sui trasporti pubblici e interdetti gli assembramenti e i ritrovi delle masse (Roos, 2020). Venne introdotto l'uso di maschere facciali in alcuni luoghi, come il Giappone. Il fatto è testimoniato dalla resistenza all'imposizione delle mascherine negli Stati Uniti, testimoniata dalla presenza di una Lega anti-maschere di San Francisco (Iallonardo, 2020).

1.3.4. CAUSE, STORIA E DIFFUSIONE

La pandemia imperversò in tutto il mondo dal marzo 1918 all'aprile 1920 e si stima che avesse contagiato 500 milioni di persone. Considerando la popolazione mondiale dell'epoca di 1,7 miliardi di persone, si tratta di circa un terzo del totale, colpite in quattro ondate successive. Il numero totale dei deceduti è, secondo alcune fonti, compreso tra 17 e 50 milioni, secondo altre fino a 100 milioni (Wirth, 2011). La prima comparsa documentata della malattia fu il 4 marzo 1918 negli Stati Uniti, con il caso di Albert Gitchell, un cuoco dell'esercito a Camp Funston nel Kansas (fig. 16). Nella settimana seguente si registrarono 522 casi,

L'11 marzo 1918, il virus aveva raggiunto il Queens, New York. La spagnola si diffuse rapidamente attraverso i movimenti di truppe dell'esercito americano impegnate nella prima guerra mondiale sia all'interno del continente americano che oltreoceano. Raggiunse l'Europa e i porti francesi nell'aprile del 1918 e poi si estese rapidamente al resto della Francia, Gran Bretagna, Italia e Spagna, nel mese di maggio raggiunse Wroclaw e Odessa. Dopo la fine della guerra, la Germania iniziò a liberare i prigionieri di guerra russi che poi portarono la malattia nel loro Paese. A giugno raggiunse il Nord Africa, l'India e il Giappone, e poi il Sud-Est asiatico e a giugno la Cina. Dopo aver raggiunto l'Australia in luglio, l'ondata iniziò a ritirarsi. La prima ondata di influenza durò quindi dal marzo 1918 a luglio dello stesso anno e fu relativamente lieve (Shetty, 2018).

Negli Stati Uniti furono segnalati circa 75.000 decessi per influenza nei primi sei mesi del 1918, rispetto ai circa 63.000 decessi nello stesso periodo del 1915. A Madrid, in Spagna, tra maggio e giugno 1918 morirono meno di 1.000 persone a causa dell'influenza e non furono segnalate quarantene nel primo trimestre del 1918. Tuttavia, la prima ondata pandemica causò una significativa interruzione delle operazioni belliche della prima guerra mondiale, con tre quarti delle truppe francesi, metà delle forze britanniche e quasi un milione di soldati tedeschi malati. La seconda ondata iniziò nella seconda metà di agosto ed ebbe epicentro sempre negli Stati Uniti, fenomeno testimoniato dal fatto che i militari statunitensi furono i primi ad essere colpiti (Barry, 2004). Il virus, complice il movimento delle truppe, si diffuse nei due mesi successivi in tutto il Nord



Fig.17. Parata dei "liberty loans" del 28 settembre 1918 a Philadelphia - fonte: U.S. Naval History and Heritage Command Photograph

America, e poi nell'America centrale e meridionale, raggiungendo anche il Brasile e i Caraibi con le navi. La pandemia arrivò anche in Africa, dove continuò a diffondersi lungo la costa, i fiumi e le ferrovie coloniali, presto stringendo in una morsa tutta l'Africa del Sud. In questo periodo va inserita la parata per i prestiti della libertà a Philadelphia in Pennsylvania (fig.17), che, il 28 settembre 1918 fu la causa di un focolaio che fece 12.000 morti. Dall'Europa la seconda ondata attraversò la Russia per poi diffondersi in Asia: Iran e India in settembre, Cina e il Giappone in ottobre. A differenza della prima ondata, più simile alle tipiche epidemie influenzali, con soggetti più a rischio rappresentati da malati e gli anziani; la seconda ondata della pandemia fu molto più letale della prima e colpì una fascia anagraficamente più giovane. L'inverno 1918 fu il mese con il più alto tasso di mortalità dell'intera pandemia. Furono registrati circa 292.000 decessi negli U.S.A., oltre 60.000 morti a Copenhagen e 12,5-20 milioni in India. Nel gennaio 1919 una terza ondata dell'influenza fu segnalata in Australia, dove morirono 12.000 persone, poi si (ri) diffuse rapidamente in Europa e negli Stati Uniti, dove si protrasse fino al giugno del '19. Colpì paesi come la Spagna, Serbia, Messico e Gran Bretagna, provocando centinaia di migliaia di morti. Fu più lieve della seconda ondata, ma comunque molto più forte della prima. Nella primavera del 1920 si verificò una quarta ondata in aree isolate, probabilmente a

causa di contagi di ritorno, tra cui New York City, Svizzera, Scandinavia, e alcune isole sudamericane. Ad esempio, New York City riportò 6.374 vittime tra il dicembre 1919 e l'aprile 1920, cifre di quasi due volte superiori a quelle della prima ondata verificatasi nella primavera del 1918 (Aimone, 2010). A partire dall'estate 1920 la pandemia andò scemando ovunque. Le analisi effettuate dagli esperti concordano nell'individuare la congiuntura storica con la Prima Guerra Mondiale l'evento accelerante del contagio. Si ritiene che gli ingenti spostamenti di truppe abbiano accelerato la diffusione della pandemia, e conseguentemente anche l'incremento della trasmissione e quello delle mutazioni. Il conflitto, secondo alcuni studi, potrebbe anche aver ridotto la resistenza al virus. E' probabile, infatti, che "il sistema immunitario dei soldati sia stato indebolito dalla malnutrizione, così come dallo stress dei combattimenti e dagli attacchi chimici, aumentando la loro suscettibilità". (Barry, 2004). Un ulteriore fattore causale della comparsa dell'influenza in tutto il mondo è stato l'incremento dei traffici e degli spostamenti di merci e persone. La diffusione di mezzi di trasporto moderni ha reso più facile e veloce la diffusione della malattia (Taubenberger and Morens, 2006). Non è infine da sottovalutare l'impatto della disinformazione da parte dei governi e delle autorità pubbliche rispetto ai dati reali di diffusione e mortalità. La volontà di "non creare panico" spesso fu alla base di strategie controproducenti che peggiorarono la

situazione sanitaria impedendo di mettere in campo politiche efficaci nel contrasto all'epidemia (Ialongo, 2020).

1.3.5. INFLUENZA A PHILADELPHIA

Tutti gli Stati Uniti furono paralizzati dalla brutale influenza che travolse il paese nel 1918, ma nessun luogo è stato colpito con più virulenza dal virus delle fiorenti città industriali della Pennsylvania, all'epoca il principale polo manifatturiero della nazione per le navi e l'acciaio utilizzati per la Prima Guerra Mondiale. Fu proprio nei cantieri che, a metà settembre, l'influenza spagnola cominciò a

diffondersi a macchia d'olio. La reazione ufficiale ai primi contatti fu di minimizzare l'accaduto, Wilmer Krusen, direttore della sanità pubblica di Filadelfia, assicurò al pubblico che i soldati colpiti soffrivano "solo della vecchia influenza stagionale" e che questa sarebbe stata contenuta "prima di infettare la popolazione civile". Quando il 21 settembre furono stati registrati i primi casi civili, i medici locali misero in guardia sui possibili effetti sulla città, ma Krusen e il suo consiglio medico preferirono continuare a non vedere l'evidenza, evitando misure restrittive e raccomandando alla popolazione



Fig.18. Philadelphia 1920 (1920) Andrew Fare - <https://fineartamerica.com/featured/philadelphia-1920-andrew-fare.html>

di: “stare al caldo, tenere i piedi asciutti e le viscere aperte”. Conseguentemente il tasso di infezione dei aumentò progressivamente di giorno in giorno, mettendo sotto pressione l’amministrazione locale (Roos, 2020).

La malagestione della crisi sanitaria culminò con la contestata decisione di consentire in ogni caso lo svolgimento della parata del Liberty Loan, in supporto delle truppe impegnate nella guerra previsto per la fine di settembre.

Nonostante gli avvertimenti degli esperti di malattie infettive, la parata ebbe notevole successo e attirò circa 200.000 abitanti di Philadelphia, generando: “una massa infiammabile pronta per una conflagrazione”.

Il corteo, composto da soldati, boy scout, bande musicali e dignitari locali si estendeva per due miglia attraverso il centro di Philadelphia con marciapiedi gremiti di spettatori. Appena 72 ore dopo la parata, tutti i 31 ospedali di Philadelphia erano pieni e alla fine della settimana erano morte 2.600 persone. L’epidemia accelerò in città e fece più di 17.500 morti totali nei primi sei mesi; 4.500 nella peggiore settimana e 837 in un solo giorno, il 12 ottobre (Dan Barry and Caitlin Dickerson, 2020). All’epoca dell’epidemia del 1918, la città di Philadelphia, con 2 milioni di abitanti circa era una delle più grandi metropoli americane, caratterizzata da una struttura reticolare di matrice settecentesca con strade larghe, elevate densità abitative, una notevole differenziazione delle funzioni e servizi. La struttura fisica della città

era tuttavia in fase di transizione, infatti, la crescente popolarità delle automobili da un lato, e l’ampia adozione di nuove tecnologie costruttive come il cemento armato e l’ascensore, fu la causa di una trasformazione urbana nel senso di un generalizzato ampliamento delle strade e alla creazione di nuove infrastrutture, come il Roosevelt Boulevard nel 1914, del Benjamin Franklin Parkway nel 1918, e alla trasformazione del reticolo viario esistente in strade a senso unico. (fig.18 e fig. 19). La Philadelphia del 1918 era quindi una città moderna a tutti gli effetti, con un sistema fognario efficiente, parchi pubblici, grattacieli in acciaio e cemento, edifici cablati per l’allacciamento alla rete elettrica e una linea di metropolitana (Shore, 1985).

1.3.6. FATTORI PREDISPONENTI

Dunque quali furono i fattori principali che portarono la città a subire uno dei peggiori drammi epidemiologici della sua storia?

GRANDI EVENTI: Il 28 settembre, la città di Philadelphia ospitò la parata “Liberty Loan” nonostante fosse in corso la pandemia di influenza spagnola. L’evento attirò 1/7 della popolazione residente, pari 200.000 persone e fu un terribile veicolo di contagio. Pochi giorni dopo gli ospedali erano al completo e 2.600 persone erano morte (Dan Barry and Caitlin Dickerson, 2020). Nonostante l’evento si tenesse all’aria aperta nel centro città, la letteratura è concorde nel ritenere che esista una correlazione diretta tra l’af-

follamento anche temporaneo di persone e l'aumento delle probabilità di contagio. Il contatto tra individui che partecipano ad eventi comunitari è molto più frequente ed accentuato rispetto alle situazioni ordinari (Wirth, 2011). Come logica conseguenza si può affermare che quei luoghi di una città utilizzati frequentemente per manifestazioni, cortei, parate o eventi comunitari siano più rischiosi rispetto a luoghi che per caratteristiche architettoniche o localizzative siano meno attraenti per le masse.

SOVRAFFOLLAMENTO ABITATIVO:

Nonostante Philadelphia si configurasse in generale come una città moderna, bisogna tenere in considerazione che era una città manifatturiera specializzata in industria pesante, durante il periodo in cui colpì la spagnola, la città ospitava un gran numero operai, molti dei quali vivevano e lavoravano in condizioni abitative caratterizzate da sovraffollamento e cattive condizioni igieniche (Gamble, 2010).

In particolare, fu colpita in modo singolare la popolazione di recente immigrazione (Italiani, polacchi, Irlandesi). Questi vivevano generalmente fuori dalle zone centrali, in abitazioni di qualità inferiore, affollati in "vicoli ciechi e buchi scuri", come li descrisse il sociologo W. E. B. DuBois (1868-1963). Gli spazi residenziali erano noti come "trinities," minuscole case con tre stanze una sopra l'altra, piccole, poco illuminate e poco ventilate" (Gamble, 2010).



Fig.19. Looking north on Broad Street towards City Hall, (1920), autore sconosciuto - fonte: Philadelphia Historic Archive.com



Fig.20. poor neighbourhood near Starr-Garden, Philadelphia (1905), autore sconosciuto - fonte: Pinterest

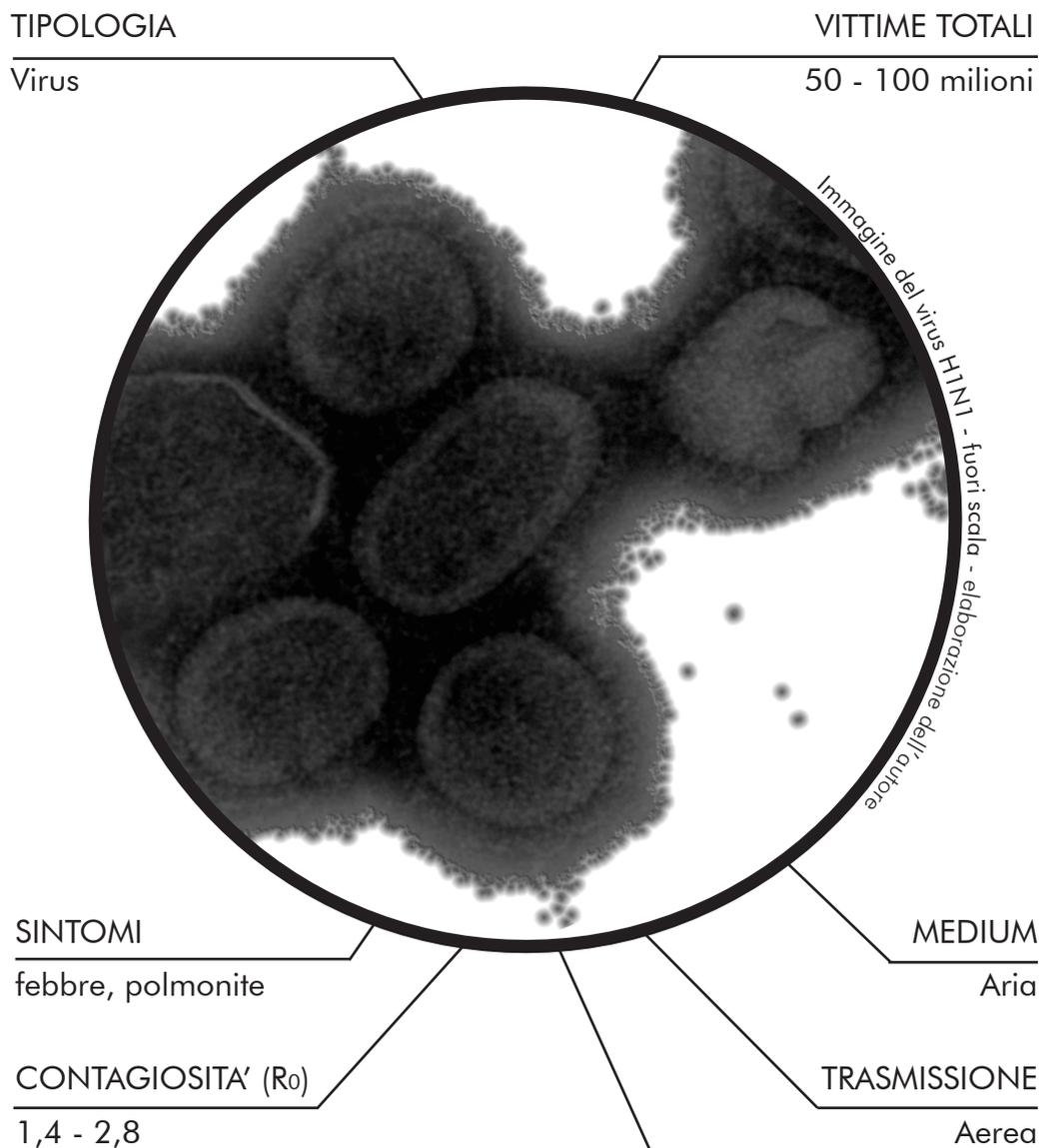
INADEGUATEZZA NELLA GESTIONE:

Un fattore importante del disastro di Philadelphia fu la scarsa capacità di leadership e visione della classe politica dell'epoca (Iallonardo, 2020). Ad esempio, fu prima contrastata, poi ridicolizzata la richiesta da parte delle parti politiche d'opposizione di implementare misure di distanziamento sociale. L'atteggiamento di sufficienza rispetto all'emergenza e la volontà di "proseguire come se nulla fosse" furono elementi assolutamente discrezionali e specifici della classe dirigente.

Al contrario di quanto successo a Philadelphia, nello stesso periodo, la città di St. Louis chiuse scuole, biblioteche, tribunali, chiese, parchi giochi e limitando il numero di persone sui tram e imponendo turni di lavoro per ridurre al minimo i contatti (Iallonardo, 2020). Come conseguenza, al culmine dell'epidemia, il tasso di mortalità a St. Louis era un ottavo di quello di Philadelphia (358 per 100.000 persone a St. Louis e di 748 per 100.000 a Philadelphia). In conclusione, misure di allontanamento sociale precoci, multisettoriali e sostenute da una leadership efficace possono ridurre drasticamente i decessi in una pandemia virale.

1.3.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- City of Philadelphia (2020) Open Data Philly. Available at: <https://www.opendataphilly.org/dataset/land-use> (Accessed: 6 September 2020).
- Dan Barry and Caitlin Dickerson (2020) The Killer Flu of 1918: A Philadelphia Story, The New York Times. Available at: [https://www.nytimes.com/2020/04/04/us/coronavi-](https://www.nytimes.com/2020/04/04/us/coronavi-rus-spanish-flu-philadelphia-pennsylvania.html)
- rus-spanish-flu-philadelphia-pennsylvania.html.
- Gamble, V. N. (2010) "There wasn't a lot of comforts in those days": African Americans, public health, and the 1918 influenza epidemic (Public Health Reports)', *Public Health Reports*, 125(4), p. 517.
- Iallonardo, M. (2020) How two US cities responded to the 1918 flu pandemic very differently — and what we can learn from those mistakes, *Business Insider*. Available at: <https://www.businessinsider.com/history-of-how-st-louis-vs-philadelphia-treated-1918-flu-pandemic-2020-4?IR=T> (Accessed: 3 September 2020).
- Roos, D. (2020) How U.S. Cities Tried to Halt the Spread of the 1918 Spanish Flu, *History*. Available at: <https://www.history.com/news/spanish-flu-pandemic-response-cities>.
- Shetty, M. (2018) Penn and the 1918 Influenza Epidemic. Available at: <https://archives.upenn.edu/exhibits/penn-history/flu#:~:text=In just six months%2C there,an additional 300%2C000 wartime workers.> (Accessed: 6 September 2020).
- Shore, M. (1985) The Evolution of the Philadelphia Skyscraper 1897-1941 *The Evolution of the Philadelphia Skyscraper 1897-1941*.
- Taubenberger, J. K. and Morens, D. M. (2006) '1918 Influenza: the mother of all pandemics', *Emerging infectious diseases*. Centers for Disease Control and Prevention, 12(1), pp. 15–22. doi: 10.3201/eid1201.050979.
- Wikipedia (2020) Spanish flu. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Spanish_flu#CITEREFWald1994.
- Wirth, T. (2011) Influenza ("Spanish Flu" Pandemic, 1918-19), *The Philadelphia Encyclo*. Available at: <https://philadelphiaencyclopedia.org/archive/influenza-spanish-flu-pandemic-1918-19/> (Accessed: 5 September 2020).
- Aimone, F. (2010) 'The 1918 influenza epidemic in New York City: A review of the public health response', *Public Health Reports*, 125(SUPPL. 3), pp. 71–79.



FATTORI PREDISPONENTI AL CONTAGIO

- Spazi urbani sottodimensionati per ospitare assembramenti di persone
- Elevata densità edilizia e abitativa nelle zone povere
- Bassa qualità dell'edificato in alcune aree della città
- Bassa divisione funzionale tra attività inquinanti e zone residenziali
- Elevati livelli di inquinamento nelle zone industriali della città
- Basse condizioni igienico sanitarie per alcune fasce della popolazione
- Condizioni di indigenza per alcune fasce della popolazione
- Condizioni di forte disegualianza sociale
- Inefficienza nella gestione delle crisi da parte dell'autorità

1.4. SINGAPORE E LA DENGUE



1.4.1 SINOSSI

Negli ultimi quarant'anni poche malattie infettive hanno avuto una crescita globale come quella delle Dengue (Bhatt et al., 2013). La malattia, trasmessa da alcune specie di zanzare è una delle principali minacce epidemiologiche per oltre 100 paesi. Si stima che 2,5 miliardi di persone vivano oggi in aree dove il virus è endemico (World Health Organization, 2020). Un'area particolarmente a rischio è quella dell'Asia-Pacifico, dove si trova Singapore. L'isola città-stato, nonostante un sistema sanitario efficiente

e strategie di contenimento dei vettori molto efficaci, ha visto aumentare i casi negli ultimi 30 anni di circa 70 volte (Gan, 2019). Tra le cause responsabili si possono annoverare l'aumento demografico e il conseguente incremento della densità abitativa. I fenomeni di urbanizzazione intensa hanno inoltre modificato radicalmente gli ecosistemi e costretto i vettori ad adattarsi all'ambiente urbano come habitat primario. Si è verificato come anche il cambiamento climatico abbia influito sulla numerosità delle zanzare (Hii et al., 2009). Infi-

ne, come l'accresciuta mobilità di merci e persone abbia avuto conseguenze sulla comparsa di nuove tipologie del virus.

1.4.2. LA DENGUE: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA

La dengue, come riportato dall'WHO (World Health Organization) è una malattia di origine virale trasmessa da alcune specie di zanzare. Il virus della dengue è trasmesso dagli esemplari femmina della specie *Aedes aegypti* (fig.22) e, in misura minore, *Aedes albopictus* (Wikipedia, 2016). Questi insetti, che vivono di solito tra latitudini comprese tra il parallelo 35° Nord e 35° Sud e al di sotto di un'altitudine di 1.000 metri, sono anche vettori di altre malattie come la *chikungunya*, febbre gialla e virus *Zika*. La trasmissione può avvenire dal vettore tramite un passaggio zanzara-uomo, cioè attraverso i morsi di insetti infettati all'ospite umano, inoltre è possibile un passaggio uomo-zanzara, in

questo caso un soggetto contagiato può passare il virus al vettore animale non infetto, che a sua volta può trasmetterlo per il resto della sua vita ad altri ospiti. La dengue causa un ampio spettro di malattie i cui sintomi si manifestano tra i tre e i quattordici giorni dopo l'infezione e durano all'incirca una settimana (World Health Organization, 2020). La sintomatologia è varia, nella maggior parte dei casi (80%), il soggetto è asintomatico o con sintomi lievi. Nel 15% dei casi i soggetti presentano sintomi simil-influenzali mentre in una piccola parte dei casi (5%), soprattutto in soggetti deboli come bambini ed anziani, la malattia si sviluppa in dengue grave, nota anche come febbre emorragica dengue, tipicamente connotata da emorragia, bassi livelli di piastrine e perdite di plasma sanguigno, o in una sindrome da shock dengue, dove si verifica una pressione sanguigna pericolosamente bassa. L'incidenza della dengue, considerata oggi



Fig.22 - *Aedes Aegypti* - fonte: Flavio_Brazil - <https://www.neefusa.org/weather-and-climate/weather/beyond-bite-mosquitoes-ticks-and-disease>

endemica in molti paesi, è cresciuta drammaticamente in tutto il mondo negli ultimi decenni. Una stima modellistica riportata dall'WHO indica il numero infezioni annuali pari a 390 milioni, di questi, quasi 100 milioni si manifesterebbero clinicamente (con qualsiasi gravità della malattia). Il numero di casi di dengue segnalati all'WHO è aumentato di oltre 8 volte negli ultimi due decenni, passando da 505.430 casi nel 2000 a oltre 2,4 milioni nel 2010 e a 4,2 milioni nel 2019.

I decessi annui segnalati tra il 2000 e il 2015 sono aumentati da 1000 a 40.000 (World Health Organization, 2020). Oggi, la dengue grave colpisce la maggior parte dei paesi asiatici (questo continente rappresenta il 70% del carico della malattia) e dell'America Latina ed è diventata una delle principali cause di ospedalizzazione e di morte tra i bambini e gli adulti di queste regioni (Bhatt et al., 2013).

1.4.3. PREVENZIONE E CURA

Il virus che causa la dengue appartiene alla famiglia *Flaviviridae* e si presenta in quattro tipologie (sierotipi). Si ritiene (Morens, Folkers and Fauci, 2013) che il ristabilirsi dall'infezione fornisca un'immunità a vita contro la tipologia contratta. Tuttavia, l'immunità verso altri ceppi del virus è solo parziale e temporanea, anzi, è dimostrato che infezioni successive da altri sierotipi aumentano il rischio di sviluppare la forma grave della malattia (Morens, Folkers and Fauci, 2013). Non esiste un trattamento specifico per la febbre den-

gue, tuttavia la mortalità dei casi più gravi può essere ridotta all'1% con adeguate cure mediche.

Nel 2016 è stato commercializzato un vaccino che, in quanto basato su un virus indebolito, è raccomandato solo ad individui che abbiano avuto una precedente infezione da dengue o in popolazioni in cui la maggior parte (>80%) delle persone sia stata infettata all'età di 9 anni. L'Organizzazione Mondiale della sanità, a fronte del fatto che spesso i contesti più duramente colpiti dalla malattia sono anche caratterizzati da estrema povertà e difficoltà di accesso a risorse sanitarie, consiglia di mettere in atto strategie preventive. Il principale obiettivo a cui tendere è quello di eliminare e/o contenere i vettori, impedendo alle zanzare di accedere agli habitat per la riproduzione e deposizione delle uova, da ottenersi attraverso la gestione e la modificazione degli ambienti specifici come stagni, pozze, superfici stagnanti, contenitori ed altri utensili per la conservazione dell'acqua domestica (World Health Organization, 2020). E' consigliata inoltre l'applicazione di insetticidi e la protezione personale dalle punture di zanzare.

La WHO consiglia l'uso di misure di difesa personale per la casa e per la persona, come schermi per finestre, repellenti, materiali trattati con insetticidi, vaporizzatori e indumenti che riducano al minimo l'esposizione della pelle. Si raccomanda inoltre di implementare forme di coordinamento e di impegno comunitario, sia in senso educativo, informando sui rischi e sulle procedure sanitarie corrette,

che in senso partecipativo, attivando forme di controllo capillare del territorio.

Risulta poi fondamentale un monitoraggio reattivo dei focolai in corso, con la predisposizione di misure di emergenza per le autorità sanitarie come disinfezione degli ambienti esterni. Infine, è centrale adottare strategie per la sorveglianza attiva di zanzare e virus.

Solo attraverso un'analisi costante dell'abbondanza dei vettori, della prevalenza del virus nella popolazione e uno screening attivo periodico è possibile prevedere e prevenire efficacemente nuove epidemie.

1.4.4. CAUSE, STORIA E DIFFUSIONE

L'origine della dengue non è nota, tuttavia, secondo alcuni studi che hanno analizzato la struttura genetica del virus è possibile che

un antenato del *Flavivirus* possa essere emerso circa 1 000 anni fa in un "ciclo infettivo" che coinvolgeva primati e zanzare (Whitehorn and Farrar, 2010). Le prime notizie di probabili casi di febbre dengue su esseri umani si trovano in un'enciclopedia medica cinese della dinastia Jin (265-420 d.C.) a proposito di un presunto "veleno d'acqua" associato a "insetti volanti" (Wikipedia, 2019). Le prime epidemie comunemente attribuite alla febbre in epoca moderna si sono verificate nel XVII secolo, in concomitanza con l'incremento del traffico di schiavi, colpendo principalmente Asia, Africa e Nord America (Morens, Folkers and Fauci, 2013). L'identificazione e la denominazione della malattia avvennero nel 1789 ad opera di Benjamin Rush, un medico di Philadelphia e firmatario della Dichiarazione d'Indipendenza Ame-

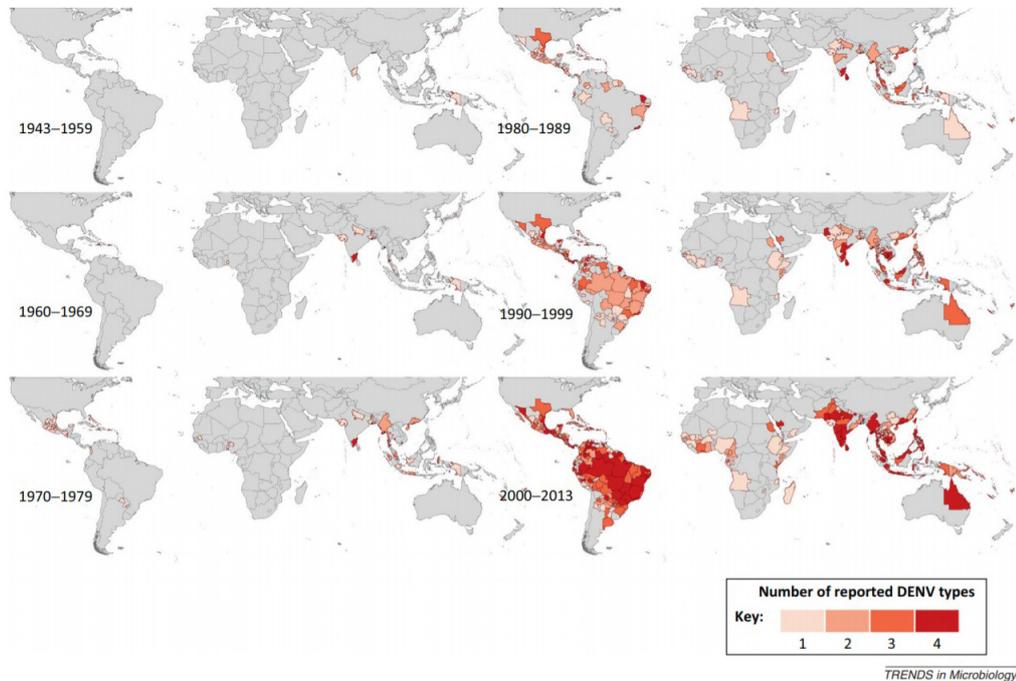


Fig.23. Distribuzione globale dei diversi sierotipi di virus della Dengue - fonte: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966842X13002734>

ricana, che coniò il termine “febbre breakbone” (febbre spacca-ossa). Nel periodo che va dal 1800 al 1940 la dengue rimase circoscritta ad alcune aree geografiche specifiche e fu caratterizzata da epidemie relativamente poco frequenti. In questo periodo il virus si diffuse lentamente diventando endemico in molti centri urbani tropicali, evoluzione testimoniata dal fatto che durante i periodi inter-epidemici (fasi di non trasmissione apparente della malattia), i visitatori non immuni contraevano molto spesso una malattia simile alla dengue nei mesi successivi al loro arrivo. L’esplosione della dengue avvenne durante e dopo la Seconda Guerra Mondiale quasi sicuramente a causa di disordini ecologici e ambientali di origine antropica (Morens, Folkers and Fauci, 2013). In particolare, nei teatri di guerra del Sudest asiatico e del Pacifico si formarono le condizioni ideali per una maggiore trasmissione delle malattie trasmesse dalle zanzare, e fu in questo contesto che iniziò una pandemia globale di dengue. Con l’aumento della trasmissione epidemica, l’iperendemicità (la coagulazione di sierotipi multipli del virus) si sviluppò nelle città del Sud-Est asiatico ed emerse la febbre emorragica epidemica di dengue (nota anche come DHF). La prima epidemia nota di DHF si è verificata a Manila, nelle Filippine, dal 1953 al 1954, ma nel giro di 20 anni la malattia in forma epidemica si era diffusa in tutto il Sud-Est asiatico arrivando fino all’India, allo Sri Lanka, alle Maldive e al Pakistan e dall’est alla Cina nonché diversi Paesi insulari

del Pacifico meridionale e centrale (Niue, Palau, Yap, Isole Cook, Tahiti, Nuova Caledonia e Vanuatu) (Bhatt et al., 2013). Negli anni Settanta, la dengue è stata reintrodotta nelle isole del Pacifico e l’attività epidemica è aumentata lì e nelle Americhe (Fig.23). Proprio quest’ultimo continente, soprattutto nella parte meridionale, ha visto i cambiamenti maggiori. Negli anni ‘50, ‘60 la dengue epidemica era infatti rara nella regione americana perché il principale vettore di zanzare, *Aedes aegypti*, era stato debellato nella maggior parte del continente. Il programma di eradicazione è stato interrotto all’inizio degli anni ‘70, e questa specie ha poi iniziato a re-invasione i paesi da cui era stata eradicata. Negli anni ‘90, *A. aegypti* aveva quasi riguadagnato la distribuzione geografica che deteneva prima dell’inizio dell’eradicazione (Bhatt et al., 2013).

Ad oggi, la trasmissione epidemica della dengue è tutt’ora in aumento su scala globale, con un’espansione della distribuzione geografica sia dei vettori delle zanzare che del virus, un aumento dell’incidenza di malattie causate da una maggiore frequenza di trasmissione epidemica, e la comparsa della DHF in molti nuovi paesi. Attualmente, la febbre dengue causa più malattie e morte di qualsiasi altra malattia da arbovirus. Ogni anno, si stimano quasi 400 milioni di casi di febbre dengue e diverse centinaia di migliaia di casi di forme gravi. I fattori responsabili dell’esponentiale (ri)emergenza dell’epidemia di dengue sembrano essere strettamente associati ai cambiamenti demogra-

fici, sociali e climatici degli ultimi 50 anni. In particolare, ha inciso la crescita demografica globale dirompente avvenuta a partire dal 1950 e l'urbanizzazione non pianificata e incontrollata ad essa associata, soprattutto nei paesi in via di sviluppo localizzati nelle zone equatoriali (Chowell et al., 2016). Alcuni studi hanno evidenziato come abitazioni al di sotto degli standard, l'affollamento e il deterioramento delle acque, assenza di fognature e dei sistemi di gestione dei rifiuti associati all'urbanizzazione non pianificata hanno creato le condizioni ideali per una maggiore trasmissione di malattie trasmesse dalle zanzare nei centri urbani tropicali. Emerge inoltre come la mancanza di un efficace controllo delle zanzare nelle aree in cui la dengue è endemica sia un nodo irrisolto nella gestione del problema. Negli ultimi anni ci si è concentrati più sull'irrorazione dello spazio con insetticidi per uccidere le zanzare adulte piuttosto che attuare politiche di prevenzione e controllo. Questo approccio si è dimostrato non solo insoddisfacente ma talvolta controproducente, instillando un senso di "falsa sicurezza" nei cittadini e nelle comunità. Inoltre, sono aumentati gli habitat larvali di zanzare nell'ambiente domestico o urbano (come plastiche non biodegradabili e pneumatici usati per automobili), fenomeno che ha facilitato diffusione capillare dei vettori (Weaver, 2013). Un ulteriore fattore responsabile della portata pandemica della dengue è l'aumento dei viaggi

aerei, che fornisce il meccanismo ideale per il trasporto della dengue e di altri agenti patogeni urbani tra i centri abitati del mondo. Molti viaggiatori si infettano durante le visite alle aree tropicali, ma si ammalano solo dopo il ritorno a casa, causando un costante movimento di virus dengue negli esseri umani infetti verso tutte le aree del mondo e garantendo l'introduzione ripetuta di nuovi ceppi e sierotipi di virus dengue nelle aree in cui si verificano i vettori delle zanzare (Wikipedia, 2019). Ha contribuito alla recrudescenza dell'epidemia di dengue anche il degrado delle infrastrutture sanitarie pubbliche nella maggior parte dei Paesi negli ultimi 30 anni. La mancanza di risorse ha portato a una carenza critica di specialisti preparati che comprendano e possano sviluppare programmi efficaci di prevenzione e controllo delle malattie trasmesse dai vettori. Infine, è stato recentemente osservato come il cambiamento climatico in atto sia un fattore determinante nella diffusione dei vettori del virus. Il riscaldamento generalizzato in particolare rischia di ampliare gli habitat ideali alla proliferazione delle zanzare.

1.4.5. LA DENGUE A SINGAPORE

Singapore è una città-stato localizzata nel sud est asiatico lungo la linea dell'equatore. Il suo territorio è composto da un'isola principale e 63 isole satelliti. La superficie totale di Singapore è di 725 kmq in cui risiedono quasi 6 milioni di persone. Nonostante l'area com-

plexiva sia aumentata del 25% dall'indipendenza del Paese a seguito di ampi progetti di bonifica, si tratta comunque della seconda città più densa del pianeta. La città, un tempo sede del commercio coloniale britannico, oggi è un fiorente centro finanziario globale e viene descritta come una delle "tigri" economiche dell'Asia. Singapore si colloca ai primi posti tra i principali indicatori sociali: istruzione, assistenza sanitaria, qualità della vita, sicurezza personale e alloggi, con un tasso di proprietà della casa superiore al 90%. I singaporiani godono di una delle più lunghe aspettative di vita al mondo, della più alta velocità di connessione a Internet e di uno dei tassi di mortalità infantile più bassi al mondo (Wikipedia, 2016). Nonostante una sanità e un sistema di risposta alle emergenze tra i primi al mondo, la dengue è endemica a Singapore con tutti e quattro i sierotipi di virus. La malattia fu identificata per la prima volta all'inizio degli anni '60 ed è stata costantemente contenuta per mezzo di programmi di sorveglianza e controllo fino a quasi scomparire verso la fine degli anni '80 (Ooi, Goh and Gubler, 2006). La dengue è però riemersa negli anni '90 con un tasso di incidenza crescente, nel 2003, i casi di dengue sono più che decuplicati con 108,5 casi ogni 100.000 abitanti rispetto ai 9,3 casi ogni 100.000 abitanti del 1988 (fig. 25) (Struchiner et al., 2015). L'aumento è continuato e Singapore ha registrato vere e proprie ondate epidemiche nel 2005 con 326,5 casi per 100.000 ab, nel 2007 con 180,6

e nel 2013 con 404,9 (fig.26) (Koh et al., 2008). Oltre al netto aumento dei casi, è stata registrata anche un'espansione geografica dell'incidenza della dengue dalle zone est e sud-est alle zone ovest e nord (fig.27 e 28). La crescente criticità epidemica ha portato la città a rivedere le sue strategie di gestione del fenomeno. Dall'epidemia del 2005, la NEA (National Environment Agency) ha rivisto la sua strategia basata sul mero rilevamento dei casi ed ha messo in atto un programma integrato di sorveglianza e controllo della dengue. Si prevedeva la sorveglianza attiva dei vettori, il loro controllo, iniziative di educazione pubblica e il coinvolgimento della comunità, nonché la ricerca accademica e lo sviluppo (Burattini et al., 2008). Alla fine del 2005 è stato

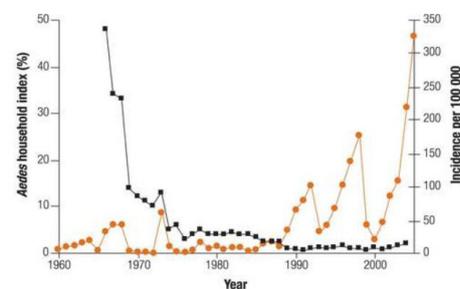


Fig. 25. Incidenza clinica della febbre Dengue a Singapore su 100000 abitanti, serie storica dal 1960 al 2005 - fonte:<https://www.who.int/bull tin/volumes/86/3/07-040170/en/>

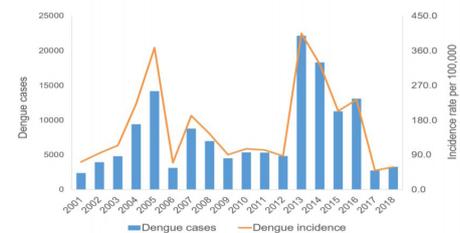


Fig. 26. Casi di dengue a Singapore, serie storica dal 2001 al 2018 - fonte:https://www.moh.gov.sg/docs/librariesprovider5/diseases-updates/enb-quarterly_apr-2019-vol-45-no-2.pdf

inaugurato il sistema informativo geografico per aumentare la capacità di analisi della distribuzione dei casi, delle zanzare *Aedes* e dei dati meteorologici (Fig.29). Inoltre, la NEA ha avviato operazioni di minuzioso controllo in tutta la città per identificare ed eliminare le fonti di allevamento in tutte le circoscrizioni e ha istituito una task force dengue inter-agenzie "per migliorare la comunicazione e la cooperazione tra le agenzie governative e le organizzazioni private". Nonostante gli sforzi messi in atto dall'amministrazione si prevede che il 2020 sarà caratterizzato dall'epidemia peggiore mai registrata, stando a quanto riportato dalla CNN (Gan, 2019), a luglio 2020 sono già stati registrati 14.000 contagi e 16 morti, contro i rispettivamente 22.170 e 8 dell'epidemia del 2013. Gli esperti ritengono che una delle ragioni principali dell'aumento dei casi di dengue nel 2020 sia dovuto al ritorno del sierotipo DENV-3 del virus, che sembrava scomparso da quasi tre decenni e che quindi trova una minore immunizzazione nella popolazione.

1.4.6. FATTORI PREDISPONENTI

Di seguito verranno descritti alcuni dei fattori che hanno portato all'aumento della diffusione della dengue a Singapore.

AUMENTO DELLA POPOLAZIONE E DENSITA' ABITATIVA

Il principale fattore dell'incremento dei casi di Dengue è associato, secondo uno studio del 2015 (Struchiner et al., 2015), all'aumento della popolazione.

Gli abitanti della città sono infatti passati da 2,1 milioni di persone nel 1970 a 5,4 milioni di persone per 2013. Accanto a questo fenomeno demografico si è anche verificato un notevole aumento della densità abitativa, passata da 2000 abitanti/kmq nel 1960 a più di 8000 attuali. Per far fronte a questa tendenza, la città ha investito notevoli risorse nella costruzione di abitazioni. Oggi, il 78,7% delle famiglie residenti vive in appartamenti di edilizia residenziale pubblica sovvenzionati, ad elevata densità, sviluppati dal Housing and Development Board. Le analisi effettuate con modelli di regressione di Poisson hanno permesso ai ricercatori della Georgia State University di dimostrare che, per ogni aumento annuo di 100.000 persone, corrisponde

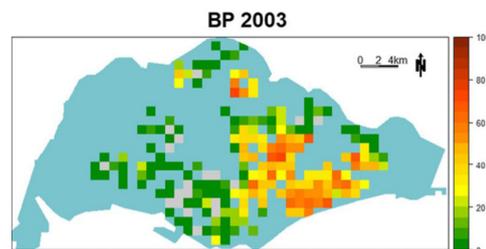


Fig. 27. Percentuale di Siti di riproduzione di zanzare per cella residenziale nel 2003, da notare la concentrazione nell'area SE e le basse percentuali nelle altre celle. - fonte: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30621762/>

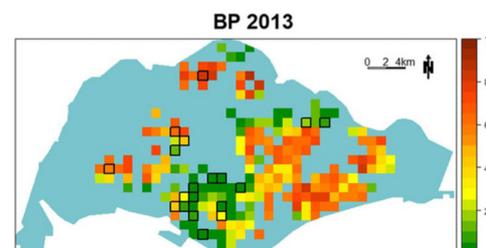


Fig. 28. Percentuale di Siti di riproduzione di zanzare per cella residenziale nel 2013, si noti l'espansione verso N-NO e i nuovi siti (riquadri in nero)-fonte:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30621762/>

un aumento di casi di dengue del 13% (Health, 2019). La correlazione viene argomentata spiegando che le zanzare, ben adattate al contesto urbano dell'isola, hanno nell'essere umano il loro ospite ideale. Un incremento della fonte di nutrimento comporta per il vettore maggiori possibilità di nutrirsi, riprodursi e infettare. Inoltre, data la stretta vicinanza degli esseri umani nelle città, le zanzare *Aedes* possono mordere diverse persone all'interno di un unico "pasto", amplificando le dinamiche di trasmissione della dengue.

URBANIZZAZIONE

L'urbanizzazione è un corollario dei processi demografici che hanno investito l'isola stato di Singapore. È stato dimostrato come una rapida urbanizzazione porti ad una impermeabilizzazione dei suoli, fenomeno che implica necessariamente una perdita di habitat e

bio-diversità ambientale (Weaver, 2013). Come conseguenza, il vettore della dengue, si è adattato al nuovo ambiente urbano cambiando le sue abitudini alimentari e riproduttive. Secondo alcuni studi l'urbanizzazione spinge le epidemie di dengue perché i diversi sierotipi si sono completamente adattati al ciclo di trasmissione umano (Weaver, 2013). Inoltre, ha aumentato la densità dei vettori (perché è maggiore la concentrazione spaziale di nutrimento), ha aumentato il tasso di sviluppo larvale (perché la disponibilità di siti di ovo-deposizione è tanto più alta quanto sono maggiori le interazioni e le abitazioni dei residenti) (fig.30) e il tempo di sopravvivenza degli adulti (perché le zanzare hanno meno predatori naturali).

CAMBIAMENTO CLIMATICO E AUMENTO DELLA TEMPERATURA

Singapore è localizzata nella fascia

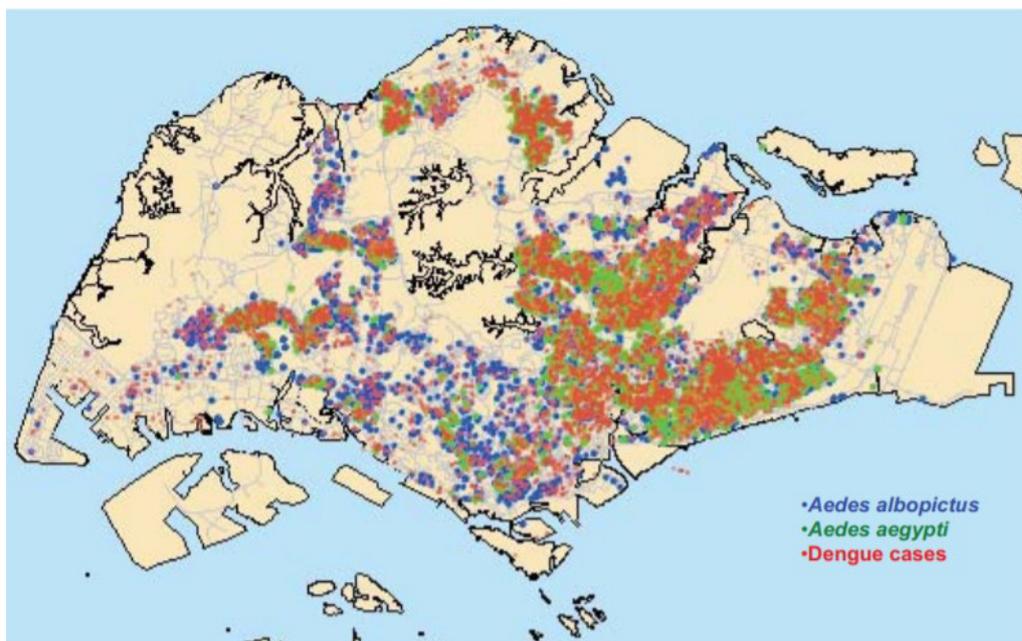


Fig. 29. Distribuzione spaziale dei vettori e dei casi di Dengue. Fonte: https://www.researchgate.net/publication/23164361_The_2005_dengue_epidemic_in_Singapore_Epidemiology_prevention_and_control/figure

equatoriale e gode del caratteristico clima tropicale. La temperatura media giornaliera minima e massima a Singapore varia da 23,2 a 31,78°C con una temperatura media giornaliera di circa 27,8°C e precipitazioni medie annuali di circa 2.346 mm.

È stato dimostrato come un aumento delle precipitazioni e delle temperature possano influenzare le

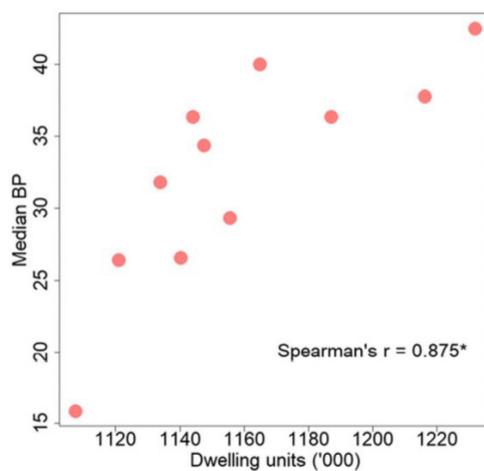


Fig. 30. Relazione tra il tasso medio di riproduzione delle zanzare e il numero di abitazioni. fonte: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30621762/#&-gid=article-figures&pid=fig-8-uid-7>

abitudini riproduttive delle zanzare aumentando il numero totale dei vettori e conseguentemente quello di infezione (Hii et al., 2009). Uno studio dell'università di Uméa (Svezia) dimostra come gli aumenti di temperatura media settimanale e precipitazioni cumulative registrati nel periodo 2004-2007 possano essere correlati linearmente all'aumento dell'incidenza della dengue a Singapore entro determinati parametri temporali (5-20 settimane) (Struchiner et al., 2015).

Alla luce delle proiezioni del cambiamento climatico globale

e soprattutto quello nei paesi subtropicali e temperati è possibile che il clima futuro potrebbe essere progressivamente favorevole alle epidemie di dengue. È stato stimato, infatti, che la temperatura media globale della superficie aumenterebbe di circa 1,4 - 5,88°C nell'attuale secolo; mentre la temperatura per la regione Asia-Pacifico aumenterebbe di circa 0,5 - 2,8°C entro il 2030 e di 1 - 7°C entro il 2070 (Hii et al., 2009). In questo contesto, i piccoli stati insulari come Singapore potrebbero essere più inclini a sperimentare temperature estreme e cambiamenti negli schemi stagionali delle precipitazioni che, a loro volta, avrebbero un impatto aggiuntivo sull'aumento delle malattie infettive.

GLOBALIZZAZIONE E MOBILITA'

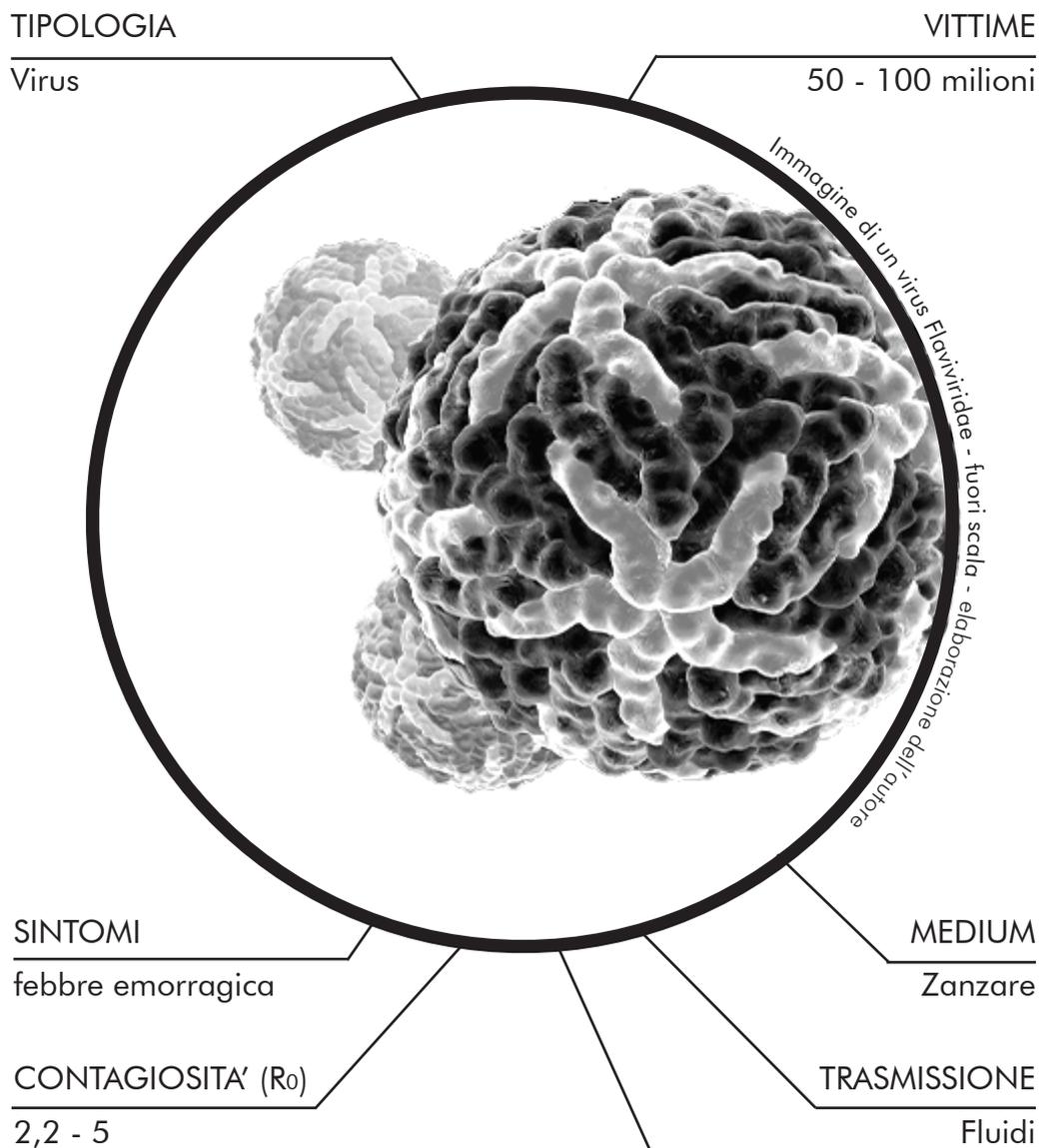
Un possibile fattore causale che spiegherebbe l'aumento dei contagi da dengue è da ricercarsi nell'aumento esponenziale di mobilità di persone e merci, corollario della globalizzazione (Morens, Folkers and Fauci, 2013). Questo fenomeno, in costante crescita dal secondo dopoguerra fornisce il meccanismo ideale per il trasporto di virus in regioni dove la dengue non è ancora endemica e può contribuire all'inserimento di nuovi sierotipi in una popolazione in aree già endemiche, innescando così nuove epidemie. Sotto questo profilo, Singapore ha visto un forte aumento degli arrivi internazionali, compresi quelli dai paesi endemici dengue come dimostrato da 26,5 milioni di aerei arrivi nel 2013, a fronte di 1,7 milioni re-

gistrati in 1970. Oggi, l'aeroporto dell'isola, Changi, serve circa 100 compagnie aeree internazionali che volano da e per circa 250 città in 60 paesi e territori in tutto il mondo, gestisce inoltre circa 6.500 voli settimanali e oltre 50 milioni di passeggeri all'anno (Wikipedia, 2017).

La relazione tra aumentata mobilità internazionale e diffusione di malattie è tristemente nota nella storia (dalla peste in Europa al Vaiolo nelle Americhe), tuttavia i volumi di traffico raggiunti a partire dagli anni 2000 pongono alcune serie criticità epidemiologiche che in luoghi come Singapore, uno degli hub mondiali di merci e passeggeri, assumono proporzioni inedite.

1.4.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Bhatt, S. et al. (2013) 'The global distribution and burden of dengue', *Nature*, 496(7446), pp. 504–507. doi: 10.1038/nature12060.
- Burattini, M. N. et al. (2008) 'Modelling the control strategies against dengue in Singapore', *Epidemiology and Infection*, 136(3), pp. 309–319. doi: 10.1017/S0950268807008667.
- Chowell, G. et al. (2016) 'The Basic Reproduction Number R_0 and Effectiveness of Reactive Interventions during Dengue Epidemics: The 2002 Dengue Outbreak in Easter Island, Chile', *Physiology & Behavior*, 176(1), pp. 139–148. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.03.040.
- Gan, N. (no date) Singapore is on track to face its worst dengue outbreak in history, 2020. Available at: <https://edition.cnn.com/2020/07/03/asia/singapore-dengue-intl-hnk/index.html> (Accessed: 13 September 2020).
- Health, U. U. (2019) 'Upholding Urban Health Security in Singapore', 45(2).
- Hii, Y. L. et al. (2009) 'Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore', *Global Health Action*, 2(1). doi: 10.3402/gha.v2i0.2036.
- Koh, B. K. W. et al. (2008) 'The 2005 dengue epidemic in Singapore: Epidemiology, prevention and control', *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 37(7), pp. 538–545.
- Morens, D. M., Folkers, G. K. and Fauci, A. S. (2013) 'Dengue: The continual re-emergence of a centuries-old disease', *EcoHealth*, 10(1), pp. 104–106. doi: 10.1007/s10393-013-0825-7.
- Ong, J. et al. (2019) 'A novel entomological index, *Aedes aegypti* Breeding Percentage, reveals the geographical spread of the dengue vector in Singapore and serves as a spatial risk indicator for dengue', *Parasites and Vectors. Parasites & Vectors*, 12(1), pp. 1–10. doi: 10.1186/s13071-018-3281-y.
- Ooi, E. E., Goh, K. T. and Gubler, D. J. (2006) 'Dengue prevention and 35 years of vector control in Singapore', *Emerging Infectious Diseases*, 12(6), pp. 887–893. doi: 10.3201/eid1206.051210.
- Struchiner, C. J. et al. (2015) 'Increasing dengue incidence in Singapore over the Past 40 Years: Population growth, climate and mobility', *PLoS ONE*, 10(8), pp. 1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0136286.
- Weaver, S. C. (2013) 'Urbanization and geographic expansion of zoonotic arboviral diseases: Mechanisms and potential strategies for prevention', *Trends in Microbiology*. Elsevier Ltd, 21(8), pp. 360–363. doi: 10.1016/j.tim.2013.03.003.
- Whitehorn, J. and Farrar, J. (2010) 'Dengue', *British Medical Bulletin*, 95(1), pp. 161–173. doi: 10.1093/bmb/ldq019.
- Wikipedia (2020) Dengue fever. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Dengue_fever (Accessed: 18 September 2020).
- Wikipedia (2017) Singapore. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore> (Accessed: 14 September 2020).
- World Health Organization (2020) Dengue and severe Dengue. Available at: https://www.who.int/health-topics/dengue-and-severe-dengue#tab=tab_1 (Accessed: 16 September 2020).



FATTORI PREDISPONENTI AL CONTAGIO

- Elevata e generalizzata densità edilizia e abitativa
- Forma urbana molto compatta e sviluppata in altezza
- Elevati livelli di impermeabilizzazione dei suoli
- Diffusa sottrazione di habitat naturali
- Elevata presenza di vettori e di zone di riproduzione
- Posizione di hub globale del commercio e turismo
- Elevata mobilità di merci e persone
- Dinamiche di cambiamento climatico ed aumento della temperatura
- Condizioni di clima tropicale con elevata umidità

1.5. HONG KONG E LA SARS



1.5.1. SINOSSI

Nel 2003 il mondo fu colpito dalla prima pandemia del XXI secolo (Fidler, 2004). L'epicentro di questa malattia virale, denominata Sindrome Respiratoria acuta grave o SARS, era la Cina, un paese in crescita economica e demografica che si affacciava come leader manifatturiero del mondo globalizzato (Little, 2020). L'epidemia di SARS si estese a 29 paesi e fece poco più di 8000 contagi con 770 morti. Nonostante il relativamente contenuto numero di vittime è considerata una dei più importanti eventi epidemiologici del secolo in quanto rappresenta un archetipo

di studio per le future pandemie (Chan-yeung and Xu, 2003). L'epidemia di SARS ha portato alla ribalta le conseguenze della distruzione degli habitat naturali, ha mostrato gli effetti drammatici del virus sull'economia e sulla società, esposto i rischi di una comunicazione non trasparente e le difficoltà di contenimento dei patogeni in un contesto di iper-connesione globalizzata. Hong Kong viene portata come caso studio in quanto città più colpita al mondo. L'analisi sui fattori di vulnerabilità individuano elementi come l'elevata densità di popolazione, la morfologia urbana con edifici molto alti e

sistemi di aerazione centralizzati e l'inquinamento dell'aria.

1.5.2. LA SARS: ORIGINE E SINTOMATOLOGIA

L'acronimo SARS identifica la sindrome respiratoria acuta grave (Severe acute respiratory syndrome), una malattia infettiva di origine virale che colpì 29 paesi in una singola ondata epidemica tra il 2002 e il 2004. La SARS è stata la prima nuova malattia del XXI secolo con potenziale epidemico globale capace di rappresentare una minaccia sia per la salute che per l'economia internazionale (World Health Organization, 2010). Nell'arco di circa nove mesi, dal novembre del 2002 al luglio dell'anno successivo, la sindrome respiratoria acuta ha infettato, soprattutto in Asia, 8.096 persone e ne ha uccise 774 (fig.33). A differenza di altri virus come l'HIV, che ha impiegato 20 anni per coprire il globo, o dell'Ebola, che ha non si è diffuso consistentemente

fuori dall'Africa, la SARS è stata una pandemia estremamente rapida e con elevati tassi di mortalità (10%). Secondo alcune fonti, tra i motivi per cui la SARS ha avuto un impatto così rapido è stata la reticenza dei primi paesi colpiti nel notificare i dati della nuova epidemia all'Organizzazione Mondiale della Sanità e congiuntamente il fenomeno dell'accentuata mobilità aerea hanno permesso al virus di sfuggire alle maglie del controllo locale, permettendo una diffusione globale (World Health Organization, 2003).

Il virus responsabile, noto come SARS-CoV-1, è un coronavirus di origine animale sviluppatosi presumibilmente nel continente cinese. Alcuni studi hanno avanzato l'ipotesi che il virus abbia effettuato il doppio passaggio da pipistrelli a civette prima di mutare adattandosi all'essere umano (Wikipedia, 2020). Quest'effetto "spillover" tra specie animali è parzialmente ricondotto alla esponenziale

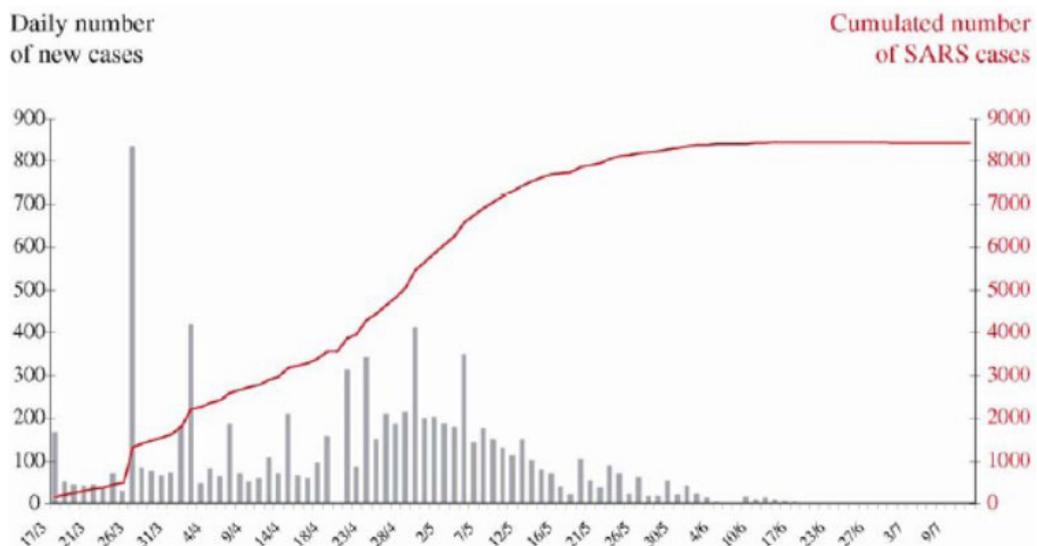


Fig.33 - Progressione temporale dei contagi da SARS nel 2003 - fonte: WHO, <https://journals.openedition.org/cybergeog/12803?lang=es&file=1>

sottrazione di habitat selvatici dovuta alla rapidissima urbanizzazione del continente asiatico. Il virus della SARS, similmente a quello del Covid-19, presenta un periodo medio di incubazione per la SARS è 4-6 giorni, anche se raramente può essere breve come 1 giorno o lungo come 14 giorni (Chan-yeung and Xu, 2003). La sindrome provoca sintomi simili a quelli dell'influenza (febbre, dolori muscolari, letargia, tosse, mal di gola, ecc.). Nei casi fatali può portare alla mancanza di respiro e alla polmonite, sia virale diretta che polmonite batterica secondaria. La trasmissione avviene per via aerea tra esseri umani, con le gocce generate da tosse e starnuti e da inoculazione diretta. E' stato dimostrato anche come il contatto con goccioline infette su una superficie possa essere una fonte di infezione così come la contaminazione oro-fecale (Lau et al., 2004).

1.5.3. PREVENZIONE E CURA

Per la SARS fu sviluppato un vaccino dal CDC (Center for Disease Control) che non entrò mai in produzione in quanto l'epidemia fu efficacemente contenuta. Gli strumenti più efficaci per prevenire la diffusione della SARS sono in primo luogo l'isolamento clinico e la quarantena (Lau et al., 2010). Questi sono stati adottati fin dall'inizio dell'epidemia dai singoli Stati sotto il consiglio del l'Organizzazione Mondiale della Sanità ed hanno giocato un ruolo centrale nel contenimento del virus. La quarantena si è dimostrata straordinariamente efficace contro il SARS-CoV perché ha un periodo infettivo ritardato

(i pazienti sono più contagiosi nella seconda settimana) e quindi le persone che sono state isolate prima del quinto giorno della loro malattia raramente trasmettevano la malattia ad altri. In seconda battuta è emersa l'importanza di altre misure di contrasto come il lavaggio regolare delle mani con acqua e sapone o disinfettante a base di alcol, la disinfezione delle superfici per rimuovere tracce virali, l'utilizzo di guanti e mascherine per evitare il contatto con i fluidi corporei (è stato osservato come maschere di tipologia N-95 riducono fino all'80% la possibilità di ammalarsi rispetto a quelle di non indossare alcuna maschera), politiche di restrittive sugli spostamenti, informazione costante della popolazione e infine isolamento degli individui più sensibili. In alcuni contesti, sono stati efficaci interventi attivi di fumigazione degli spazi pubblici come stazioni, aeroporti, scuole, uffici, ecc (Chan-yeung and Xu, 2003). A questo proposito, considerando che il virus si diffonde principalmente attraverso le goccioline respiratorie nell'aria, inalate o depositate sulle superfici e successivamente trasferite alle mucose del corpo, fu strutturata, soprattutto nella Cina continentale, una strategia sistematica e organizzata di fumigazione delle aree ad uso collettivo. Altri interventi messi in campo dalle organizzazioni sanitarie locali e nazionali furono di diagnosi precoce della malattia attraverso screening negli aeroporti e nelle stazioni. Essendo la SARS una malattia di origine virale, gli antibiotici non hanno un effetto

diretto, ma possono essere usati contro nel caso sopraggiungesse un'infezione batterica secondaria. Il trattamento della SARS è denominato nel linguaggio medico come "di supporto", ovvero mira ad aiutare il paziente a lenire la gravità dei sintomi piuttosto che attaccare direttamente la malattia (Wikipedia, 2020). Furono utilizzati antipiretici, ossigeno supplementare e ventilazione meccanica a seconda delle necessità. Le persone affette da SARS-CoV pongono alcuni problemi di natura infettivologica e devono essere isolate, "preferibilmente in camere a pressione negativa, con precauzioni per limitare le possibilità che il personale medico si infetti".

1.5.4. CAUSE, STORIA E DIFFUSIONE

L'epidemia di SARS è iniziata probabilmente nel mese di novembre del 2002, quando apparvero le prime segnalazioni di una polmonite atipica altamente contagiosa di origine sconosciuta (Fidler, 2004). I primi casi si verificarono nella

provincia di Guangdong, nella Cina meridionale. La segnalazione ufficiale della nuova malattia fu effettuata l'11 febbraio, data in cui l'OMS ricevette dal Ministero della sanità cinese la segnalazione di un'epidemia con 305 casi con cinque morti per sindrome respiratoria acuta. Ma in quella data, il virus aveva già cominciato a diffondersi in tutto il mondo (Fidler, 2004). Il paziente zero per quanto riguarda il salto internazionale fu un medico infetto originario del Guangdong arrivato per un matrimonio a Hong Kong il 21 febbraio 2003 (Little, 2020). Durante la sua permanenza infettò i suoi parenti, un centinaio di persone con cui ebbe contatti ravvicinati in città e 95 operatori sanitari. Soprattutto trasmise il virus agli altri sedici ospiti che si trovavano allo stesso piano dell'hotel in cui soggiornava (Tsang and Lam, 2003). Questi ultimi, una volta sono tornati nel loro paese provocarono altre epidemie ad Hanoi, Singapore e Toronto (fig.34). Il virus attirò l'attenzione



Fig.34 - Diffusione della SARS lungo le principali rotte internazionali tra febbraio e Aprile 2003 - fonte: Paul Lartey, AAAS-STPF/NSF, https://www.nsf.gov/about/history/globalhealth_impacts.jsp

della comunità internazionale solo il 12 marzo 2003, quando l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) emise un'allerta globale. Il 15 marzo 2003 dopo aver ricevuto altre segnalazioni da altri paesi fu aumentato ulteriormente il livello di allarme dichiarando che la SARS era una minaccia per la salute a livello mondiale. A partire dai circa 150 casi segnalati in tutto il mondo al di fuori della Cina continentale in marzo, nel giro di un mese si verificò un incremento esponenziale che portò il numero dei contagiati a 1500 alla fine di marzo, superare i 3000 il 14 aprile, 5000 il 28 aprile e 7000 l'8 maggio (Wikipedia, 2020a). La nuova malattia infettiva divenne il centro di uno sforzo internazionale concertato della comunità medica e scientifica che portò prima all'identificazione e sequenziamento genetico del nuovo virus, chiamato SARS-CoV-1 e successivamente al controllo capillare di tutti i focolai, che entro la fine di giugno vennero stabilizzati e lentamente ridotti tramite confinamento e tracciamenti (Lai et al., 2004). Al 31 luglio 2003, considerata la fine dell'epidemia globale, il numero cumulativo di casi era di 8098, con 774 decessi in 29 paesi e dei cinque continenti. Tra i 10 paesi più colpiti si annoverano Cina continentale, Hong Kong, Taiwan, Singapore, Vietnam, Filippine e Thailandia. La Cina continentale (5327 casi con 349 decessi) e Hong Kong (1755 casi con 299 decessi) rappresentano già insieme l'87% di tutti i casi e l'84% di tutti i decessi (World Health Organization, 2003). Il confronto tra i contagi e

le vittime dell'epidemia di SARS e quelli delle altre malattie infettive sembra suggerire che la sindrome respiratoria grave, con poco più di 8000 casi a livello mondiale e con meno di mille decessi sia una pandemia di scarsa importanza. Le statistiche non rivelano tuttavia l'importanza storica dell'epidemia di SARS del 2002-03. La SARS è diventata un'epidemia di "primati" per la comunità globale, il che aiuta a spiegare perché l'epidemia è storica sotto molti aspetti ed abbia ricevuto una copertura mediatica globale. In primo luogo, sotto una prospettiva meramente scientifica, l'epidemia di SARS è stata la prima volta che un nuovo tipo di coronavirus è stato identificato in pazienti umani in tempi brevissimi, prima di allora, come nel caso dell'AIDS/HIV o dell'Ebola, erano necessari anni per isolare l'agente patogeno (Chan-yeung and Xu, 2003). Come corollario a questo fatto è stata la prima volta in cui la comunità scientifica internazionale si è attivata in modo coordinato sotto una cabina di regia internazionale (OMS) per far fronte in tempo reale al dilagare del virus. In secondo luogo, l'epidemia di SARS, insieme all'influenza aviaria è stata una delle prime epidemie che ha messo in evidenza il rapporto che intercorre tra la globalizzazione e la contrazione delle distanze spazio-temporali nel movimento di merci e persone (Little, 2020). Secondo l'OMS ha rappresentato la prima malattia infettiva grave ad emergere nella società mondiale globalizzata del ventunesimo secolo, dimostrando drammaticamente il caos globale sociale ed

economico che può essere causato da una pandemia e della difficoltà di impedirne il diffondersi. Non è un caso che l'epicentro sia stata la Cina, che proprio all'inizio del XXI secolo si affacciava come centro mondiale della produzione e degli scambi. È inoltre probabile che in un'economia iperconnessa le crisi di una singola realtà economica possano trasformarsi in crisi sistemiche, come dimostrato dagli enormi danni economici provocati dalla SARS, quantificati nell'ordine di 3 – 10 miliardi di dollari, capaci di abbassare la crescita della Cina dall'11,1% al 9,1% su base annua (Fidler, 2004). L'epidemia di SARS ha infine messo in luce il rapporto tra la deforestazione, la perdita di habitat naturali, urbanizzazione e cementificazione. Questi fenomeni hanno raggiunto nei paesi asiatici proporzioni tali da alterare alcune dinamiche naturali, facilitando la trasmissione di virus e batteri agli esseri umani. È stato dimostrato come realtà densamente popolate, dove la pressione della popolazione e gli imperativi economici spingono gli animali e gli esseri umani a un contatto sempre più stretto, portino a nuove possibili contaminazioni capaci di evolvere in nuove e pericolose epidemie (Fidler, 2004).

1.5.5. LA SARS A HONG KONG

La città di Hong Kong fa parte della regione amministrativa speciale della Repubblica Popolare Cinese localizzata sul delta orientale del fiume "Pearl River". L'area metropolitana è circondata dal Mar Cinese Meridionale su tutti i lati tranne il nord, dove confina con

la città di Shenzhen, nella regione del Guangdong. Il territorio è costituito dall'isola di Hong Kong, dalla penisola di Kowloon, dai Nuovi Territori, dall'isola di Lantau e da oltre 200 altre isole minori. Nel complesso, si tratta dell'area metropolitana più densa al mondo, ospitando oltre 7,5 milioni e mezzo di persone in soli di 2.800 chilometri quadri. In quanto regione amministrativa speciale, Hong Kong mantiene un sistema di governo ed economico separato da quello della Cina continentale ed ha forti legami culturali con il mondo occidentale (Mahtab-uz-Zaman, Lau and Mei, 2000). La regione, infatti, è stata per più di 150 anni una colonia dell'Impero britannico, dal 1842 al 1997, data in cui la sovranità venne ceduta alla Cina (Lau et al., 2004). Originariamente l'area era scarsamente popolata ed era caratterizzata da villaggi agricoli e di pescatori, con il dominio inglese si trasformò in un fiorente centro di scambio per l'area indocinese, oggi il territorio è diventato uno dei più importanti centri finanziari e porti commerciali del mondo. L'economia è caratterizzata dal settore dei servizi e da un basso livello di burocrazia e bassa tassazione per promuovere il libero scambio. Hong Kong ospita il più alto numero di miliardari di qualsiasi città in Asia ed è la terza al mondo per numero di grattacieli, con 317 torri più alte di 150 metri (Hung et al., 2006). La mancanza di spazio disponibile ha limitato lo sviluppo "orizzontale", creando iconici complessi di appartamenti residenziali ad alta densità. Le case

unfamiliari sono estremamente rare e generalmente si trovano solo nelle zone periferiche. Lo spazio limitato ha inoltre portato ad una rete di trasporto pubblico estremamente sviluppata con percentuali di utilizzo che superano il 90%. Il virus della SARS non si sviluppò originalmente ad Kong Kong, bensì fu importato nella città il 21 febbraio 2003 da un medico infetto del Guangdong, Cina (Wikipedia, 2020a). Ad Hong Kong, tuttavia, il virus non solo ha trovato terreno fertile per espandersi (con 1755 casi e 299 morti è stata la città più colpita del mondo) (fig.36), ma ha trovato il luogo perfetto per diffondersi nel resto del pianeta, sfruttando la posizione di hub internazionale della finanza e del commercio. I primi casi si verificarono nell'hotel Metropole, dove il medico cinese infettò 12 persone di tutte le nazionalità che a loro volta furono i veicoli del virus nei rispettivi paesi (Lai et al., 2004). La stessa persona infettò anche più di un centinaio di

operatori sanitari che provarono inutilmente a curarlo nell'ospedale Prince of Wales. Proprio uno di questi diede origine verso la metà di marzo al principale focolaio registrato nella città, questo si verificò nel complesso residenziale di grattacieli di "Amoy Gardens" dove furono contagiate 329 persone e ne morirono 42 (Li et al., 2005). La risposta della città di Hong Kong fu centrale nel contenimento dei casi e, contrariamente al caso delle città della Cina continentale è da molti considerata un caso di efficiente gestione epidemica.

Non avendo a disposizione test diagnostici rapidi e convalidati né trattamenti specifici per la SARS, le misure di sanità pubblica messe in atto furono l'unica barriera difensiva contro il contagio (Lau et al., 2004).

In primo luogo, fu strutturato un sistema di sorveglianza della malattia, un esteso supporto di analisi, un capillare controllo delle infezioni negli ospedali e negli istituti residenziali per anziani, tec-

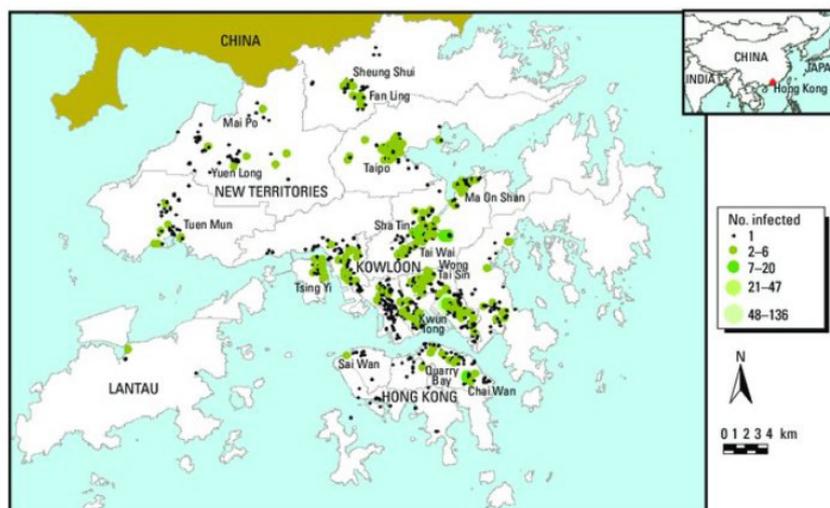


Fig.36 Mappa sintetica dei casi di SARS nella municipalità di Hong Kong (febbraio-giugno 2003). fonte: database integrato della SARSID, https://www.researchgate.net/publication/8190264_Understanding_the_Spatial_Clustering_of_Severe_Acute_Respiratory_Syndrome_SARS_in_Hong_Kong/figures

niche tracciamento intensivo dei contatti e di sorveglianza medica. Inoltre, vennero messe in atto misure di quarantena attraverso il confinamento in casa per i casi sospetti, screening dei flussi in entrata ed uscita dai principali hub di spostamento (porti e aeroporti) e la formazione di gruppi di indagine e di risposta multidisciplinari, educazione e comunicazione pubblica.

1.5.6. FATTORI PREDISPONENTI

Di seguito verranno descritti alcuni dei fattori predisponenti al contagio che potrebbero aver portato all'incremento dei contagi nella città di Hong Kong.

DENSITA' ABITATIVA

Hong Kong, come già accennato, presenta una densità notevolmente elevata sia di edifici che di popolazione dovuta sia alla carenza di terreni pianeggianti che dall'alto

tasso di immigrazione dalla Cina continentale, presente dai primi anni '80 (Mahtab-uz-Zaman, Lau and Mei, 2000). Si tratta di una delle aree più densamente popolate del mondo, con una densità complessiva di 6.160 ab/km². All'interno di questa media ci sono tuttavia molti distretti ancora più densamente popolati, come quello di Kwun Tong (54.030 ab/kmq) o quello di Mong Kok (116.000 ab/kmq) (fig. 37). La forma urbana della città ha assecondato le esigenze demografiche e i limiti geografici indirizzandosi verso l'utilizzo verticale dello spazio, che permette elevata accessibilità e bassi tempi di spostamento (Hung et al., 2006). Lo sviluppo ad alta densità ad Hong Kong consente inoltre economie di scala per i servizi pubblici e le infrastrutture di trasporto come la Mass Transit Railway (MTR). L'elevata densità ha tuttavia serie ripercussioni sul

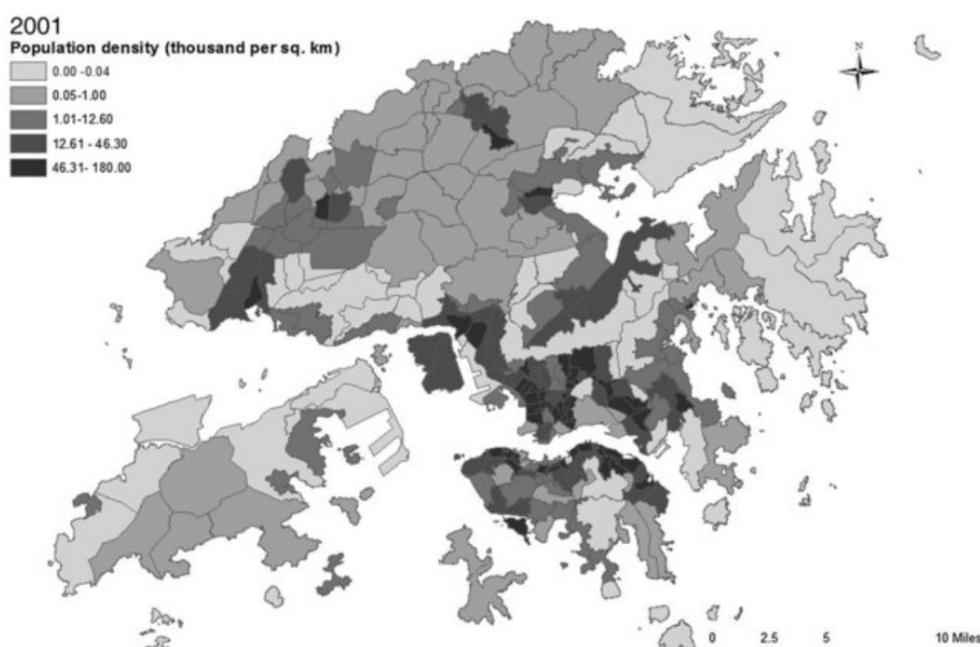


Fig.37 - Densità di popolazione in ab./kmq - fonte: Becky P Y Loo - https://www.researchgate.net/publication/304370281_Safety_in_numbers_for_cyclists_beyond_national-level_and_city-level_data_A_study_on_the_non-linearity_of_risk_within_the_city_of_Hong_Kong/figures?lo=1

rischio di contagio, è stato dimostrato come esista una relazione chiaramente definita tra la densità della popolazione e il tasso di mortalità delle epidemie, a sua volta dipendente dalla diffusione dell'agente patogeno (Tsang and Lam, 2003). Sembra quindi confermata una relazione di dipendenza tra le concentrazioni di popolazione con l'elevata presenza di contagi di SARS, pari al 21% del totale mondiale nell'ondata del 2003.

FORMA URBANA E TIPOLOGIA ARCHITETTONICA

Ulteriore fattore di vulnerabilità osservato nell'epidemia del 2003 è collegato alla forma urbana di alcuni dei luoghi del contagio. È stato osservato come complessi residenziali con strutture comuni, sistema di aerazione condiviso e un numero più elevato di piani (possibilmente in relazione alla condivisione di ascensori) abbiano registrato un tasso di incidenza della SARS più elevato (Li et al., 2005). Questi risultati mettono in luce come per tipologie di virus o batteri capaci di rimanere vivi su superfici esterne, maggiori sono le possibilità di contatto e di condivisione delle strutture, maggiori i rischi di contagio. In particolare, è stato analizzato il focolaio di Amoy Gardens, un complesso residenziale di grattacieli che si trova nel quartiere densamente popolato di Kowloon. Il complesso ha 19 torri (da A a S) alte 90 metri e costruite sopra su un "podio" che ospita un grande centro commerciale (fig.38) (Li et al., 2005). Ogni torre ha pianta a croce e 33 piani con otto unità abitative per piano

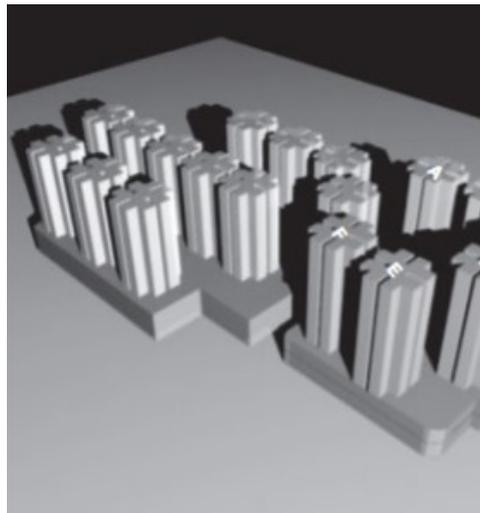


Fig. 38. Rendering del complesso Amoy Gardens - fonte: Y. Li, S. Duan, I. T. S. Yu, T. W. Wong - opera citata in bibliografia

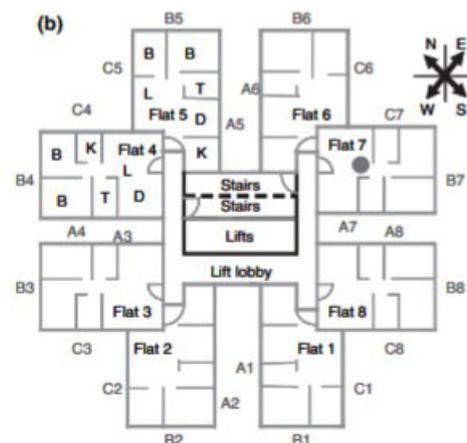


Fig. 39. Planimetria delle torri di Amoy Gardens - fonte: Y. Li, S. Duan, I. T. S. Yu, T. W. Wong - opera citata in bibliografia

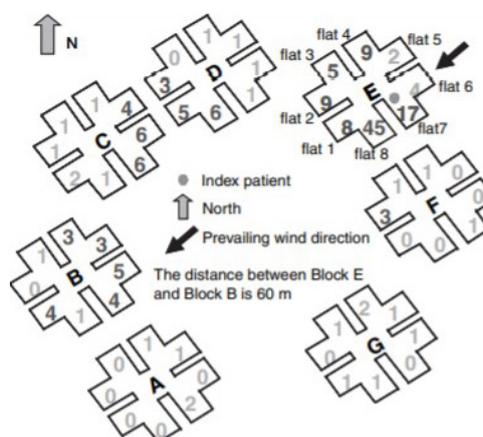


Fig. 40. Analisi della dispersione dei patogeni per via aerea - fonte: Y. Li, S. Duan, I. T. S. Yu, T. W. Wong - opera citata in bibliografia

(fig.39). Questi si estendono verso l'esterno da un nucleo centrale dove si trovano gli spazi comuni (ascensori e scale). Ogni unità abitativa ha una superficie media di 48 mq e ospita generalmente cinque persone. Con più di 5000 appartamenti in totale, Amoy gardens ha circa 20.000 residenti. Durante l'epidemia di SARS del 2003 furono gravemente colpiti quattro blocchi (B, C, D ed E). È stato verificato come la distribuzione dell'infezione nei blocchi di appartamenti non fosse casuale ma seguisse chiaramente uno schema spaziale (Li et al., 2005). Dall'investigazione governativa condotta nell'aprile 2003 emerse come il "paziente zero" del complesso (residente nel blocco E) (fig.40) avesse infettato gli altri abitanti attraverso il combinato disposto di trasmissione aerea attraverso il sistema di aerazione, micro-aerosol filtrati attraverso il sistema fognario, contatto diretto

da persona a persona e il contatto indiretto attraverso l'uso di strutture comuni condivise come gli ascensori e scale. Sembra quindi che esista una dipendenza tra il contagio e la forma stessa degli edifici, la loro disposizione interna e lo stato di manutenzione degli impianti (Li et al., 2005).

INQUINAMENTO DELL'ARIA

Proporzionalmente allo sviluppo socio-economico della città, si è assistito al deterioramento delle condizioni ambientali di Hong Kong (fig.40b) (Mahtab-uz-Zaman, Lau and Mei, 2000). Il livello di biossido di azoto (NO₂) è aumentato del 20% nel periodo di 5 anni fino al 1997 ed è presumibile ipotizzare che fosse almeno allo stesso livello, se non superiore, nel 2003. I risultati del monitoraggio della qualità dell'aria per il 1997 condotti dall'Environmental Protection Department indicano che sei delle nove stazioni di mo-

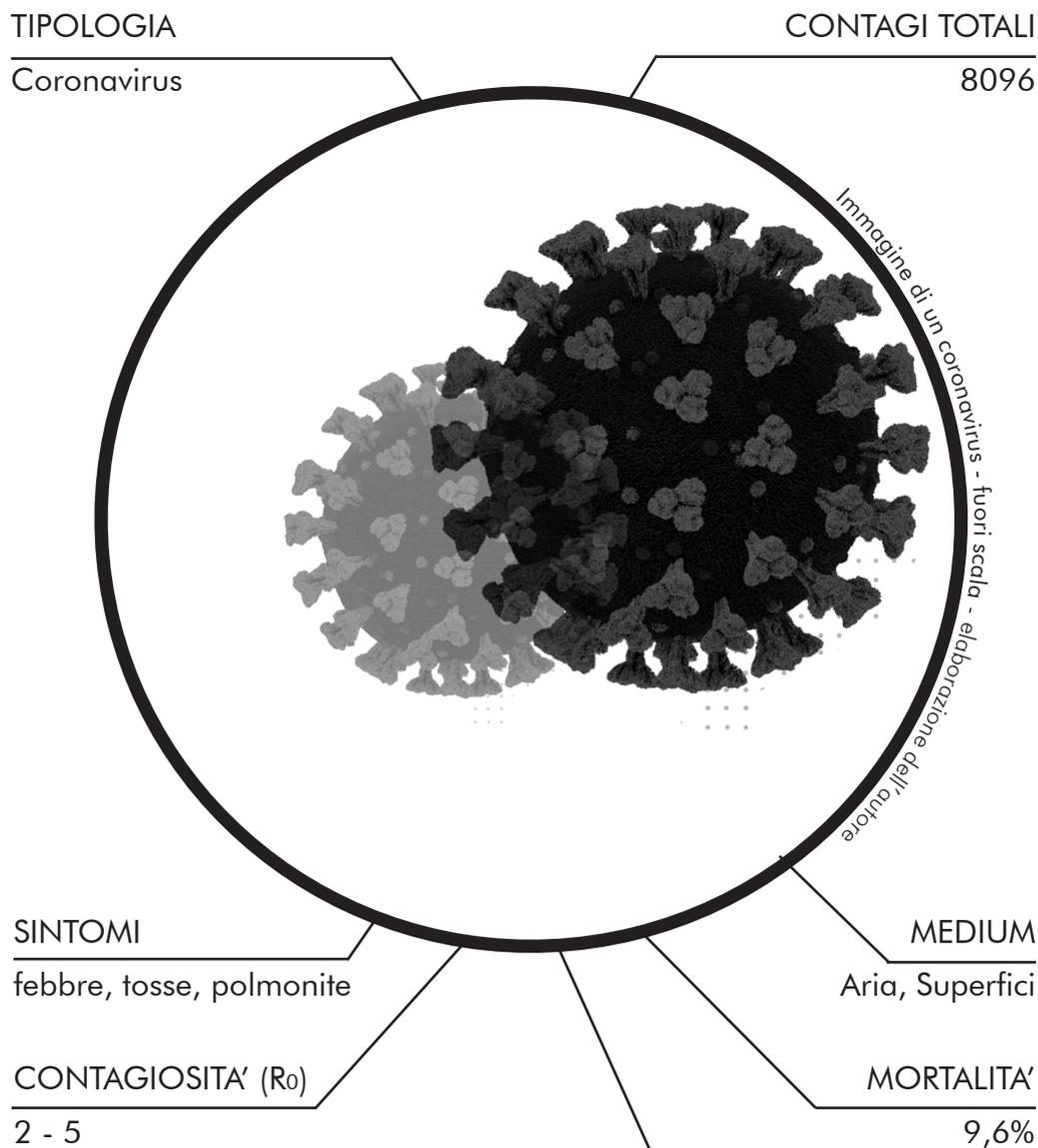


Fig. 40b. Inquinamento mattutino ad Hong Kong - fonte: Nora Tam, <https://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/3030980/hong-kongs-air-pollution-expected-hit-serious>

nitoraggio della qualità dell'aria non avevano raggiunto l'obiettivo medio annuo di Hong Kong per la qualità dell'aria per il particolato sospeso respirabile (pm 2,5 a 10). Il livello annuale più alto era del 36% al di sopra del limite consentito (Mahtab-uz-Zaman, Lau and Mei, 2000). Considerando inoltre come grattacieli intrappolino alcuni degli inquinanti atmosferici prodotti dai veicoli di come in ambienti molto impermeabilizzati le sostanze inquinanti tendano a rimanere a livello della strada (Hung et al., 2006). Si ritiene plausibile una correlazione tra le concentrazioni di inquinanti e di una cattiva qualità dell'aria con l'aumento di una predisposizione generalizzata a malattie respiratorie come la SARS.

1.5.7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Chan-yeung, M. and Xu, R. (2003) 'SARS : epidemiology', *Respirology*, 8, pp. 9–14.
- Fidler, D. P. (2004) 'Introduction: The Importance of the SARS Outbreak', *SARS, Governance and the Globalization of Disease*. London: Palgrave Macmillan, pp. 1–9. doi: 10.1057/9780230006263_1.
- Hung, H. C. K. et al. (2006) 'Industrial experience and research into the causes of SARS virus transmission in a high-rise residential housing estate in Hong Kong', *Building Services Engineering Research and Technology*, 27(2), pp. 91–102.
- Lai, P. C. et al. (2004) 'Understanding the spatial clustering of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Hong Kong', *Environmental Health Perspectives*, 112(15), pp. 1550–1556. doi: 10.1289/ehp.7117.
- Lau, J. T. F. et al. (2004) 'SARS Transmission, Risk Factors, and Prevention in Hong Kong', *Emerging Infectious Diseases*, 10(4), pp. 587–592. doi: 10.3201/eid1004.030628.
- Li, Y. et al. (2005) 'Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens', *Indoor Air*, 15(2), pp. 96–111. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x.
- Little, B. (2020) SARS Pandemic: How the Virus Spread Around the World in 2003, *History.com*. Available at: <https://www.history.com/news/sars-outbreak-china-lessons> (Accessed: 4 October 2020).
- Mahtab-uz-Zaman, Q. M., Lau, S. and Mei, S. H. (2000) 'The Compact City of Hong Kong: A Sustainable Model for Asia?', in Jenks, M. and Burgess, R. (eds) *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Spon Press. London and New York: Taylor & Francis, pp. 255–268. doi: 10.1057/palgrave.udi.9000039.
- Tsang, T. and Lam, T. (2003) 'SARS: Public health measures in Hong Kong', *Respirology*, 8, pp. 46–48. doi: 10.1046/j.1440-1843.2003.00524.x.
- Wikipedia (2020a) 2002–2004 SARS outbreak. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/2002–2004_SARS_outbreak (Accessed: 5 October 2020).
- Wikipedia (2020b) Severe acute respiratory syndrome. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Severe_acute_respiratory_syndrome (Accessed: 3 October 2020).
- World Health Organization (2003) 'SARS: lessons from a new disease', in *The World Health Report 2003*, pp. 71–82.
- World Health Organization (no date) Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Available at: https://www.who.int/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome#tab=tab_1 (Accessed: 3 October 2020).



FATTORI PREDISPONENTI AL CONTAGIO

- Elevatissime condizioni di densità edilizia e abitativa
- Elevati livelli di Inquinamento atmosferico
- Forma urbana molto compatta e sviluppata in altezza
- Tassi di incremento della popolazione sostenuti
- Diffusa sottrazione di habitat naturali
- Posizione di hub globale del commercio
- Elevata mobilità di merci e persone,
- Dinamiche di cambiamento climatico ed aumento della temperatura,
- Condizioni di clima tropicale con elevata umidità.
- Elevati livelli di impermeabilizzazione dei suoli

PARTE II - ANALISI TERRITORIALE

MISURARE E LOCALIZZARE LA VULNERABILITA' EPIDEMICA

2. MISURARE E LOCALIZZARE LA VULNERABILITA' EPIDEMICA

L'obiettivo di questa seconda sezione del lavoro è, in primo luogo, quello di sistematizzare e formalizzare in un sistema coerente gli elementi di vulnerabilità, propedeutici all'insorgere o alla diffusione di malattie infettive in ambiente urbano, ricavati dai casi studio nella prima parte. Questa operazione è stata sviluppata attraverso un processo logico di sintesi induttiva, cioè un procedimento che stabilisce una legge universale partendo da singoli casi particolari. In altre parole, in questa parte si è cercato di definire regole capaci di sintetizzare in forma strutturata casi empirici di contagio epidemico (fig. 41).

In seconda battuta, questa parte analitica ha come obiettivo una quantificazione e una spazializzazione della vulnerabilità epidemica, derivante dai fattori di criticità, alla scala sia comunale che locale (da due a venti sezioni di censimento). Per costruire il quadro conoscitivo si è scelta la città di Torino, per ragioni riconducibili alla facilità di reperimento dei vari materiali (dataset) e per la conoscenza pregressa da "insider" che ha permesso di cogliere alcune sfumature nelle dinamiche spaziali e temporali che sarebbe stato più difficile ottenere in altri contesti. Ulteriore motivo riguarda la scala della città, che si inserisce in una regione ottimale per questo genere di analisi, essendo dotata di elevata diversità morfologica e dimensioni urbane "relativamente" contenute e non troppo "diffuse".

A livello metodologico, partendo dai casi studio della prima parte si sono inizialmente "distillati", undici "elementi di vulnerabilità" organizzati in quattro aree tematiche: i fattori demografici catturano quelle caratteristiche proprie di una popolazione e del suo modo di abitare lo spazio, quelli morfologici le caratteristiche attinenti alla "struttura" dell'ambiente costruito, gli ambientali mettono in luce la relazione tra impatti antropici ed ecosistema, mentre quelli "di attività" individuano le caratteristiche "funzionali" di un contesto urbano. In una seconda fase, ogni singolo elemento di vulnerabilità è stato quantificato, provando a stabilirne soglie e parametri entro cui è lecito supporre che essi possano effettivamente facilitare la diffusione di patologie infettive. Le misure sono state effettuate in ambiente GIS (utilizzando il software ESRI Arcgis), e applicate al territorio comunale di Torino, ottenendo una serie di prodotti cartografici capaci di geo-spazializzare a scala comunale le aree a maggiore vulnerabilità. Una volta misurati i singoli elementi, attraverso il principio dello spatial overlay (una sovrapposizione spaziale di tutti i fattori), si è costruito un indicatore di sintesi capace valutare il grado di vulnerabilità epidemica totale. Infine, si è fatto un "salto di scala", scendendo dalla scala comunale a quella di "quartiere", individuando tra le zone più vulnerabili quattro aree che si prestavano ad una analisi ancora più dettagliata.

CASO STUDIO	FATTORI PREDISPONENDI AL CONTAGIO		ELEMENTI DI VULNERABILITA' EPIDEMICA	TIPOLOGIA
Napoli e il colera	<ul style="list-style-type: none"> •Elevatissima densità edilizia e abitativa •Mancanza di spazi aperti arieggiati all'interno del tessuto compatto •Bassa qualità costruttiva dell'edificato •Pessimo stato di manutenzione delle infrastrutture •Contaminazioni tra pozzi privati o pubblici e acqua reflua •Pessime condizioni igienico-sanitarie della popolazione •Presenza di accumuli di rifiuti in spazi all'interno della città compatta •Malnutrizione e predisposizione a contrarre le malattie •Pessimo stato di manutenzione delle infrastrutture •Elevato grado di povertà assoluta 	<p>↓</p> <p>↓</p>	densità di popolazione	Demografici
			affollamento abitativo	
Firenze e la peste	<ul style="list-style-type: none"> •Mancanza di spazio per l'espansione urbana •Elevata densità edilizia e abitativa in alcune aree della città •Strade strette e condizioni di illuminazione ed arieggiamento insufficienti •Commistione tra mondo urbano e rurale •Generalizzate scarse condizioni igienico-sanitarie della popolazione •Presenza di accumuli di rifiuti in spazi all'interno della città compatta •Presenza di animali all'interno della città •Assenza di separazione funzionale tra attività inquinanti e zone residenziali •Diffusa malnutrizione e generale predisposizione a contrarre le malattie 	<p>↓</p> <p>PROCESSO DI SINTESI INDUTTIVA</p>	età della popolazione	Morfologici
			altezza degli edifici	
			epoca di costruzione	
Philadelphia e l'influenza	<ul style="list-style-type: none"> •Spazi urbani sottodimensionati per ospitare masse ingenti di persone •Elevata densità edilizia e abitativa nelle zone povere •Bassa qualità dell'edificato in alcune aree della città •Bassa divisione funzionale tra attività inquinanti e zone residenziali •Elevati livelli di inquinamento nelle zone industriali della città •Basse condizioni igienico sanitarie per alcune fasce della popolazione •Condizioni di indigenza per alcune fasce della popolazione •Condizioni di forte disegualianza sociale •Inefficienza nella gestione delle crisi da parte dell'autorità 	<p>↓</p>	compattezza dell'edificato	Ambientali
			inquinamento atmosferico	
Singapore e la dengue	<ul style="list-style-type: none"> •Elevata e generalizzata densità edilizia e abitativa •Forma urbana molto compatta e sviluppata in altezza •Elevati livelli di impermeabilizzazione dei suoli •Diffusa sottrazione di habitat naturali •Elevata presenza di vettori e di zone di riproduzione •Posizione di hub globale del commercio e turismo •Elevata mobilità di merci e persone •Dinamiche di cambiamento climatico ed aumento della temperatura •Condizioni di clima tropicale con elevata umidità 	<p>↓</p>	inquinamento acustico	Ambientali
			aree di riproduzione dei vettori	
Hong Kong e la SARS	<ul style="list-style-type: none"> •Elevatissime condizioni di densità edilizia e abitativa •Elevati livelli di inquinamento atmosferico •Forma urbana molto compatta e sviluppata in altezza •Tassi di incremento della popolazione sostenuti •Diffusa sottrazione di habitat naturali •Posizione di hub globale del commercio •Elevata mobilità di merci e persone, •Dinamiche di cambiamento climatico ed aumento della temperatura, •Condizioni di clima tropicale con elevata umidità. •Elevati livelli di impermeabilizzazione dei suoli 	<p>↓</p>	densità di attività commerciali	Attrattività
			distribuzione degli attrattori urbani	

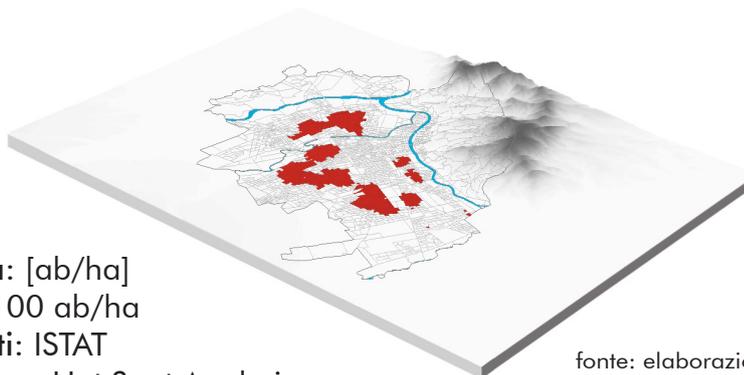
Fig.41. schema del passaggio tra fattori predisponenti al contagio agli elementi di vulnerabilità epidemica attraverso un processo logico induttivo - elaborazione dell'autore

2.1. ELEMENTI DEMOGRAFICI

Identificano quelle caratteristiche, proprie di una popolazione e del suo modo di abitare lo spazio,

capaci di influenzare direttamente o indirettamente la vulnerabilità epidemica.

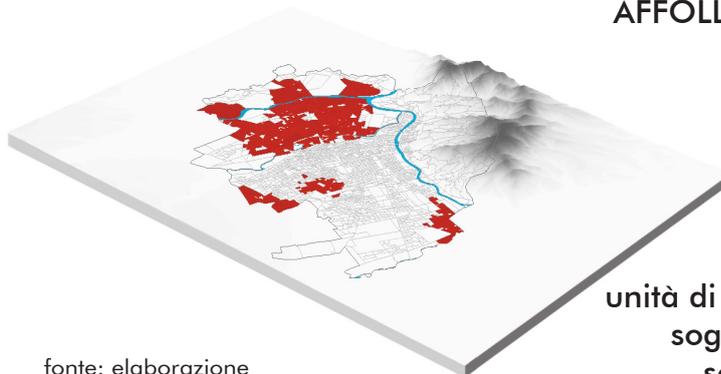
DENSITA' DI POPOLAZIONE



unità di misura: [ab/ha]
soglia critica: 100 ab/ha
sorgente di dati: ISTAT
metodo statistico: Hot Spot Analysis

fonte: elaborazione dell'autore

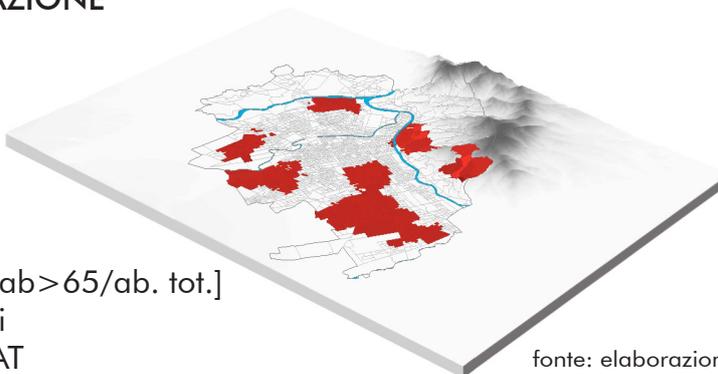
AFFOLLAMENTO ABITATIVO



fonte: elaborazione dell'autore

unità di misura: [ab/100 mq]
soglia critica: 6,6 ab/mq
sorgente di dati: ISTAT
metodo statistico: Hot Spot Analysis

ETA' DELLA POPOLAZIONE



unità di misura: [n° ab > 65/ab. tot.]
soglia: età > 65 anni
sorgenti di dati: ISTAT
metodo statistico: Hot Spot Analysis

fonte: elaborazione dell'autore

2.1.1. DENSITA' DI POPOLAZIONE

2.1.1.1. INTRODUZIONE

La densità della popolazione non determina direttamente l'insorgere di nuove malattie e neppure la facilità con cui le infezioni si diffondono in una popolazione (Macassey and Dawes, 2011). Tuttavia, è stato provato come ad alti livelli di densità siano associati maggiori contatti tra gli individui e dunque maggiori probabilità di trasmissione di agenti patogeni (De Jong, Diekmann and Heesterbeek, 1994). Esiste quindi una correlazione tra la densità di popolazione, che può essere vista come una proxy per il numero di contatti tra individui, e situazioni di maggiore vulnerabilità epidemica rispetto alla diffusione di un patogeno infettivo. Verificata l'esistenza di una correlazione tra i fenomeni resta da definire la quantificazione di un parametro soglia per la densità di popolazione oltre il quale si può ragionevolmente ipotizzare un aumento della vulnerabilità. Secondo alcuni autori (Litman, 2017) un parametro ottimale di densità di popolazione per insediamenti urbani "semi-constrained", tipici di contesti europei a espansione moderata, può essere stimata a circa 40-80 ab/ha. Questa soglia è stata ritenuta troppo restrittiva per la nostra analisi in quanto il parametro è tarato su una ricerca che non si occupa direttamente di malattie infettive e dunque la soglia è stata aumentata a 100 ab/ha.

2.1.1.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia applicata ha previsto un'analisi effettuata in ambiente GIS che ha prodotto due output cartografici. Nel primo (M1) si può osservare una spazializzazione della densità per la città di Torino misurata in abitanti per ettaro. Il risultato è stato ottenuto tramite l'unione di un dataset vettoriale contenente le sezioni di censimento (da fonte ISTAT) al database tabellare con le informazioni censuarie. Per ogni sezione si è creato un nuovo campo denominato "AREA" dove si è calcolata la superficie in ettari. Questo campo è stato poi utilizzato come denominatore nel rapporto con la popolazione residente totale per sezione di censimento (cod. ISTAT P1). I risultati ottenuti, le densità per sezione, sono state rappresentate con una mappa di concentrazione. I valori sono stati divisi in cinque classi manualmente, seguendo una logica di rappresentatività e comunicabilità. Per ottenere la seconda cartografia M2 si sono inizialmente estratti i valori superiori a 100 ab/mq, ritenuti rappresentativi di una soglia critica di densità di popolazione. Questi sono stati estratti in un nuovo shapefile e poi sottoposti ad un'operazione di geoprocessing nota come hot spot analysis. L'HSA permette di identificare i cluster spaziali statisticamente significativi specificando valori alti (punti caldi) e bassi (punti freddi) (Geospatiality, 2016). Questi va-

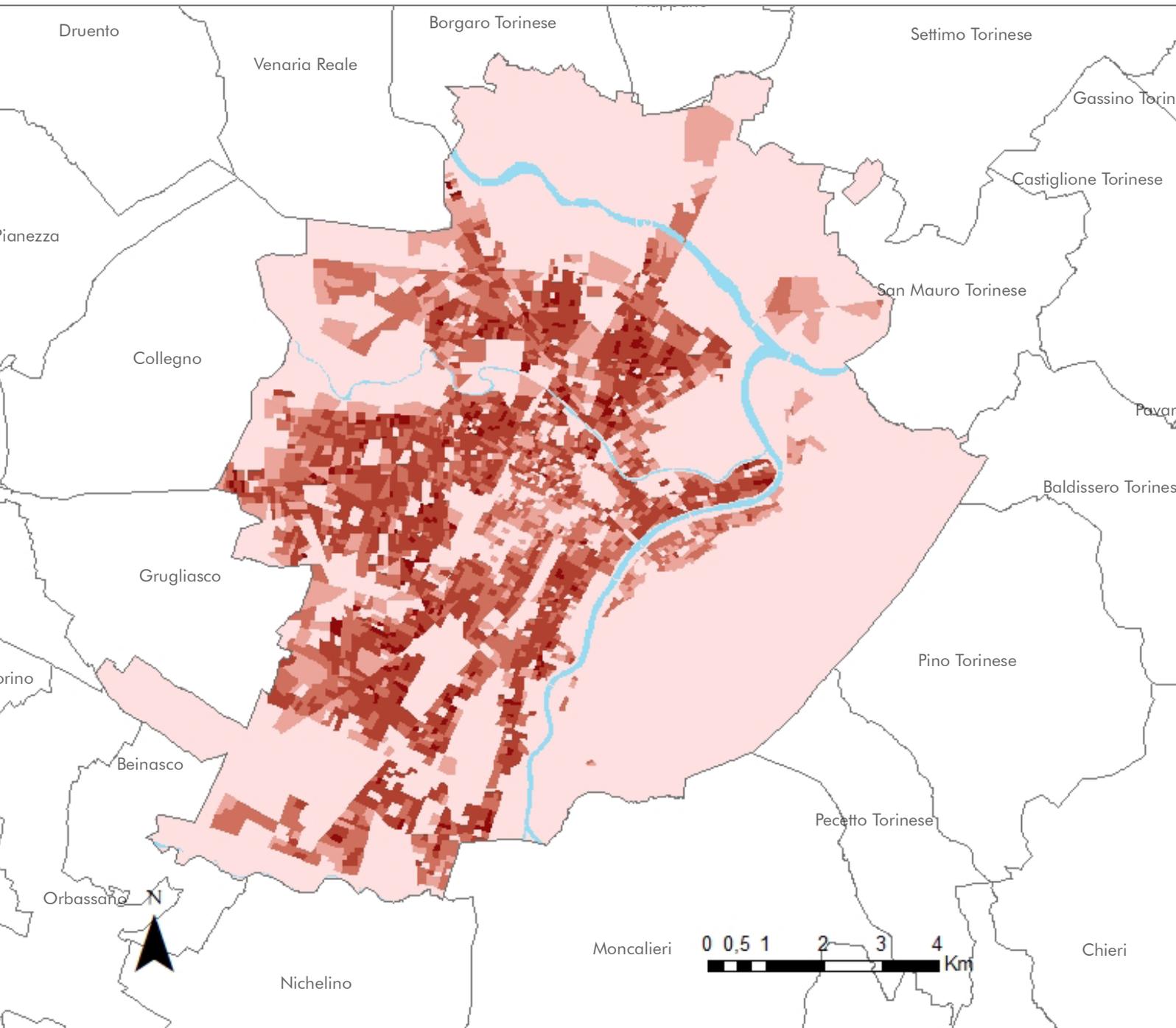
lori, contenuti nei campi ± 3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori ± 2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli ± 1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi. Permette quindi di restringere l'area delle sezioni con densità superiore alla soglia considerata a quelle sezioni statisticamente rilevanti.

2.1.1.3. RISULTATI

Dall'analisi emerge una concentrazione di popolazione superiore alla soglia critica (100 ab/ha) localizzata in tre macro-aree. La prima è situata a cavallo tra le circoscrizioni 5 e 6, in corrispondenza delle zone residenziali ad elevata densità sorte negli anni '60 come i quartieri di Aurora e Barriera di Milano. Il secondo cluster rilevante è quello diviso dall'asse di corso Francia, tra la circoscrizione 3 e 4 di matrice otto-novecentesca. Il terzo è più piccolo ed è corrispondente al quartiere di Santa Rita. Esistono poi alcuni cluster minori in corrispondenza di San Salvario e la parte limitrofa a via Nizza. È interessante notare come il "centro" (circoscrizione 1) sia del tutto escluso dall'analisi HSA, presumibilmente per l'elevata presenza di destinazioni non residenziali che la caratterizzano.

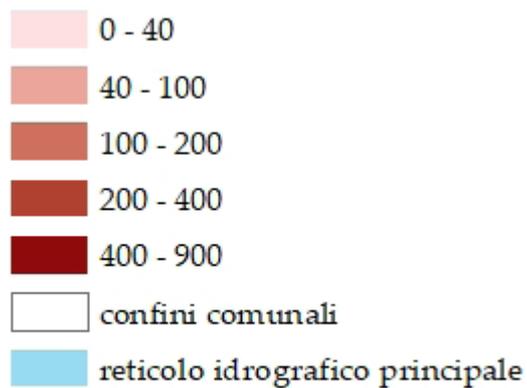
2.1.1.4. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Geospatiality (2016) What is Hotspot Analysis? Available at: <https://glenbambrick.com/2016/01/21/what-is-hotspot-analysis/>.
- De Jong, M., Diekmann, O. and Heesterbeek, J. A. P. (1994) 'How does transmission of infection depend on population size?', In: Epidemic models: their structure and relation to data. -Cambridge : Cambridge University Press, 1995. pp. 84-94.
- Litman, T. (2016) 'Determining Optimal Urban Expansion, Population and Vehicle Density, and Housing Types for Rapidly Growing Cities', in World Conference on Transport Research. Available at: www.elsevier.com/locate/procedia.
- McNicholas, A. et al. (2000) 'Overcrowding and infectious diseases - when will we learn the lessons of our past?', New Zealand Medical Journal, 113(1121), pp. 453-454.

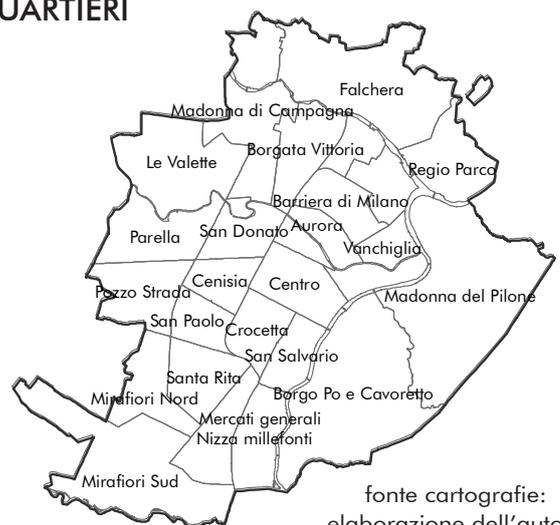


M1. DENSITA' DI POPOLAZIONE

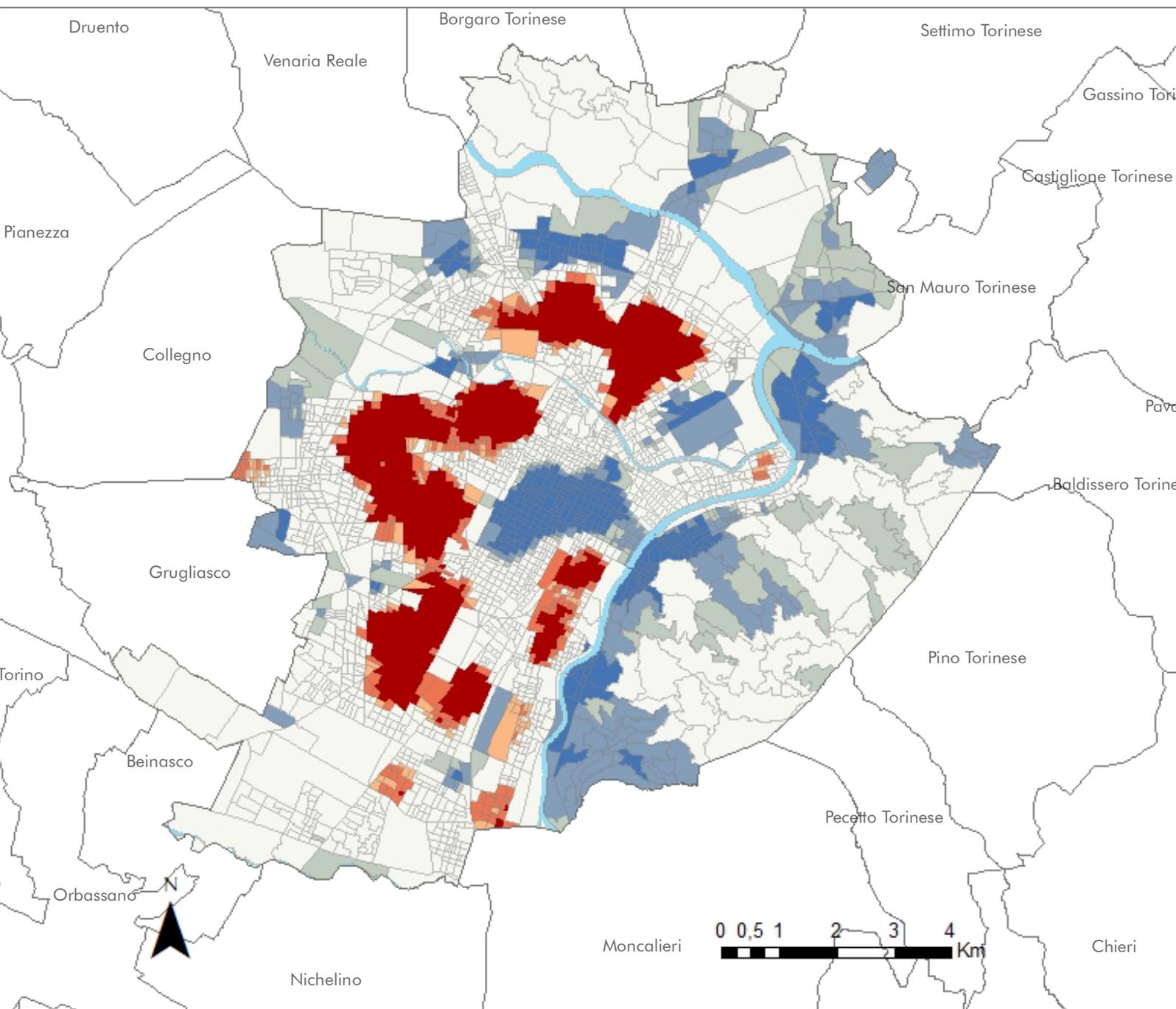
[ab/ha]



M1b. QUARTIERI



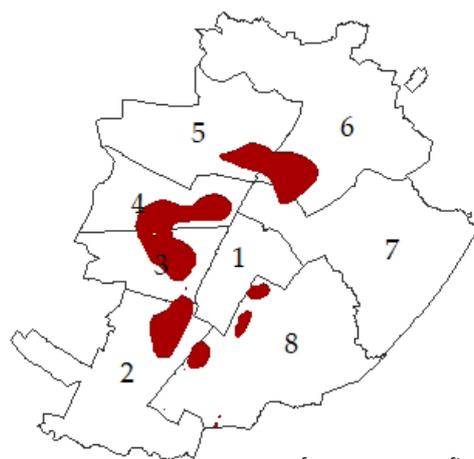
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore



M2. DISTRIBUZIONE DELLA DENSITA' DI POPOLAZIONE [HOTSPOT ANALYSIS]

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M2b. CIRCOSCRIZIONI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.1.2. AFFOLLAMENTO ABITATIVO

2.1.2.1. INTRODUZIONE

L'affollamento abitativo, misurato dall'omonimo indice, permette di calcolare il numero di persone che vive in un'abitazione per metro quadrato. L'operazione si effettua mediante il rapporto tra il numero dei componenti della famiglia che vive nell'abitazione a qualsiasi titolo e la superficie dell'abitazione. Nei casi in cui l'indice venga calcolato su aree estese con caratteristiche simili si possono utilizzare i valori medi per entrambi i casi (Openpolis, 2017). L'affollamento abitativo è un parametro che è stato correlato sia empiricamente che a livello modellistico (Bernhardt, 1995) al livello di mortalità per le malattie infettive ed è stato anche rapportato a condizioni di disagio psichico ed elevato stress (Ranson, 1988). Le ragioni sono facilmente deducibili, condizioni di sovraffollamento nelle unità abitative comportano una maggiore promiscuità tra individui ed a una marcata condivisione degli spazi che facilita la trasmissione di agenti patogeni. Per quanto riguarda la quantificazione di un parametro soglia l'indice di affollamento oltre il quale si può ragionevolmente ipotizzare un aumento della vulnerabilità epidemica si è fatto riferimento ad uno studio americano (U.S Department of Housing and Urban Development, 2007). Secondo gli autori, un parametro limite al di sotto di cui le condizioni possono essere definite di "overcrowding" possono essere stimate a circa 15 mq/abitante

ovvero 6,6 abitanti per 100 metri quadri. Questo parametro è stato utilizzato per mappare le aree della città di Torino (M3 e M3b).

2.1.2.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia sviluppata ha prodotto tre output cartografici. Nel primo (M3) è stato rappresentato l'indice di affollamento per la città di Torino misurato in abitanti per metro quadro. Il risultato è stato ottenuto dividendo il numero di componenti medi per famiglia con la superficie media delle abitazioni. Questi dati non sono disponibili direttamente, pertanto si sono raffinati progressivamente i dati ISTAT secondo la seguente procedura. In primo luogo, si è calcolato il numeratore, dato dal numero medio di componenti per famiglia, ottenibile dal rapporto tra dal campo PF2 (Famiglie residenti totale componenti – ISTAT) con il campo PF1 (Famiglie residenti totale – ISTAT). Successivamente si è cercato il denominatore, ovvero la superficie media per abitazione, ottenuta dal rapporto tra il campo A44 (Superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente – ISTAT) con il numero totale di unità abitative, ottenuto dalla somma dei campi A2, A3, A5 (rispettivamente le abitazioni occupate da almeno una persona residente, le abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti e altri tipi di alloggio occupati). Il risultato della divisione è stato infine moltiplicato per 100 per ottenere una miglio-

re leggibilità e i risultati ottenuti sono state rappresentati con una mappa di concentrazione. I valori sono stati divisi in cinque classi manualmente, mettendo in risalto il valore di 6 persone per 100 mq, considerato come critico. I risultati sono stati anche rappresentati in una mappa a simboli graduati (M3b), in cui le aree critiche sono rappresentate proporzionalmente alla dimensione dell'area della sezione di censimento. Per ottenere la terza cartografia (M4) si sono inizialmente estratti i valori superiori a quelli di soglia, questi sono stati estratti in un nuovo shapefile e poi sottoposti ad un'operazione di geoprocessing nota come hot spot analysis che permette di identificare i cluster spaziali statisticamente significativi (Geospatiality, 2016). Questi valori, contenuti nei campi +/-3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori +/-2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli +/-1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi. Permette quindi di restringere l'area delle sezioni con densità superiore alla soglia considerata a quelle sezioni statisticamente rilevanti.

2.1.2.3. RISULTATI

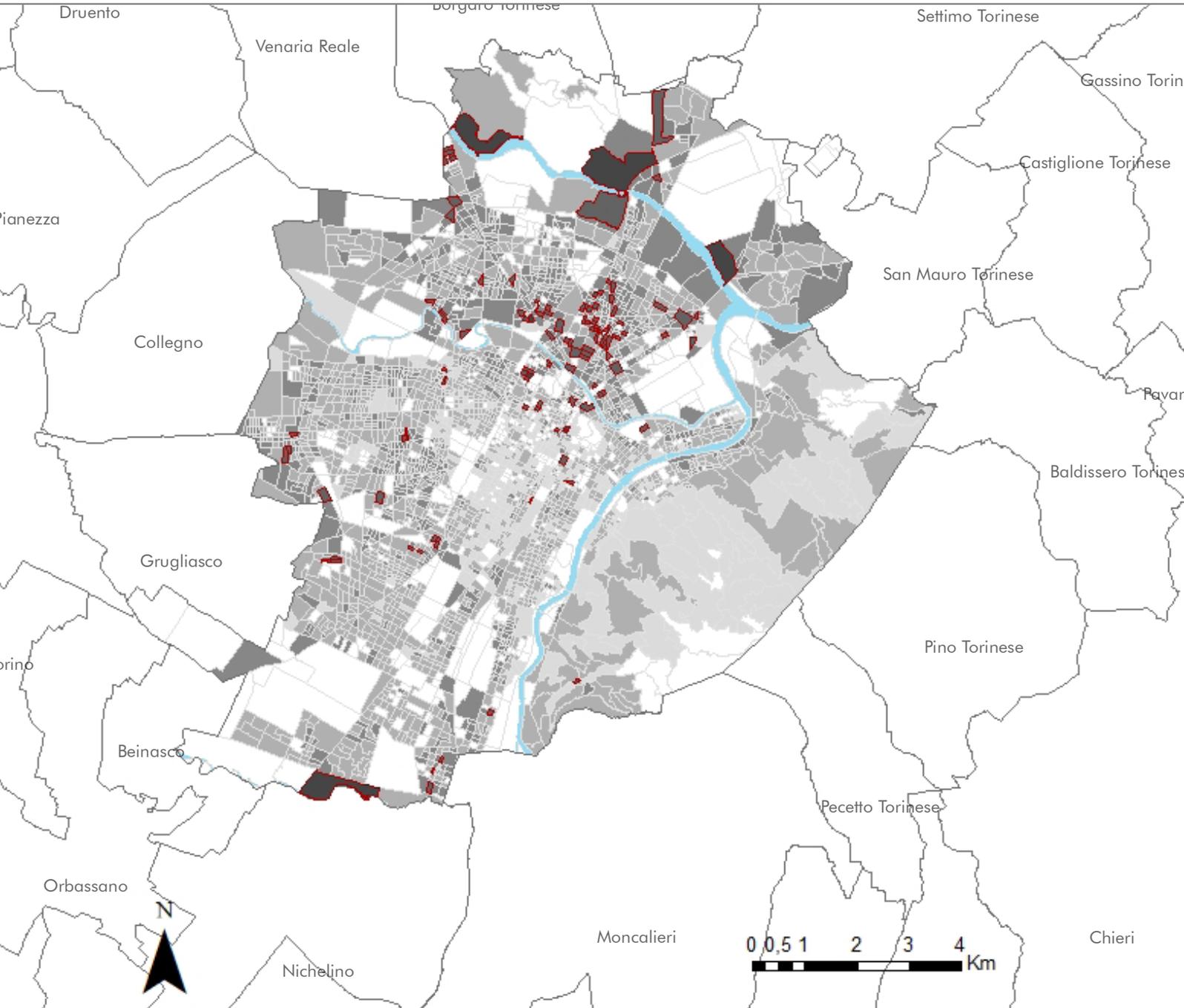
Dall'analisi hotspot emerge una netta concentrazione di sezioni con indici di affollamento elevati nei quadranti settentrionali della città. Le aree sono concentrate nei quartieri di Borgo Vittoria e

Barriera di Milano a cavallo tra la circoscrizione 5 e 6.

L'analisi è coerente con l'identità urbanistico-architettonica dell'area, caratterizzata da unità abitative aggregate in grandi condomini nati per ospitare le masse operai giunte a città a metà del XIX secolo per il "boom industriale". È possibile che l'elevato valore di affollamento dipenda sia dalla convivenza dei genitori con i figli e famiglie allargate oppure da famiglie di recente immigrazione che, insediatesi in aree meno centrali, abbiano creato il loro nucleo familiare, che è mediamente più numeroso di quello della popolazione autoctona (ISTAT, 2015). Emergono altri due cluster, uno a Mirafiori e il secondo lungo l'asse di via Nizza al confine tra Torino e Nichelino.

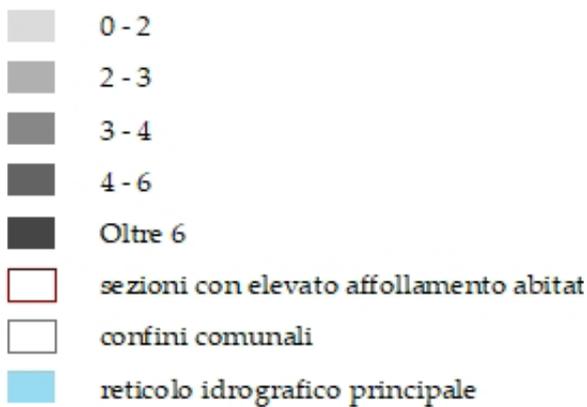
2.1.2.4. BIBLIOGRAFIA

- Bernhardt, E. M. (1995) 'Overcrowding and mortality from airborne infectious disease: The case of Stockholm 1895-1925', in *Swedish Urban Demography during Industrialization*, pp. 65-91. Available at: <http://umu.diva-portal.org/smash/record>.
- ISTAT (2015) 'Popolazione e famiglie', *Annuario Statistico Italiano 2015*, pp. 69-108.
- Openpolis (2017) L'affollamento della casa e il numero di figli in famiglia. Available at: <https://www.openpolis.it/numeri/laffollamento-della-casa-e-il-numero-di-figli-in-famiglia/> (Accessed: 19 October 2020).
- Ranson, R. P. (1988) Guidelines for healthy housing, WORLD HEALTH ORGANIZATION Regional Office for Europe.
- U.S Department of Housing and Urban Development (2007) 'Measuring overcrowding in housing', Office of Policy Development and Research, p. 38.

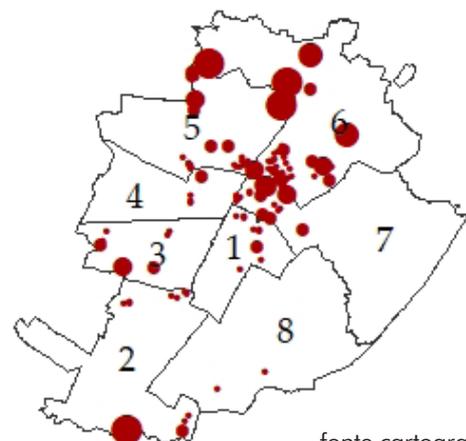


M3. INDICE DI AFFOLLAMENTO

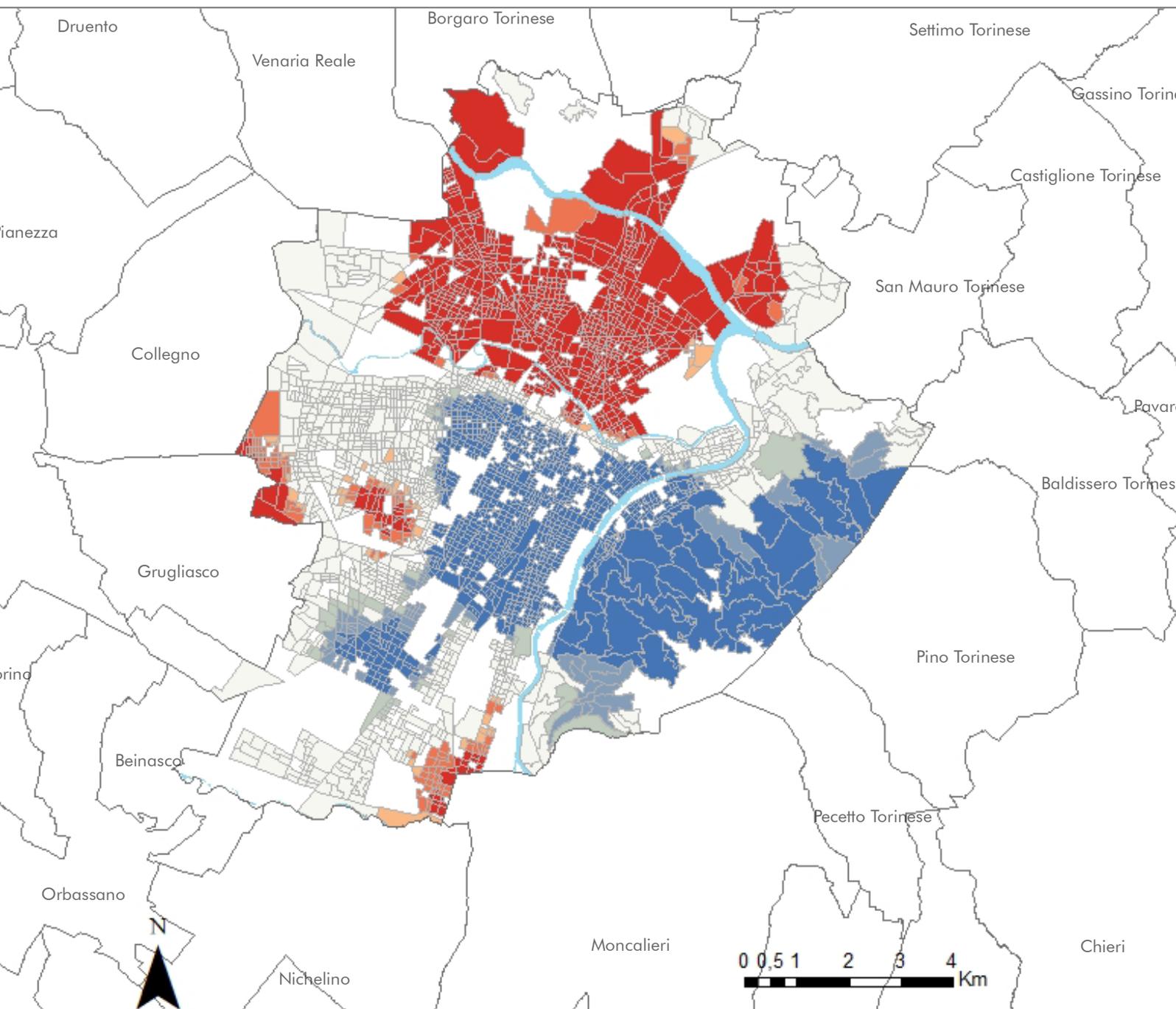
[ab/100 mq]



M3b. IND. AFF. (graduated symbols)



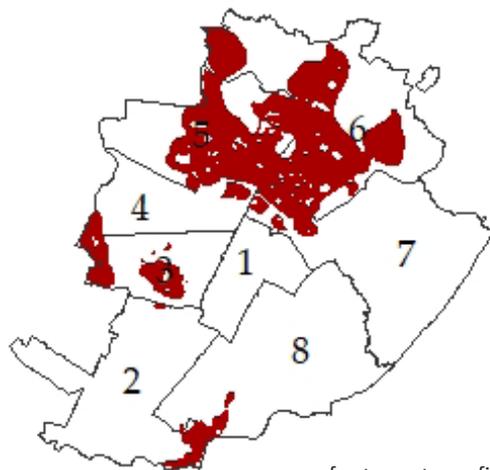
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore



M4. DISTRIBUZIONE DELL' INDICE DI AFFOLLAMENTO [HOTSPOT ANALYSIS]

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M4b. CIRCOSCRIZIONI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.1.3. ETA' DELLA POPOLAZIONE

2.1.3.1. INTRODUZIONE

La distribuzione spaziale della popolazione di età superiore ai 65 anni permette di incorporare nell'analisi dei fattori "demografici" un ulteriore elemento di vulnerabilità epidemica. L'età anagrafica può essere considerata un elemento determinante per quanto riguarda le dinamiche di contagio infettivo per diverse ragioni: biologiche, comportamentali, sociali e sanitarie (Doraiswamy et al., 2020). Sotto il profilo biologico una popolazione anziana è generalmente più soggetta a patologie secondarie e ad un generalizzato abbassamento delle difese immunitarie (Niccoli and Partridge, 2012), quindi ha maggiori probabilità di sviluppare forme sintomatiche o più gravi di alcune malattie, ergo maggiori probabilità di essere veicolo di infezione per altri e contribuire a diffondere i patogeni. Esistono poi ragioni comportamentali e sociali che aumentano i rischi, afferenti al fatto che la popolazione anziana ha spesso abitudini di vita che rimandano volontariamente o forzatamente (è il caso degli ospizi) ad una sfera più collettiva. Si può quindi supporre che le aree dove si concentrino elevate porzioni della popolazione anziana siano zone più vulnerabili ad alcuni tipi di contagio e si prestino più facilmente a diventare focolai. Per quanto riguarda l'aspetto quantitativo, la soglia di 65 anni come età limite oltre cui considerare la popolazione "anziana" è stata scelta essenzialmente per ragioni

di accessibilità ai dati statistici.

2.1.3.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia sviluppata per definire l'età della popolazione ha prodotto due output cartografici. Nel primo (M5) è stata rappresentata la distribuzione relativa della popolazione oltre i 65 anni nelle sezioni di censimento della città di Torino, misurata in abitanti over 65 su abitanti totali. Nello specifico, l'operazione ha previsto inizialmente un join tra lo shapefile georiferito delle sezioni di censimento e il database alfanumerico contenente le informazioni sulla popolazione. Successivamente si è effettuata la somma di tre campi del database P26, P27 e P28 che rispettivamente riportavano il numero della popolazione residente di età compresa tra 65-70, tra 70 e 75 e oltre 75 nelle singole sezioni (Istituto Nazionale di Statistica, 2015). La distribuzione di suddetto campo, denominato "totale popolazione residente over 65" è riportata nell'istogramma G1. Il valore ottenuto nel precedente passaggio è stato poi diviso per il campo P1 (popolazione residente totale), ricavando infine l'indicatore ricercato ("concentrazione di abitanti over 65"). Si è scelto un valore relativo invece di uno assoluto per tenere conto della dimensione della singola sezione, estremamente variabile a seconda della zona. Infine, si è creata la cartografia, ottenuta quantificando per colori graduati il campo della concentrazione degli over 65. La cartografia M6

riporta invece un'analisi hot spot del campo della distribuzione della popolazione residente >65. Per effettuarla si è sottoposto il predetto field ad un'operazione di geoprocessing nota come hot spot analysis che permette di identificare i cluster spaziali statisticamente significativi (Geospatiality, 2016). Questi valori, contenuti nei campi +/-3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori +/-2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli +/-1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi. Permette quindi di restringere l'area delle sezioni con densità superiore alla soglia considerata a quelle sezioni statisticamente rilevanti.

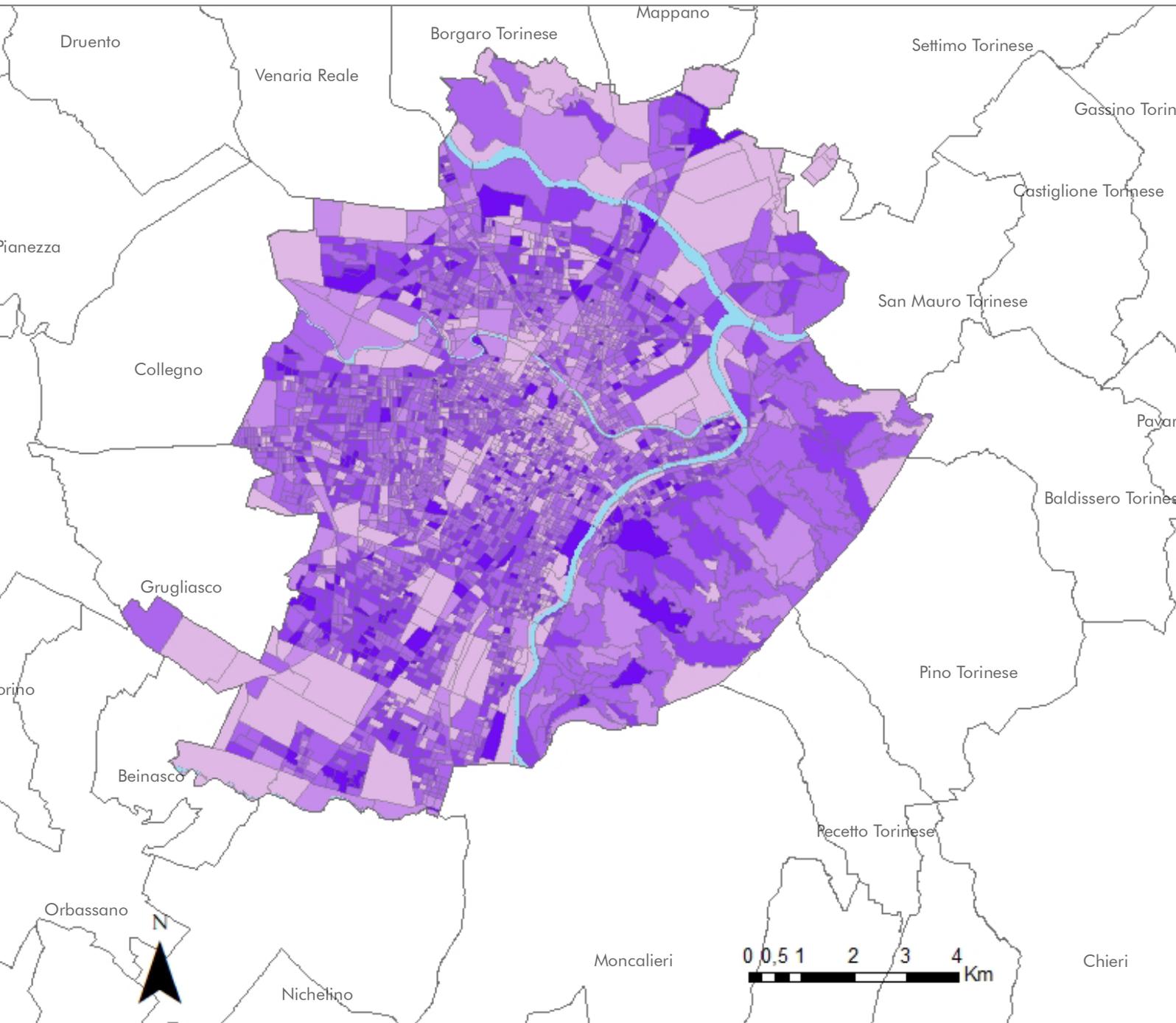
2.1.3.3. RISULTATI

Dall'analisi effettuata con l'hot spot analysis emerge una distribuzione della popolazione over 65 in cinque macro-aree disposte radialmente rispetto al centro di Torino. La principale, con estensione distintamente più elevata, è situata nel centro della circoscrizione 2 e nella parte meridionale della 1, in corrispondenza delle zone residenziali di Mirafiori e Santa Rita. La presenza di una concentrazione di popolazione "anziana" in quest'area è ammissibile considerando che si tratta di zone residenziali di origine popolare non investite da processi di ricambio generazionale e migratorio (Gullino, 2019). Gli altri cluster sono distribuiti omogeneamente nelle restanti circoscrizioni. Da notare come l'a-

nalisi faccia emergere bassi valori (quindi scarsa concentrazione di popolazione over 65) nel centro della città. Il fenomeno appare interessante e invita a ulteriori considerazioni sulle destinazioni d'uso (espansione del terziario e ricettivo in crocetta) e sui movimenti migratori (porta palazzo e Aurora) che hanno interessato le aree in questione negli ultimi 20 anni.

2.1.3.4. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Doraiswamy, S. et al. (2020) 'Respiratory epidemics and older people', *Age and Ageing*, (July), pp. 896–900. doi: 10.1093/ageing/afaa151.
- Geospatiality (2016) What is Hotspot Analysis? Available at: <https://glenbambrick.com/2016/01/21/what-is-hotspot-analysis/>.
- Gullino, V. (2019) *Ventesimo Rapporto «Giorgio Rota» su Torino*. Torino.
- Istituto Nazionale di Statistica (2015) 'Descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie per sezione di censimento Anni 1991, 2001, 2011', p. 27. Available at: <http://www.istat.it/it/files/2013/11/2015.04.28-Descrizione-dati-Pubblicazione.pdf>
<https://www.istat.it/it/files/2013/11/2015.04.28-Descrizione-dati-Pubblicazione.pdf>.
- Niccoli, T. and Partridge, L. (2012) 'Ageing as a risk factor for disease', *Current Biology*. Elsevier Ltd, 22(17), pp. R741–R752. doi: 10.1016/j.cub.2012.07.024.

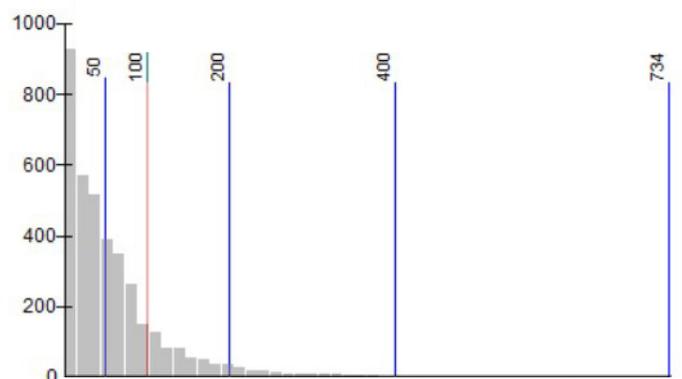


M5. CONCENTRAZIONE ABITANTI OVER 65

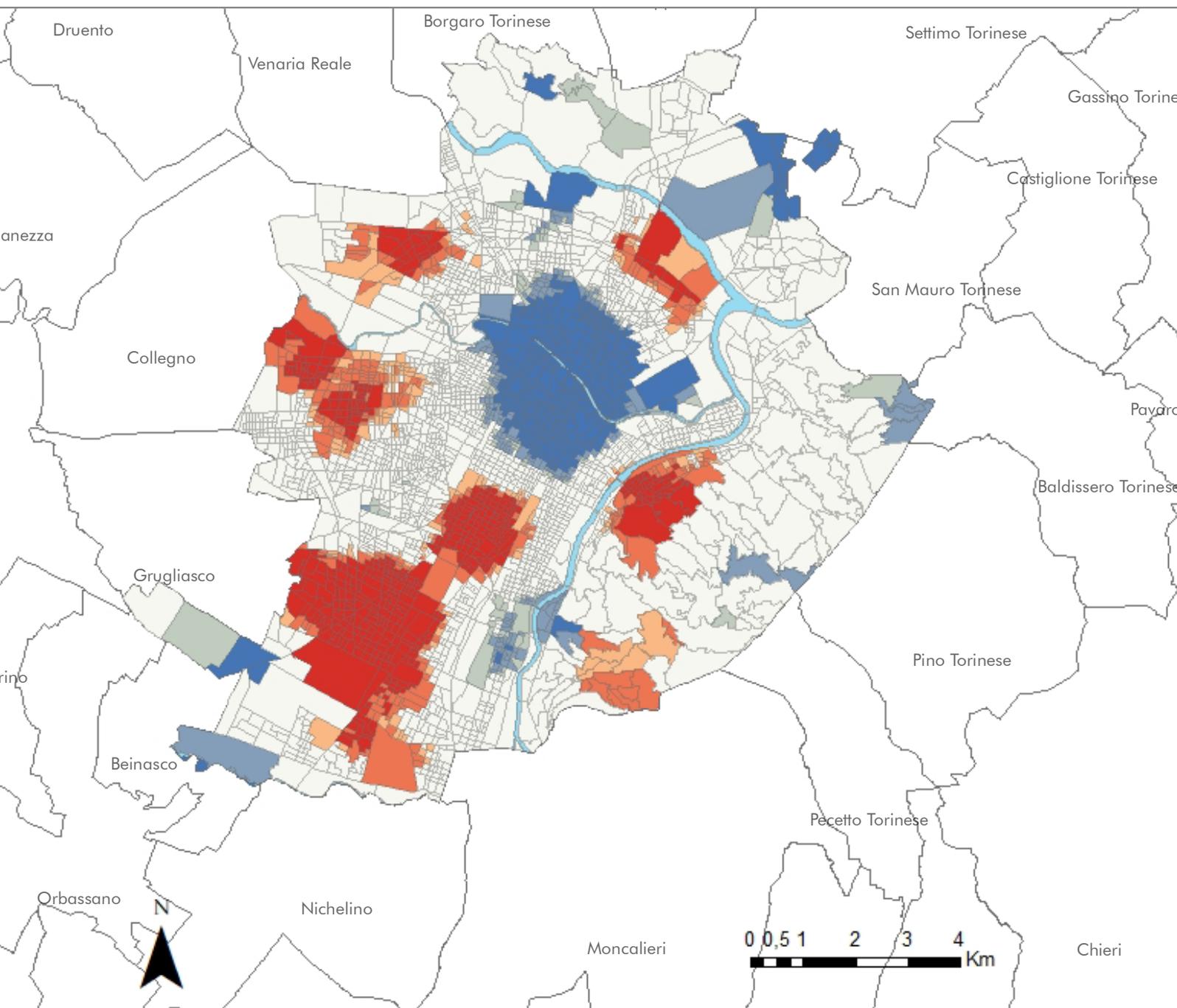
[ab>65/ab. tot.]

- 0,000000 - 0,073757
- 0,073758 - 0,188441
- 0,188442 - 0,275139
- 0,275140 - 0,389823
- 0,389824 - 1,000000
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

G1. DISTRIBUZIONE DI ABITANTI PER SEZIONE DI CENSIMENTO



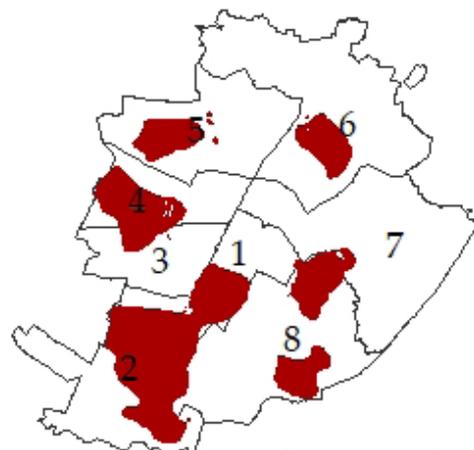
fonte cartografia e grafico:
elaborazione dell'autore



**M6. DISTRIBUZIONE DELLA
INDICE DI AFFOLLAMENTO
[HOTSPOT ANALYSIS]**

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M6b. CIRCOSCRIZIONI



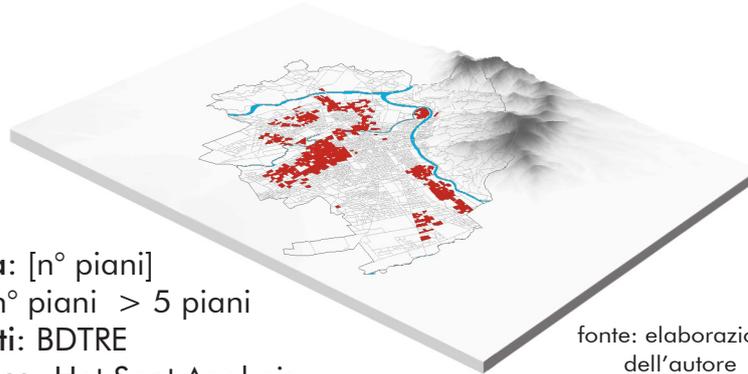
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.2. ELEMENTI MORFOLOGICI

Questa tipologia di elementi individua quelle caratteristiche, attinenti alla "struttura" dell'ambiente

costruito, che abbiano direttamente o indirettamente un'influenza sulla vulnerabilità epidemica.

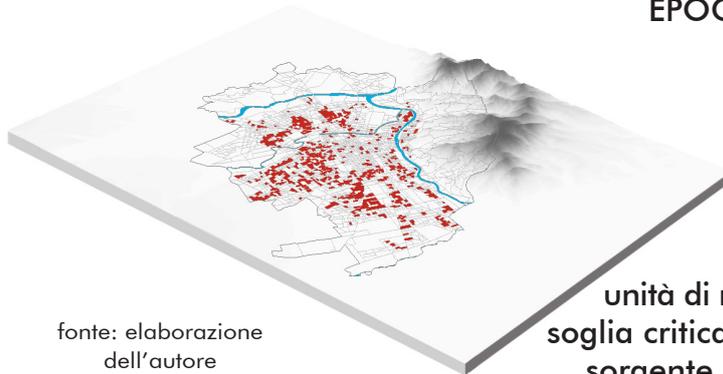
ALTEZZA DEGLI EDIFICI



unità di misura: [n° piani]
 soglia critica: n° piani > 5 piani
 sorgente di dati: BDTRE
 metodo statistico: Hot Spot Analysis

fonte: elaborazione dell'autore

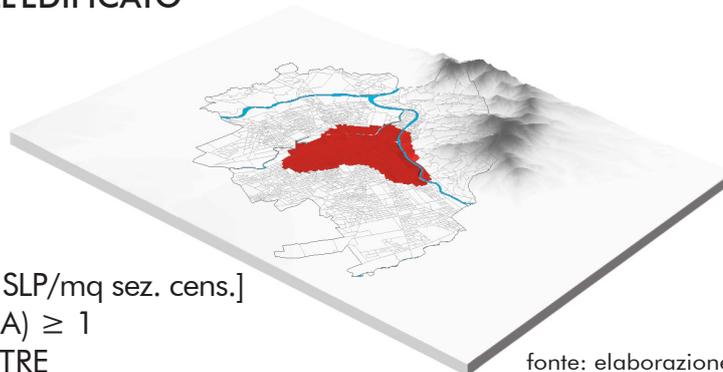
EPOCA DI COSTRUZIONE



fonte: elaborazione dell'autore

unità di misura: [periodo costr.]
 soglia critica: costr. tra 1950-1990
 sorgente di dati: Città di Torino
 metodo statistico: Kernel Density

COMPATTEZZA DELL'EDIFICATO



unità di misura: [mq SLP/mq sez. cens.]
 soglia: Gi index (HSA) ≥ 1
 sorgenti di dati: BDTRE
 metodo statistico: Hot Spot Analysis (HSA)

fonte: elaborazione dell'autore

2.2.1. ALTEZZA DEGLI EDIFICI

2.2.1.1. INTRODUZIONE

Non è possibile affermare che il parametro dell'altezza di un edificio sia direttamente responsabile di una maggiore vulnerabilità epidemica. Tuttavia, emerge da alcuni studi (Li, Duan, et al., 2005) (Hung et al., 2006), come ad una maggiore altezza corrisponda generalmente una serie di corollari strutturali che possono aumentare la probabilità di sviluppo o di diffusione di un'epidemia. In particolare, è stato sottolineato (Li, Huang, et al., 2005) come negli edifici multipiano ci sia generalmente una maggiore presenza di spazi e attrezzature comuni quali ascensori, lavanderie, impianti di aerazione, riscaldamento e sistemi di scarico. Queste aree, utilizzate quotidianamente da un numero sufficientemente alto di individui, possono diventare senza adeguata manutenzione e sanificazione, hotspot di diffusione per agenti infettivi. L'altezza può quindi essere considerata un parametro di vulnerabilità epidemica in quanto "proxy" per diversi elementi strutturali che sono diretta conseguenza della distribuzione interna negli edifici multipiano. Si può quindi supporre che le aree dove si concentrino edifici oltre una certa altezza siano zone più vulnerabili ad alcuni tipi di contagio e si prestino più facilmente a diventare focolai. Per quanto riguarda l'aspetto quantitativo, la soglia che si è scelta come critica è stata di 5 piani, che corrispondono all'incirca a 15/20 metri. Il parametro è stato

scelto in quanto rappresentativo di una quota parte del parco edilizio torinese e si basa principalmente sulla conoscenza pregressa della situazione edilizia della città, pertanto non si configura come valore universale ma come calato nel contesto specifico.

2.2.1.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia applicata ha previsto un'analisi effettuata in ambiente GIS che ha prodotto due output cartografici. Nel primo (M7) si può osservare una spazializzazione dell'altezza degli edifici per la città di Torino misurata in numero di piano. Il risultato è stato ottenuto tramite la categorizzazione quantitativa del campo altezza verticale dello shapefile "ed_vol" contenuto nella BDTre vettoriale del comune di Torino. Il dato contenuto nel dataset riporta l'altezza in metri, per ottenere il numero di piani si è diviso ogni singolo valore associato agli edifici per tre. Questo perché indicativamente si è ritenuta tale l'altezza media di un piano. La cartografia M8 riporta invece un'analisi hot spot dei soli piani che superavano il valore soglia di 5. Per effettuarla si sono inizialmente selezionati (utilizzando la funzione "select by attributes") e poi esportati (funzione "export data") tutti i valori con n° piani > 5. Questi sono stati sottoposti ad un'operazione di geoprocessing nota come hot spot analysis che permette di identificare i cluster spaziali statisticamente significativi (Geospatiality, 2016). Questi valori, contenuti nei campi

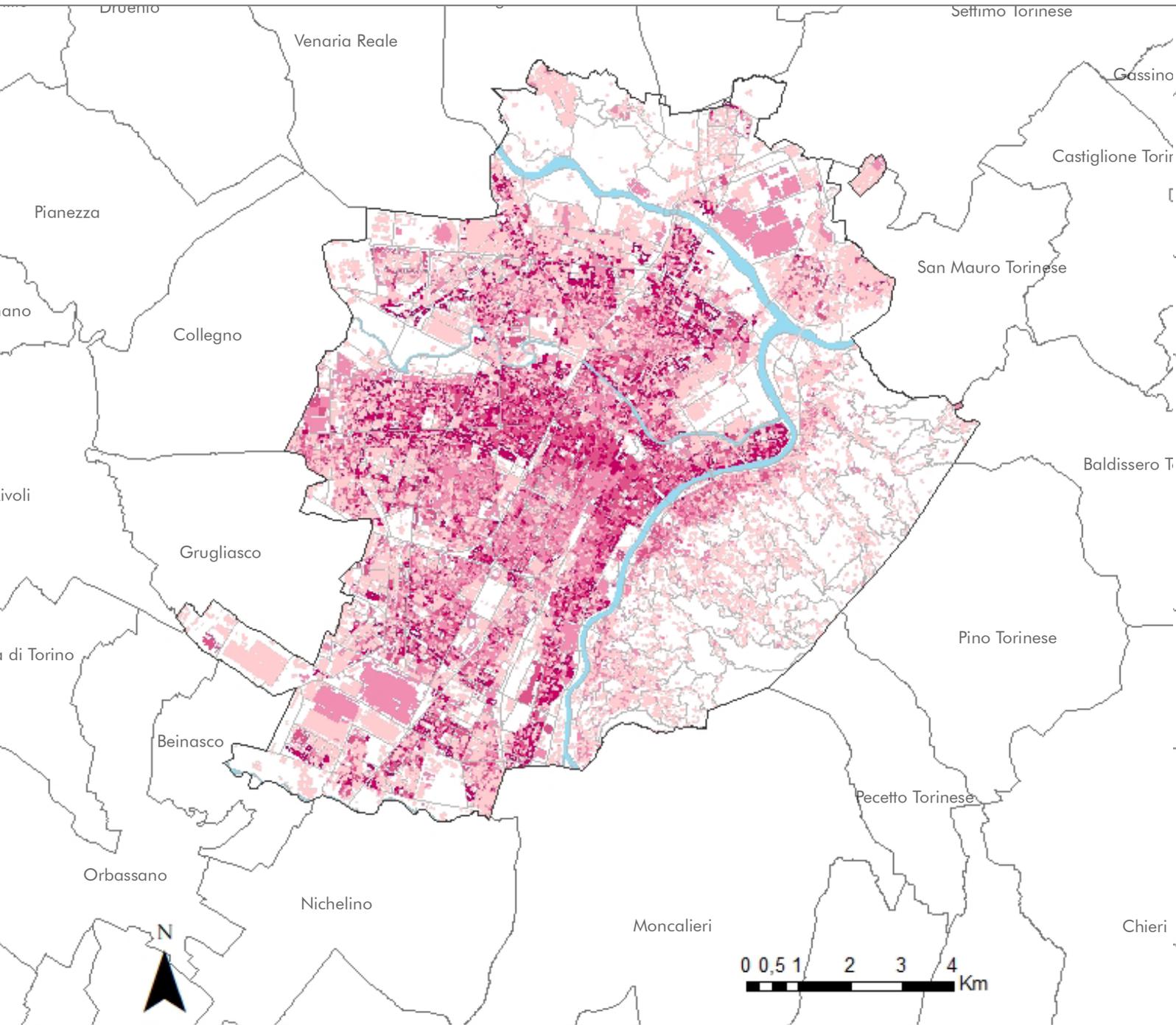
+/-3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori +/-2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli +/-1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi.

2.2.1.3. RISULTATI

Dall'analisi effettuata con l'hot spot analysis emerge una distribuzione eterogenea degli edifici con più di 5 piani. Si individuano 4 macro-cluster distinti. Il principale, con estensione e densità distintamente più elevata, è situato nel centro della circoscrizione 2, in corrispondenza dei quartieri residenziali di San Donato e Campidoglio. La presenza di edifici multipiano è coerente considerando che si tratta di zone residenziali di matrice novecentesca costruite utilizzando materiali moderni e destinate ad ospitare la popolazione durante fasi espansive della città. (Degiani, 2013). Un secondo cluster è localizzato nella parte settentrionale della città e si sviluppa a spirale attorno alla zona del quartiere Aurora. Anche in questo contesto i risultati sono coerenti, il parco edilizio è stato costruito in altezza per massimizzare la densità vista l'epoca di boom demografico (Gullino, 2019). Di minore importanza appaiono invece i cluster nella zona Est, a ridosso della collina nei pressi di C.so Belgio e quello della zona a Sud, sviluppato in lunghezza tra il fiume Po e l'asse viario di via Nizza.

2.2.1.4. BIBLIOGRAFIA

- Degiani, S. (2013) Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
- Geospatiality (2016) What is Hotspot Analysis? Available at: <https://glenbambrick.com/2016/01/21/what-is-hotspot-analysis/>.
- Gullino, V. (2019) Ventesimo Rapporto «Giorgio Rota» su Torino. Torino.
- Hung, H. C. K. et al. (2006) 'Industrial experience and research into the causes of SARS virus transmission in a high-rise residential housing estate in Hong Kong', *Building Services Engineering Research and Technology*, 27(2), pp. 91–102. doi:10.1080/14362440601145000.
- Li, Y., Duan, S., et al. (2005) 'Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens', *Indoor Air*, 15(2), pp. 96–111. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x.
- Li, Y., Huang, X., et al. (2005) 'Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong', *Indoor Air*, 15(2), pp. 83–95. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x.



M7. ALTEZZA DEGLI EDIFICI

n° piani]

0 - 3

3 - 5

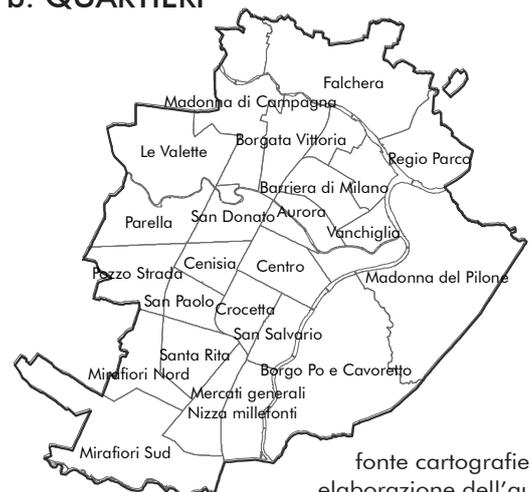
5 - 7

> 7

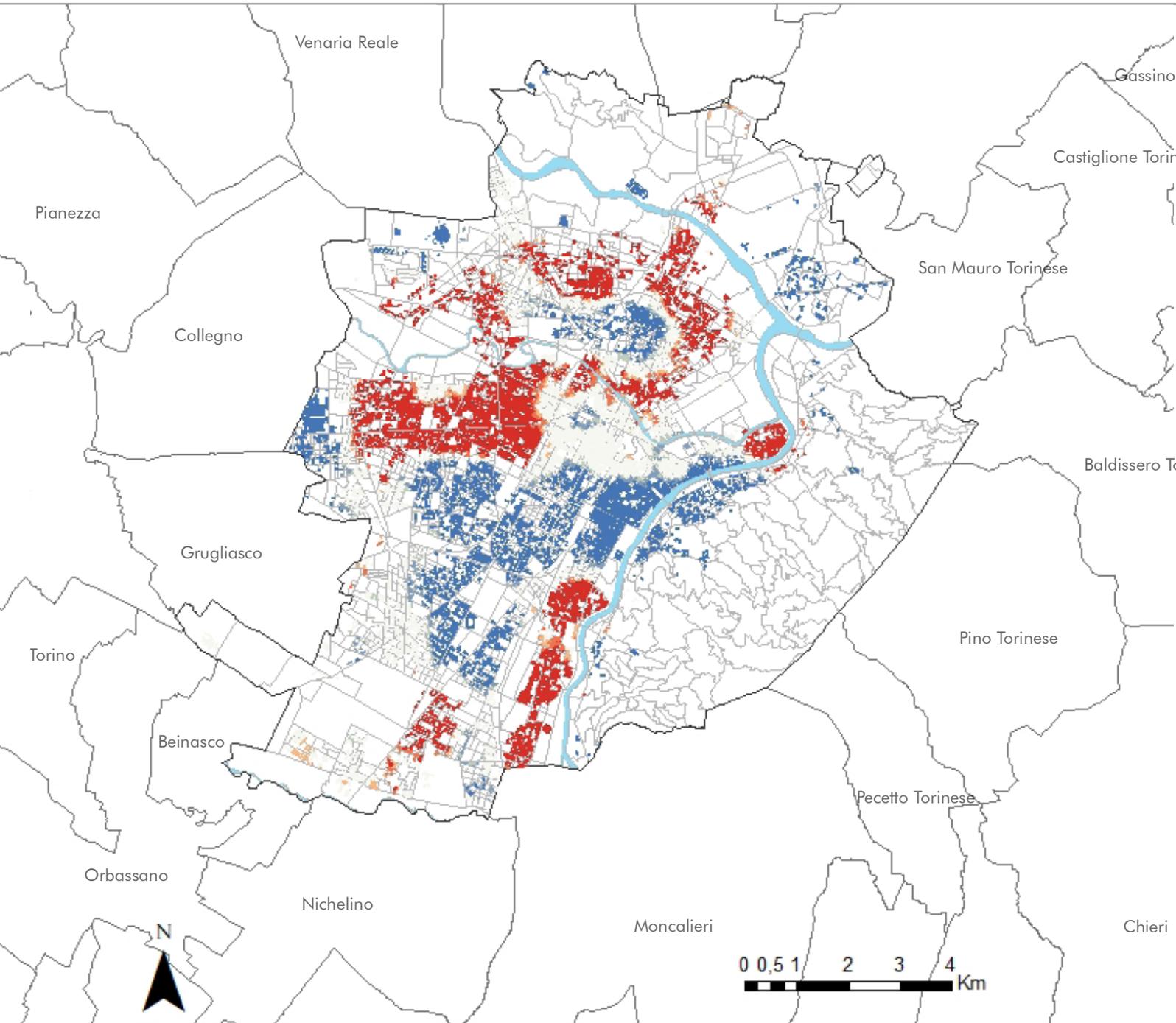
confini comunali

reticolo idrografico principale

M7b. QUARTIERI



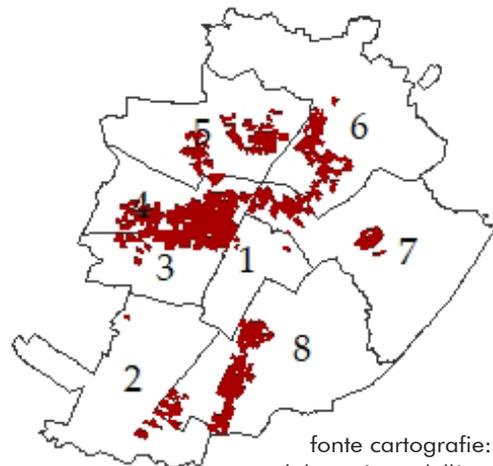
fonte cartografica:
elaborazione dell'autore



M8. DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI OLTRE 5 PIANI [HOTSPOT ANALYSIS]

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M8b. CIRCOSCRIZIONI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.2.2. EPOCA DI COSTRUZIONE

2.2.2.1. INTRODUZIONE

L'età di un edificio non influisce direttamente sulla vulnerabilità epidemica in un contesto urbano. Tuttavia, emerge da alcuni studi (Li, Huang, et al., 2005) come lo stato di manutenzione di un manufatto edilizio sia rilevante ai fini di valutare la probabilità di sviluppo o di diffusione di un'epidemia. In particolare, è stato sottolineato (Li, Duan, et al., 2005) come spesso una manutenzione scarsa o inesistente aumenti la probabilità di malfunzionamenti nelle componenti infrastrutturali di appartamenti e case singole, come il sistema di aerazione, riscaldamento o scarico. Queste infrastrutture possono, con il passare del tempo, diventare veicoli di diffusione per agenti infettivi (Lau et al., 2004). L'età degli edifici è solo una delle cause del degrado strutturale, tuttavia caratterizzandosi come condizione "necessaria e sufficiente", può essere valutata come un parametro "proxy" di vulnerabilità epidemica. Si può quindi supporre che le aree dove si concentrino edifici di un certo periodo di costruzione siano zone più vulnerabili ad alcuni tipi di contagio e si prestino più facilmente a diventare focolai. L'intervallo che si è scelto come critico è quello che comprende gli edifici costruiti tra il 1950 e il 1990. Gli edifici antecedenti a questo periodo si suppone siano stati ristrutturati almeno una volta e quindi siano rinnovati sotto il profilo degli impianti di servizio,

quelli successivi (1991-oggi) invece siano ancora troppo recenti per avere una generale condizione di degrado.

2.2.2.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia applicata è stata sviluppata in ambiente GIS ed ha prodotto due output cartografici. Nel primo (M9) si può osservare una spazializzazione dell'età degli edifici per la città di Torino misurata in periodo di costruzione. Il risultato è stato ottenuto tramite la categorizzazione quantitativa del campo "epoca edifici" dello shapefile contenuto nel dataset "epoca edifici" ottenuto presso il centro LARTU del Politecnico di Torino. Il dato contenuto nel dataset riporta il periodo di costruzione organizzato in 9 categorie: prima del 1918, 1919-1945, 1946-60, 1961-70, 1971-80, 1981-90, 1991-2000, 2001-05, oltre 2005. Nella seconda cartografia (M10) è riportata la concentrazione degli edifici rispetto all'unità cartografica delle sezioni di censimento. L'obiettivo è quello di mostrare quali sezioni hanno una quota parte superiore al 15% della superficie occupata da edifici costruiti tra il 1950 e il 1990. In primo luogo, si è effettuato uno "spatial join, ONE TO MANY" tra il layer degli edifici 1950-1990 con quello delle sezioni di censimento, facendo attenzione a tenere solo i campi relativi alle superfici. In secondo luogo, si sono eliminati i campi contenenti valori nulli e poi si sono esportati i dati con un'operazione

di “geoprocessing” (dissolve), impostando un’opzione statistica di somma (SUM) sul campo area. Ottenute le rispettive aree su una stessa tabella degli attributi si è calcolata la percentuale. La figura M10.b riporta i risultati con una metodologia di analisi Kernel, capace di rendere in maniera sintetica la densità delle circoscrizioni con edifici costruiti tra il 1950 e il 1990.

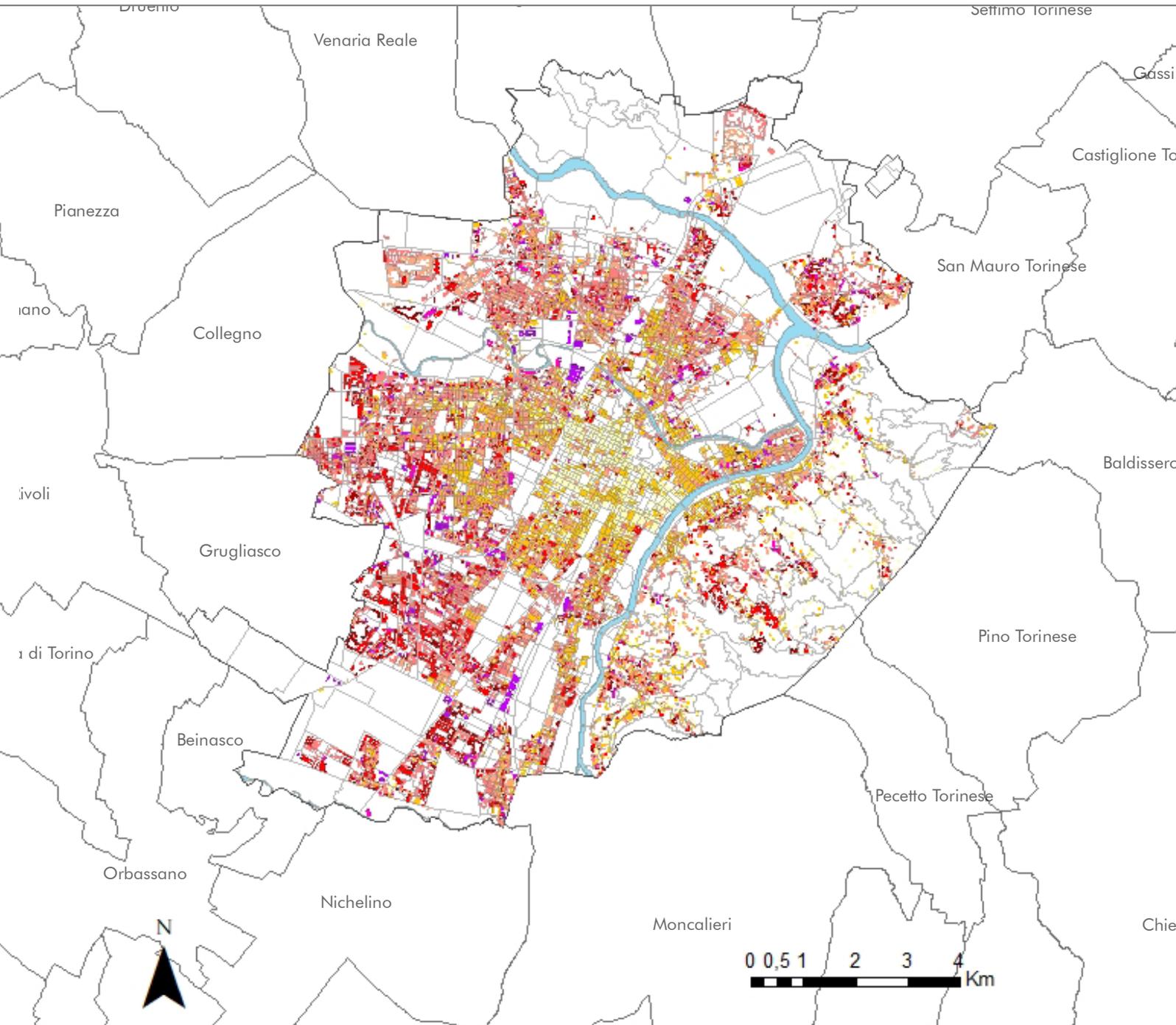
2.2.2.3. RISULTATI

Dall’analisi effettuata emerge una distribuzione degli edifici costruiti nel periodo considerato, radiale rispetto al centro della città. Dalla cartografia M11.b si individuano 3 aree di concentrazione distinte. La principale, è situata a cavallo delle circoscrizioni 3-4-5 e si estende fino alla 6 e alla 2.

Il cluster è localizzato nella parte occidentale della città e si sviluppa linearmente lungo i principali assi viari (c.so Francia in primis). I risultati sono coerenti, il parco edilizio è stato costruito negli anni del boom demografico come riportato da alcune fonti (Degiani, 2013). Una seconda area si trova in corrispondenza dei quartieri Barriera di Milano e Borgo Vittoria. La presenza di edifici costruiti nel periodo 1959-1990 è nuovamente coerente con questa distribuzione spaziale, considerando che si tratta di zone residenziali sorte per ospitare la popolazione operaria durante fasi espansive della città. Di minore importanza appaiono invece i cluster lungo il fiume Po, la cui epoca di costruzione è presumibilmente anteriore al range analizzato.

2.2.2.4. BIBLIOGRAFIA

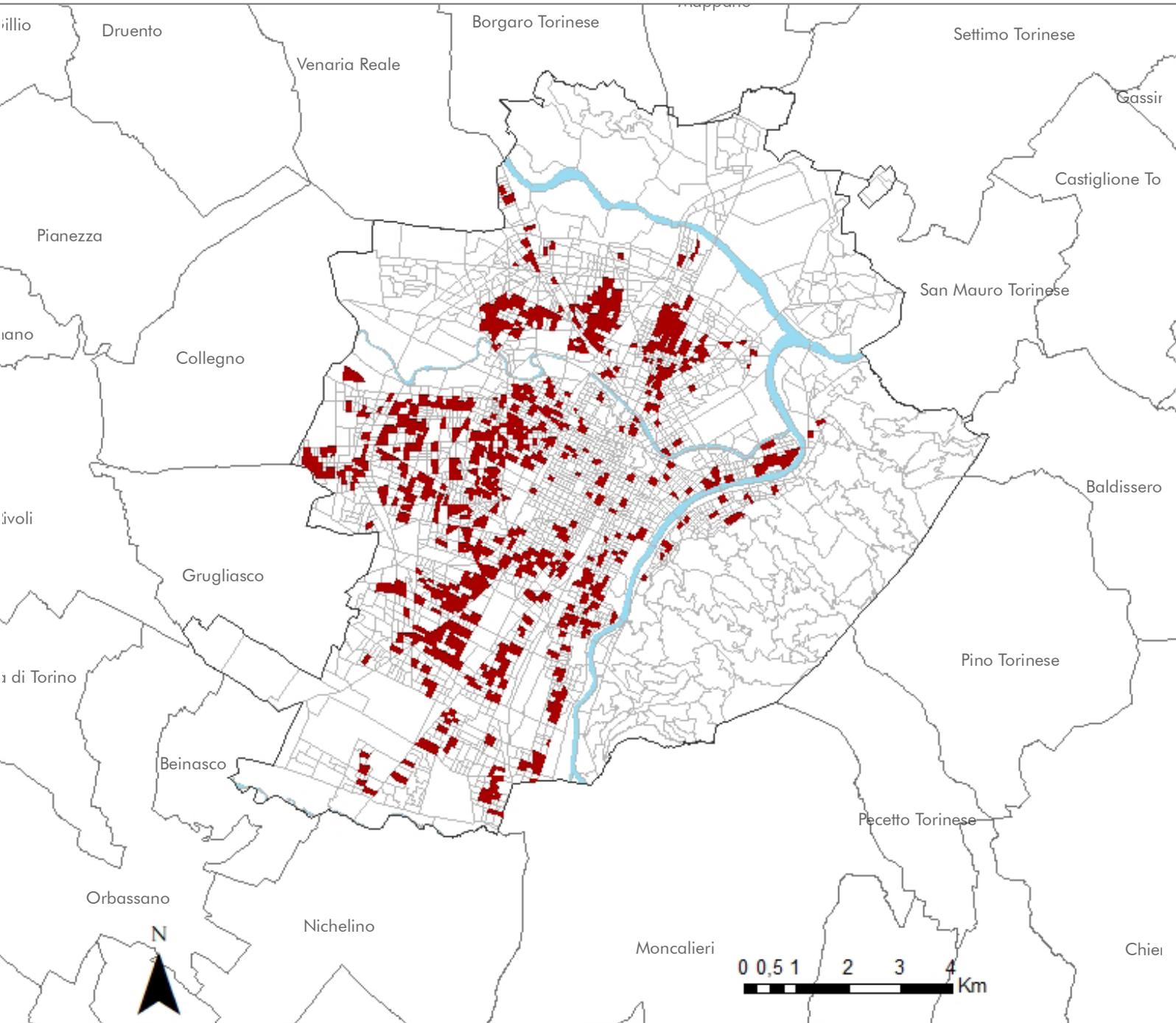
- Degiani, S. (2013) Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
- Lau, J. T. F. et al. (2004) ‘SARS Transmission, Risk Factors, and Prevention in Hong Kong’, *Emerging Infectious Diseases*, 10(4), pp. 587–592. doi: 10.3201/eid1004.030628.
- Li, Y., Duan, S., et al. (2005) ‘Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens’, *Indoor Air*, 15(2), pp. 96–111. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x.
- Li, Y., Huang, X., et al. (2005) ‘Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong’, *Indoor Air*, 15(2), pp. 83–95. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x.



**M.9 EPOCA DI COSTRUZIONE
DEGLI EDIFICI**

[periodo di costruzione]

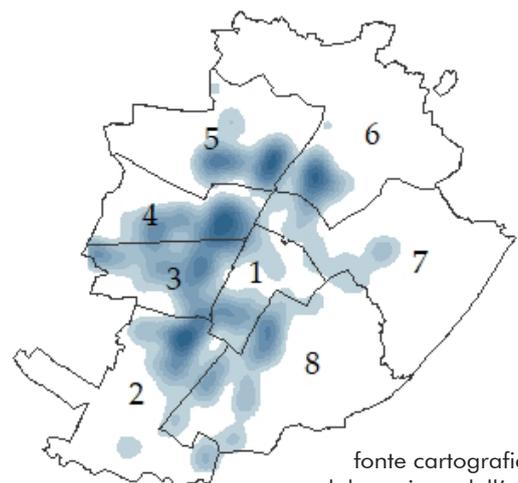
- | | | | | | |
|---|-------------|---|--------------|---|----------------------|
|  | 1919 - 1945 |  | 1981 - 1990 |  | confini comunali |
|  | 1946 - 1960 |  | 1991 - 2000 |  | reticolo idrografico |
|  | 1961 - 1970 |  | 2001 - 2005 | | |
|  | 1971 - 1980 |  | Dal 2006 | | |
| | |  | Fino al 1918 | | |



▲ M.10 SEZIONI DI CENSIMENTO CON EDIFICI RISALENTI AL PERIODO 1950-1990

- sezioni con edifici risalenti al periodo 1950-1990
- sezioni di censimento
- reticolo idrografico principale
- confini comunali

M10b. KERNEL DENSITY DELLE SEZIONI ►



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.2.3. SVILUPPO COMPATTO

2.2.3.1. INTRODUZIONE

Per sviluppo compatto si intende in questa sede il rapporto tra la superficie lorda di pavimento destinata a scopi residenziali (SLP), produttivi o per servizio, con la superficie delle sezioni di censimento. L'indicatore, derivato da quello proposto nella guida GBC quartieri, permette di verificare sinteticamente quanto è denso l'edificato in una determinata area. Una maggiore densità edilizia corrisponde da un lato a una maggiore conservazione delle aree agricole e degli habitat naturali e il territorio. Inoltre l'edificato compatto aumenta la vivibilità, l'efficienza dei trasporti e la pedonabilità, riducendo la necessità di utilizzare l'automobile. Ai fini di un'analisi di vulnerabilità epidemica può tuttavia influire negativamente su fattori come l'aerazione, l'illuminazione e la densità di contatti. Per quanto riguarda l'aerazione, è stato dimostrato (Li, Huang, et al., 2005) come un edificato compatto (e sviluppato in altezza) riduca la circolazione dell'aria e possa in alcune occasioni (Snowden, 1995) creare condizioni insalubri. L'illuminazione è anche un fattore molto importante in quanto i raggi solari diretti hanno un'azione sterilizzante su molti microrganismi dannosi (Littlefair, 2001). Infine, maggiore la densità di edifici in una determinata area maggiore la possibilità di contatti tra individui, ergo maggiore trasmissibilità di agenti infettivi. In Italia, queste norme sono state introiettate sin

nelle prime leggi urbanistiche ed oggi sono rispettate quasi ovunque. Conseguentemente, essendo l'analisi sviluppata su Torino si è deciso di non fissare una "soglia" (anche la più restrittiva sarebbe comunque entro i parametri di ragionevole sicurezza) ma si è semplicemente mappata l'area dove l'indice Gi dell'analisi hot spot era maggiore di 1, questo ad indicare semplicemente una maggiore distribuzione spaziale della compattezza.

2.2.3.2. METODOLOGIA APPLICATA

Il processo sviluppato in ambiente GIS ha prodotto due cartografie. Nella mappa M12 è riportato l'indice di compattezza dell'edificato normalizzato. Il risultato è stato ottenuto derivando dal campo altezza e area degli edifici la Superficie Lorda di Pavimento. Questo ha permesso di tenere conto dell'elemento verticale che è necessario considerare quando si analizza la densità edilizia. Lo shapefile con gli edifici riportanti quest'informazione è stato unito tramite "spatial join" a quello delle sezioni di censimento, per il quale si erano precedentemente calcolate le aree. Il rapporto tra i due ha permesso di ottenere un nuovo campo su cui si sono ottenuti i valori cercati. Come ultimo passaggio si sono normalizzati i risultati dei campi e si sono spazializzati per quantità ottenendo la cartografia M12. La cartografia M13 riporta invece un'analisi hot spot di tutte le sezioni di censimento. In questo

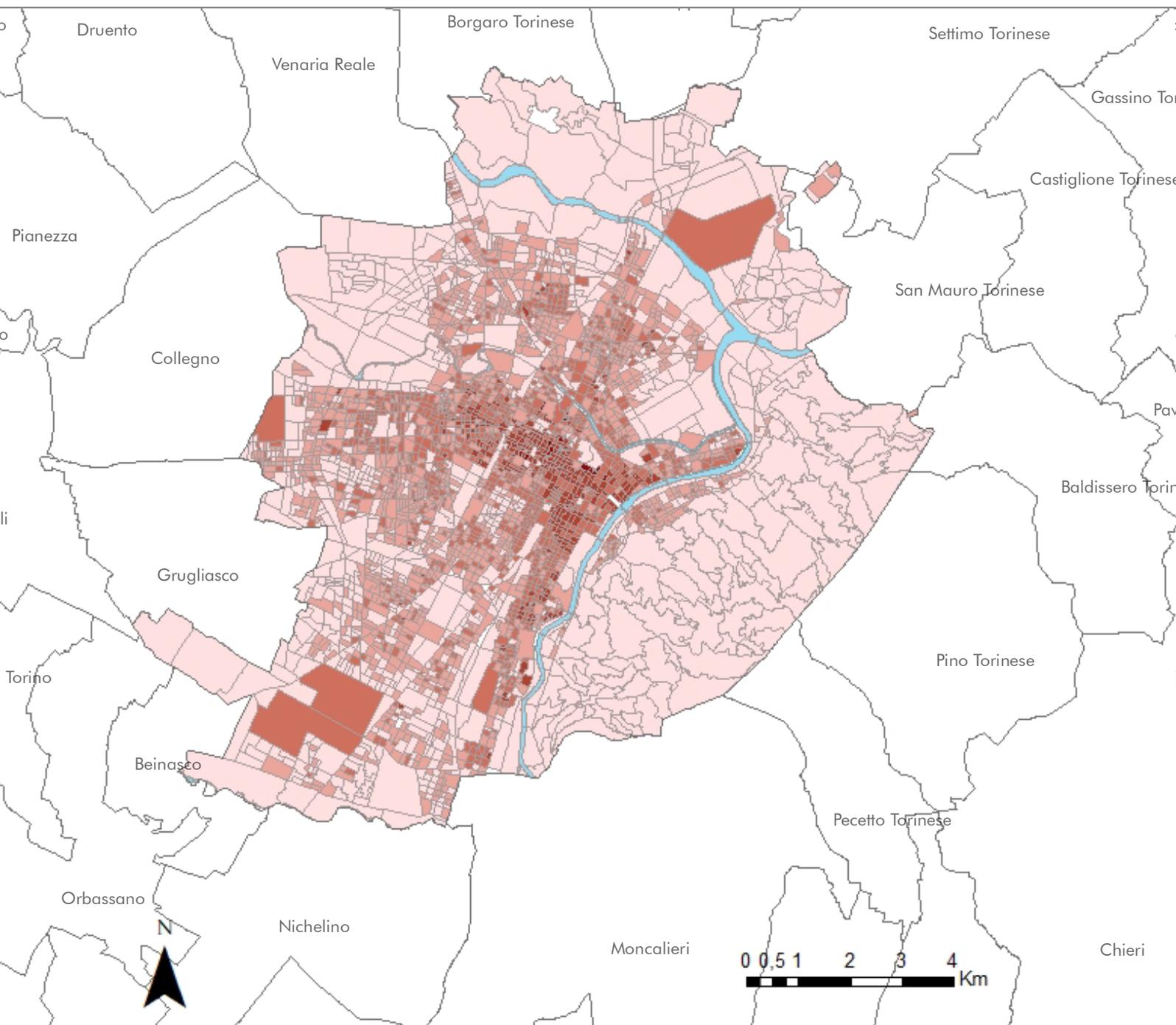
modo è stato possibile far risaltare i cluster spaziali statisticamente significativi. Questi valori, contenuti nei campi +/-3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori +/-2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli +/-1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi.

2.2.3.3. RISULTATI

Dall'analisi effettuata emerge una distribuzione della compattezza concentrata in un solo grande cluster coincidente grossomodo con il centro della città. L'area si estende su più di metà della circoscrizione 1 (Centro) e si estende a Nord verso il quartiere Aurora, a Est verso Borgo Po, a sud verso San Salvario e Ovest verso San Paolo. I risultati sono coerenti con le aspettative e si nota come corrispondano alle zone entro confini della città ottocentesca e delle sue prime espansioni. Le ragioni per cui lo sviluppo compatto è polarizzato e concentrato nell'area centrale sono molteplici (Degiani, 2013). In primo luogo, questa parte di città non fu progettata per l'automobile e quindi strade e spazi sono molto più stretti. Inoltre, la città in queste aree era cinta da mura e si è sedimentata per secoli prima di espandersi. Infine, va considerato come la morfologia edilizia rispecchiasse necessità abitative radicalmente diverse da quelle attuali.

2.2.3.4. BIBLIOGRAFIA

- Degiani, S. (2013) *Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino*. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
- Snowden, F. M. (1995) *Naples in the time of Cholera, 1884-1911*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Littlefair, P. (2001) 'Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment', *Solar Energy*, 70(3), pp. 177-185. doi: [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00099-2](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00099-2).
- Li, Y., Huang, X., et al. (2005) 'Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong', *Indoor Air*, 15(2), pp. 83-95. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x.
- GBC Ecoquartieri (2015) 'Scheda Punteggio. Per progettare, realizzare e riqualificare aree e quartieri sostenibili'. Available at: http://gbcitalia.org/documents/20182/22088/poggio+GBC+Quartieri_2015.pdf/1293ef36-fd13-41a9-9494-57cc894a582f.

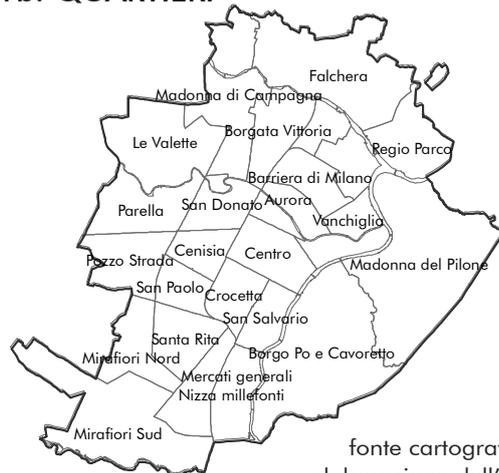


M11. INDICE NORMALIZZATO DI COMPATTEZZA DELL'EDIFICATO

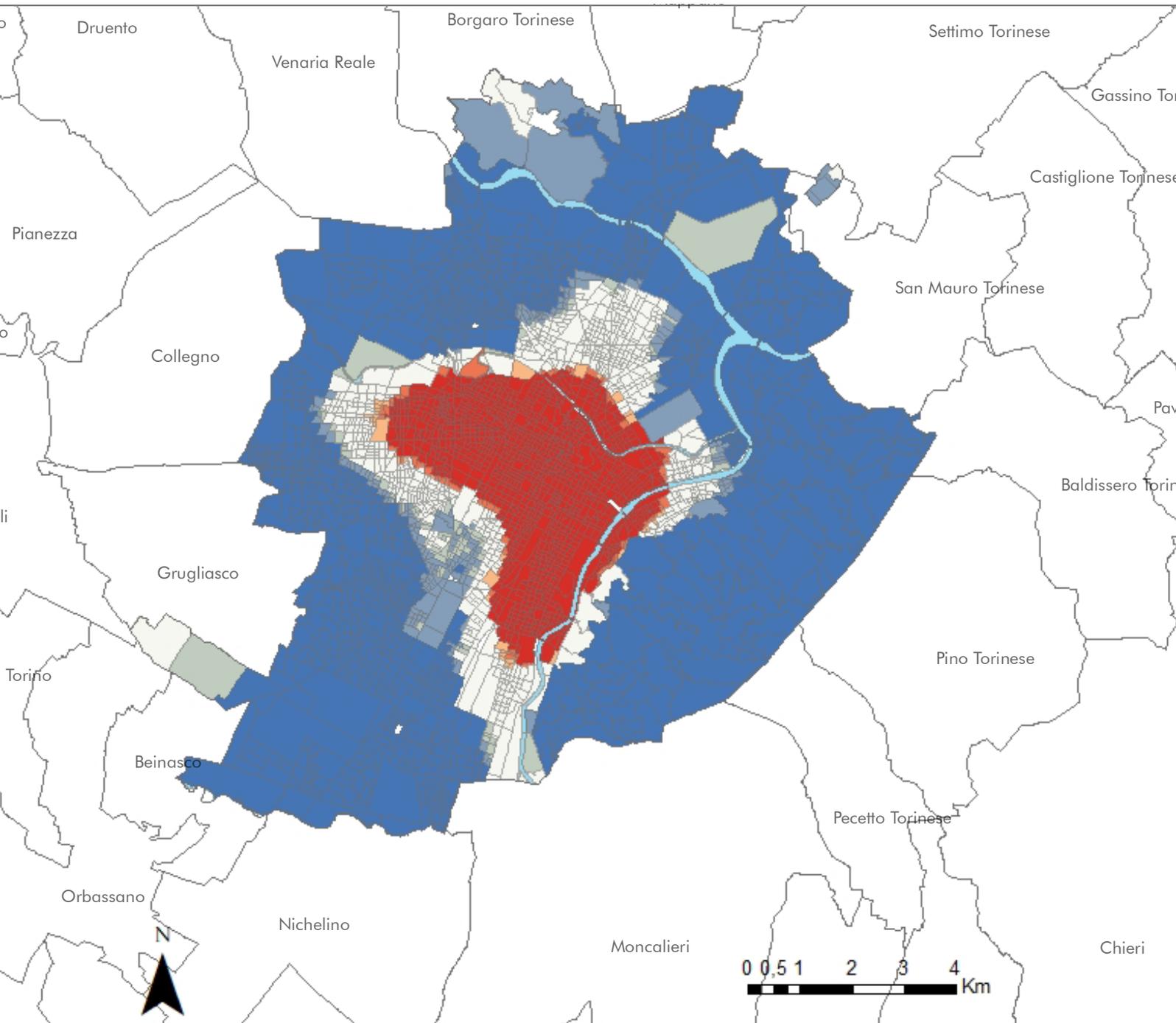
[mq SLP/mq sez. cens.]

- 0,000012 - 0,078871
- 0,078872 - 0,151773
- 0,151774 - 0,239767
- 0,239768 - 0,482825
- 0,482826 - 1,000000
- confini comunali
- sezioni di censimento
- reticolo idrografico principale

M11b. QUARTIERI



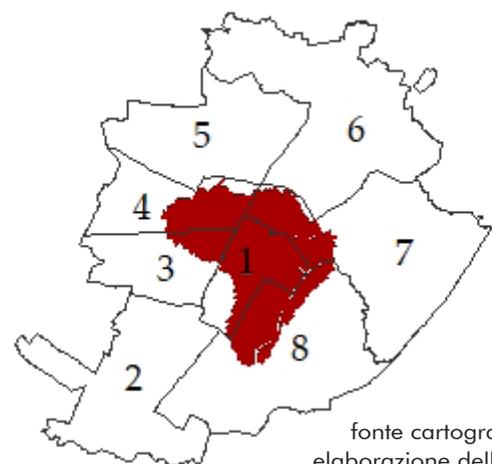
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore



M.12 DISTRIBUZIONE DELL'EDIFICATO COMPATTO [HOTSPOT ANALYSIS]

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M12b. CIRCOSCRIZIONI



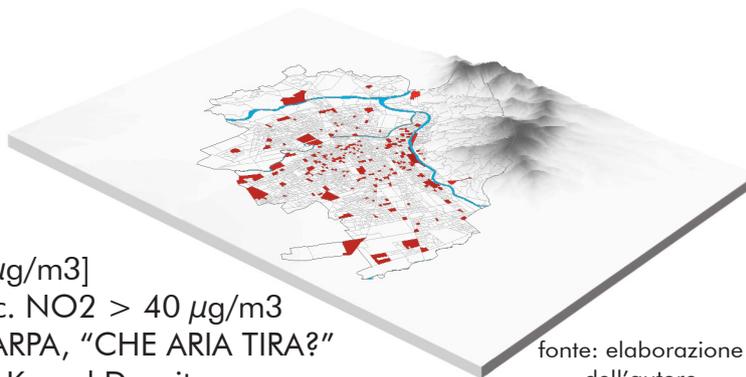
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.3. ELEMENTI AMBIENTALI

Questa tipologia di fattori individua quelle caratteristiche ambientali e/o ecosistemiche di un contesto

urbano che abbiano direttamente o indirettamente un'influenza sulla vulnerabilità epidemica.

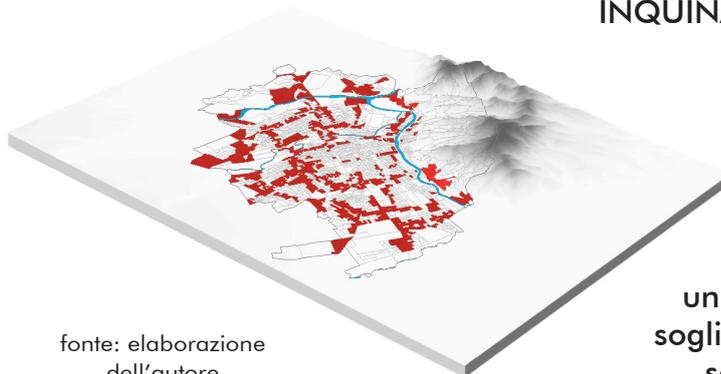
INQUINAMENTO ATMOSFERICO



unità di misura: [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
soglia critica: conc. $\text{NO}_2 > 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
sorgente di dati: ARPA, "CHE ARIA TIRA?"
metodo statistico: Kernel Density

fonte: elaborazione dell'autore

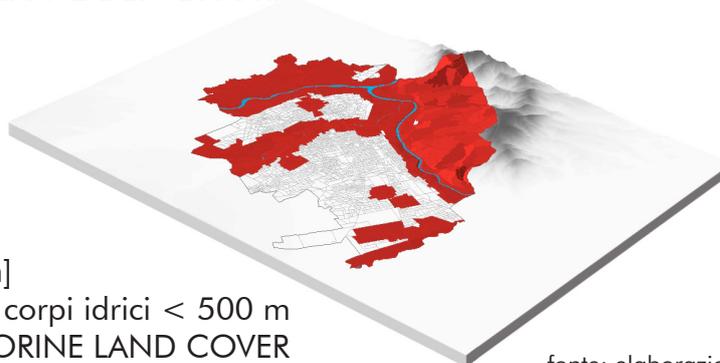
INQUINAMENTO ACUSTICO



fonte: elaborazione dell'autore

unità di misura: [db (A)]
soglia critica: dB (A) > 80
sorgente di dati: ARPA
metodo di calcolo: Buffer

AREE DI RIPRODUZIONE DEI VETTORI



unità di misura: [m]
soglia: distanza da corpi idrici < 500 m
sorgenti di dati: CORINE LAND COVER
metodo di calcolo: Buffer

fonte: elaborazione dell'autore

2.3.1. INQUINAMENTO ATMOSFERICO

2.3.1.1. INTRODUZIONE

Esistono diversi studi scientifici effettuati sia dall'Organizzazione Mondiale della Sanità che da altri enti di ricerca (Andersen et al., 2011) (WHO Regional Office for Europe, 2000) in cui si è dimostrata una correlazione tra alcuni eventi, quali maggior tasso di mortalità e ricoveri ospedalieri, l'abbassamento delle difese immunitarie e la maggiore probabilità di contrarre patologie con sintomi respiratori, con l'esposizione a breve e lungo termine a diversi inquinanti presenti nell'aria. Esiste quindi un legame tra la vulnerabilità di una popolazione ad un generico patogeno con il grado di inquinamento a cui la stessa popolazione è sottoposta. Sebbene la regolamentazione delle soglie massime di concentrazione dei principali tipi di inquinanti atmosferici (come monossido di carbonio, biossido d'azoto, particolato totale sospeso, ozono, il biossido di zolfo, ecc) sia regolata da strette normative, è noto come spesso questi valori siano superati e i costi sociali non internalizzati da chi li produce (Pallavidino et al., 2011). Nella presente analisi si è scelto di mappare la concentrazione di biossido di azoto (NO₂) e di usarlo come "rappresentante" anche degli altri inquinanti. Le ragioni della scelta risiedono nel fatto che l'NO₂ è considerato uno degli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, provocando specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari, sia perché provo-

ca una serie di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di altre sostanze inquinanti (ozono), generando il cd. "smog fotochimico". Infine, contribuisce alla formazione delle piogge acide e all'accumulo di nitrati nel suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali. Gli ossidi di azoto sono generati in tutti i processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico...) quando viene utilizzata aria come comburente (Città metropolitana di Torino, ARPA Piemonte and Piemonte, 2019)

2.3.1.2. METODOLOGIA APPLICATA

Le elaborazioni riportate nelle pagine seguenti sono state effettuate in ambiente GIS con lo scopo di mappare le aree che superavano la soglia di concentrazione massima dell'inquinante stabilita per legge (40 µg/m³). La cartografia M.13. individua la distribuzione delle stazioni di monitoraggio e le relative concentrazioni di NO₂ su base annuale. Il dato è stato ottenuto tramite elaborazione dei risultati del progetto "CHE ARIA TIRA?", un'iniziativa di "monitoraggio civico della qualità dell'aria" promossa dal Comitato Torino Respira nell'area metropolitana torinese (Comitato Torino Respira, 2020). Il progetto distribuisce kit di misurazione degli inquinanti e offre un webGIS basato sulla piattaforma "google maps" in modo da restituire le informazioni sulle concentrazioni. Per lavorare sui dati si è inizialmente scaricata la mappa del 2019 in formato KLM,

successivamente si sono convertite le informazioni in formato tabellare .xls e poi .csv. Il file ottenuto contiene anche le informazioni dei valori medi annuali di NO₂ e quello delle coordinate di longitudine e latitudine dei punti in cui si è effettuata la misurazione. La cartografia M.14 individua le sezioni di censimento dove si trovano le stazioni di monitoraggio che in cui si è superata la soglia di concentrazione di NO₂ indicata per legge di 40 µg/m³. L'operazione è stata effettuata con uno "spatial join" che ha permesso di trasportare le informazioni puntuali su uno shapefile areale. Nella cartografia M.14b gli stessi valori sono invece elaborati con un'operazione statistica detta "kernel density" che permette di riconoscere pattern attraverso una stima di densità negli spazi metrici e quindi di dare utili informazioni sulla distribuzione dei valori più elevati.

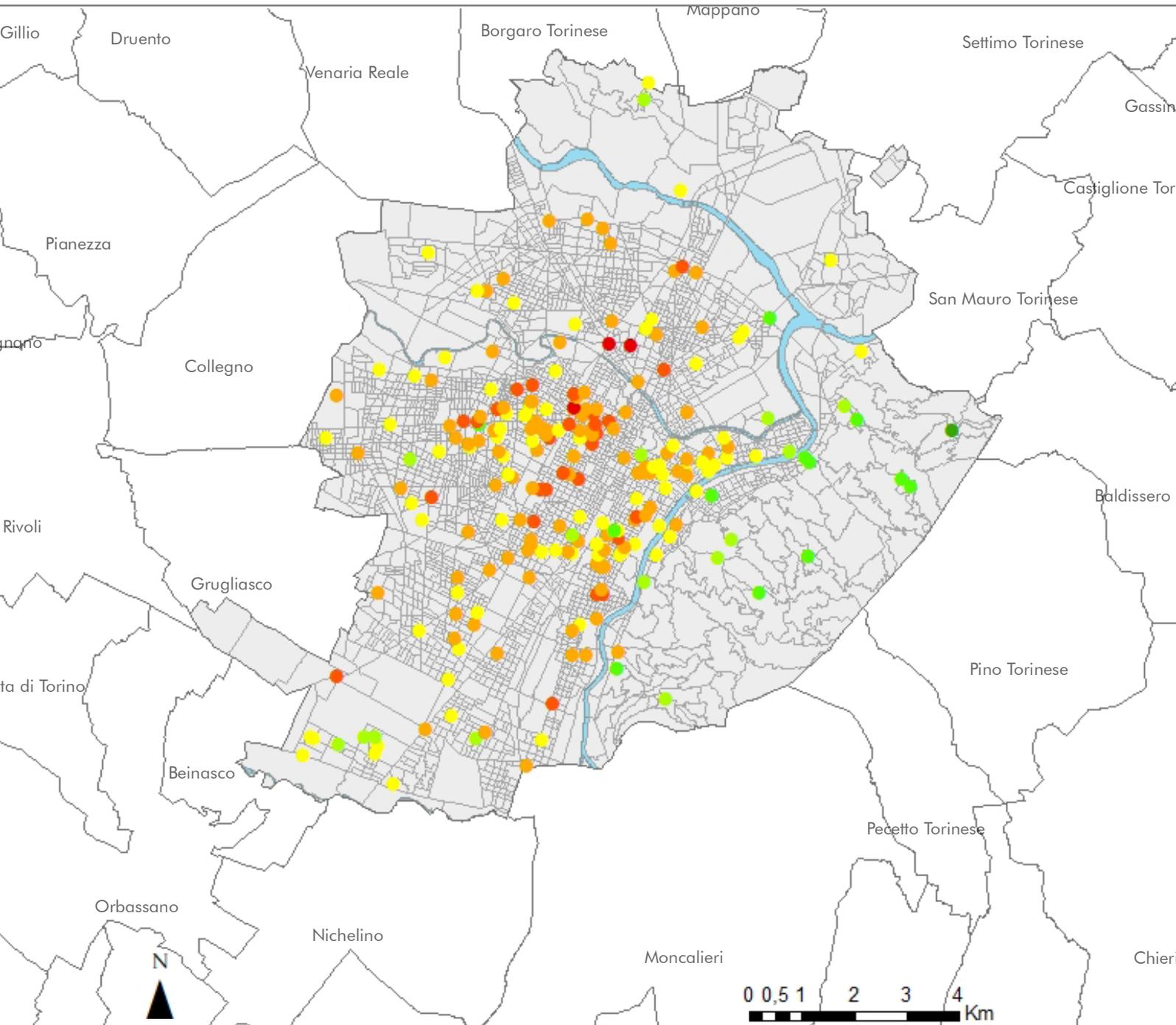
2.3.1.3. RISULTATI

Analizzando i dati emerge come le zone con le maggiori concentrazioni di NO₂ siano distribuite in modo omogeneo sul territorio torinese, infatti 5 delle 8 circoscrizioni hanno punti di monitoraggio con valori considerati critici. Nello specifico, solo il 16% dei siti campionati non presenta rischi per la salute (secondo i valori delle soglie ex lege), mentre il restante 84% "mostra rischi di aumento della mortalità per individui oltre i 30 anni che vanno dal 5,5% a oltre il 16%" (Penna, 2019). Inoltre, il 91% dei siti campionati ha concentrazioni superiori al limite di legge di 40 µg/m³ su base mensile (Comitato Torino Respira, 2020). Molti di questi sono localizzati pres-

so arterie stradali con traffico molto intenso quali via Cigna, Corso Principe Oddone, Piazza Baldissera, Corso Dante, via del Carmine, via Bligny, corso San Martino, Corso Regina Margherita, Corso Duca degli Abruzzi e via Duchessa Jolanda (Penna, 2019). Le aree dove le concentrazioni sono minori sono localizzate presso le aree verdi o la collina, spiccano per la qualità dell'aria Strada Comunale di Mongreno, via Lavazza, Tetti Bertoglio, Strada Alberoni, via Sant'Anselmo, via San Sebastiano da Po, e piazza Sofia. In generale, i valori più bassi sono localizzati sempre fuori Torino.

2.3.1.4. BIBLIOGRAFIA

- Andersen, Z. J. et al. (2011) 'Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: A cohort study', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 183(4), pp. 455–461. doi: 10.1164/rccm.201006-0937OC.
- Città metropolitana di Torino, ARPA Piemonte and Piemonte, C. (2019) *Uno sguardo all'aria 2019*. Torino.
- Comitato Torino Respira (2020) "CHE ARIA TIRA?" Available at: <https://www.torinorepira.it/cheariatira/> (Accessed: 16 November 2020).
- Pallavidino, L. et al. (2011) *Modellistica Della Qualità Dell'Aria Nell'Area Metropolitana Torinese - Relazione Conclusiva*.
- Penna, A. (2019) *Qualità dell'aria a Torino: le strade più inquinate e quelle dove si respira*, TorinoToday. Available at: <https://www.torinotoday.it/green/dati-inquinamento-che-aria-tira-2019.html/> (Accessed: 18 November 2020).
- WHO Regional Office for Europe (2000) '7.1. Nitrogen dioxide', in *Air Quality Guidelines*. Copenhagen. doi: 10.1016/j.ichas.2014.01.008.



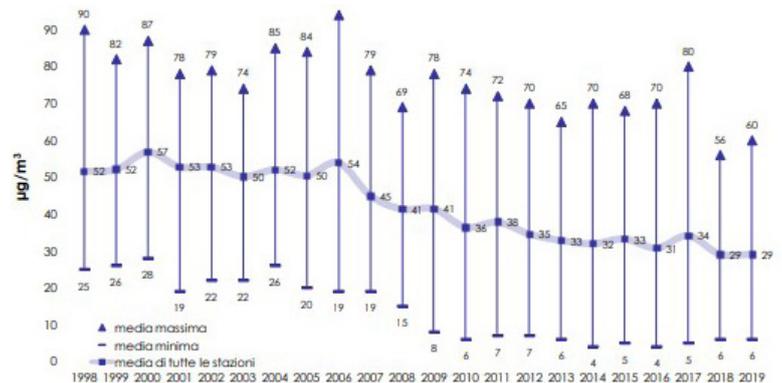
M.13 CONCENTRAZIONE ANNUA DI NO2

[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

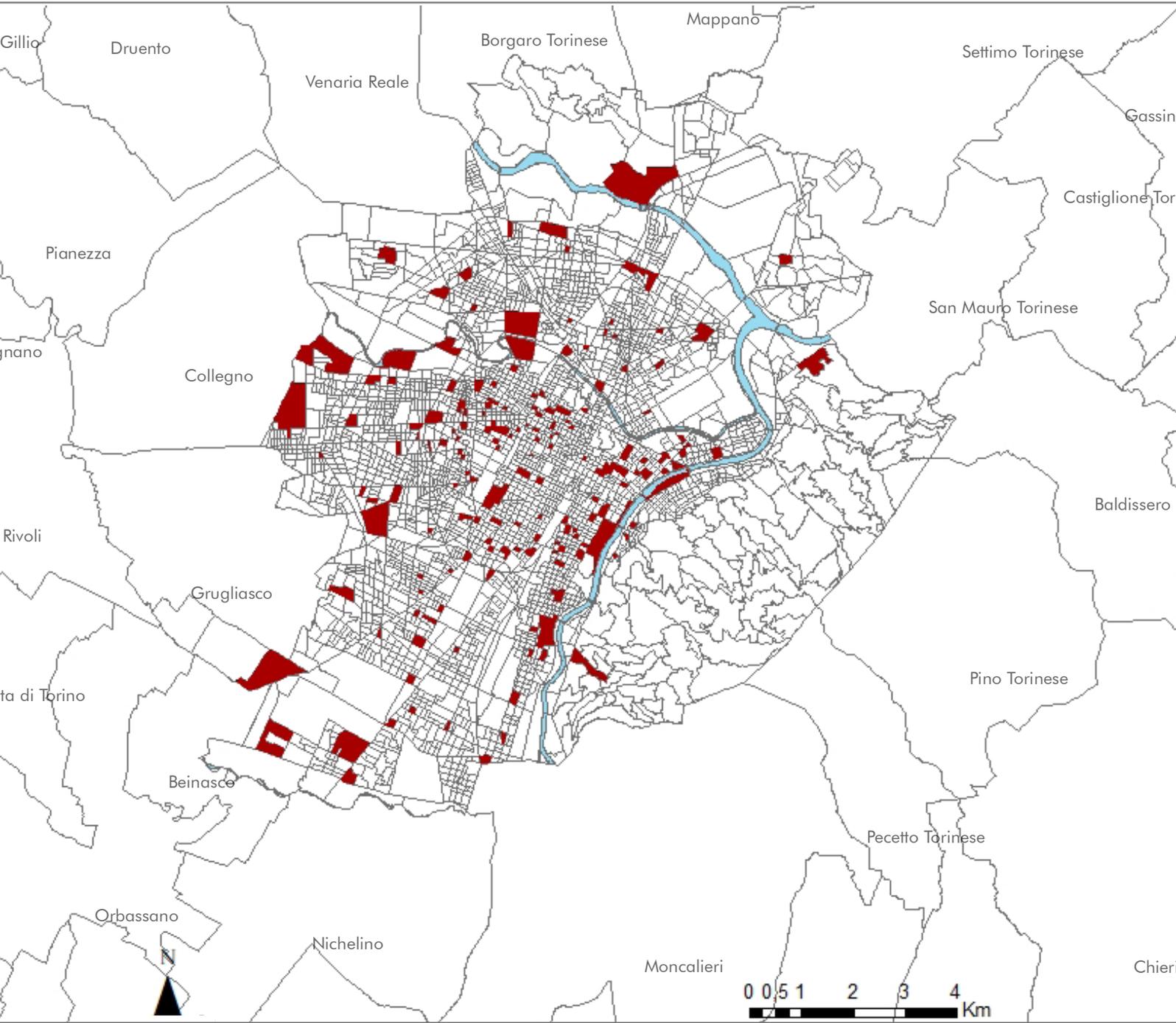
- <20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- 50-60
- 60-70
- >70

- sezioni di censimento
- reticolo idrografico principale

G.2 MEDIE ANNUALI DELLE CONC. DI NO2 A TORINO



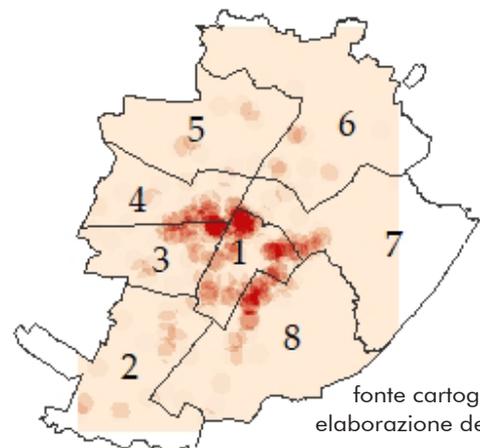
Fonte cartografia: elaborazione dell'autore
Fonte grafico: ARPA 2019



M.14 SEZIONI CON VALORI DI NO₂ OLTRE IL LIMITE EX LEGE

- sez. cens. con NO₂ > 40 µg/m³
- confini comunali
- sezioni di censimento
- reticolo idrografico principale

M.14b ANALISI "KERNEL DENSITY" DELLA DISTRIBUZIONE DEI PUNTI CRITICI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.3.2. INQUINAMENTO ACUSTICO

2.3.2.1. INTRODUZIONE

Esiste un comprovato corpus di letteratura scientifica riguardante il rapporto tra inquinamento acustico e salute umana (Goines and Hagler, 2007). A partire dagli anni '70 si è verificato come l'esposizione costante e prolungata a livelli sonori elevati abbia conseguenze fisiche e psicologiche dannose per l'uomo e per gli animali (Goines and Hagler, 2007). Alcuni dei disturbi individuati sono riconducibili all'indebolimento dell'udito, tinniti, ipertensione, cardiopatie ischemiche, disturbi cronici del sonno, peggioramenti del sistema immunitario e i possibili difetti congeniti (Stansfeld and Matheson, 2003). Esiste quindi un legame tra la vulnerabilità di una popolazione ad un generico patogeno con il grado di inquinamento acustico a cui la stessa popolazione è sottoposta. Le normative che regolano la materia, come la Legge Quadro n. 447/95, il D.Lgs n.194/05 e la Direttiva Europea 2002/49/CE individuano diverse sorgenti di rumore che possono arrecare danno alla popolazione (traffico aereo, stradale, attività produttive, attività ludiche, turbine eoliche, ecc). Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità uno dei peggiori fattori causali è il traffico stradale, il cui livello critico medio (giorno-notte) viene fissato a 53 decibel (dB) Lden (Héroux et al., 2018). Con la presente analisi si è cercato di individuare le aree della città di Torino particolarmente colpite dall'inquinamento sonoro perché si presuppone che ospitino soggetti esposti a condizioni di maggiore

vulnerabilità. Si sono utilizzati i dati ottenuti dai rilevamenti realizzati dall'A.R.P.A. Piemonte nel 2008 per mappare i livelli di rumore (ARPA Piemonte, 2018), considerando essenzialmente come elemento generatore il traffico veicolare. Si è dunque esaminato quale parte del reticolato stradale producesse i valori sonori più elevati e quali sezioni di censimento si trovassero in prossimità dell'infrastruttura.

2.3.2.2. METODOLOGIA APPLICATA

Le elaborazioni cartografiche sono state effettuate in ambiente GIS con lo scopo di individuare le sezioni di censimento con più di 200 abitanti, adiacenti a strade i cui livelli di rumore superassero la soglia di 80 db(A) LDEN. Si è scelto il parametro di soglia più elevato rispetto a quello dell'OMS per ragioni di accessibilità e lavorazione al dato. La cartografia M.15, ottenuta direttamente dal geo-portale dell'ARPA Piemonte (ARPA Piemonte, 2017) riporta la mappatura dei livelli di rumore medio tra notte e giorno per la città di Torino. La M.15b. individua invece la distribuzione delle stazioni di monitoraggio dei livelli sonori (fonografi) utilizzati per il monitoraggio. Nella M.16 è mappata la distribuzione della viabilità e delle aree critiche. Il risultato è stato ottenuto attraverso diversi passaggi. In primo luogo, si è ricercata nell'elaborazione dell'ARPA la rete viaria con valori di rumore oltre la soglia di 80 db(A) (in blu), successivamente le stesse strade sono state individuate ed esportate dal "livello"

vettoriale della bdTRE contenente le informazioni sulla viabilità. A queste polilinee vi si è applicato un buffer di 20 metri in modo da creare una superficie areale. Lo shapefile contenente queste informazioni è stato poi “semplificato” con un’operazione di geoprocessing nota come “dissolve” e in seguito sovrapposto con un’operazione di analisi “spatial join” al livello contenente le sezioni di censimento. Lo shapefile così ottenuto è stato ulteriormente lavorato per mettere in risalto quelle aree in cui effettivamente l’impatto sonoro avesse dei destinatari. Dopo aver ancorato le informazioni demografiche ai poligoni delle sezioni di censimento con un “join”, si sono selezionate ed estratte solo quelle sezioni la cui popolazione residente superasse le 200 unità (M.16b).

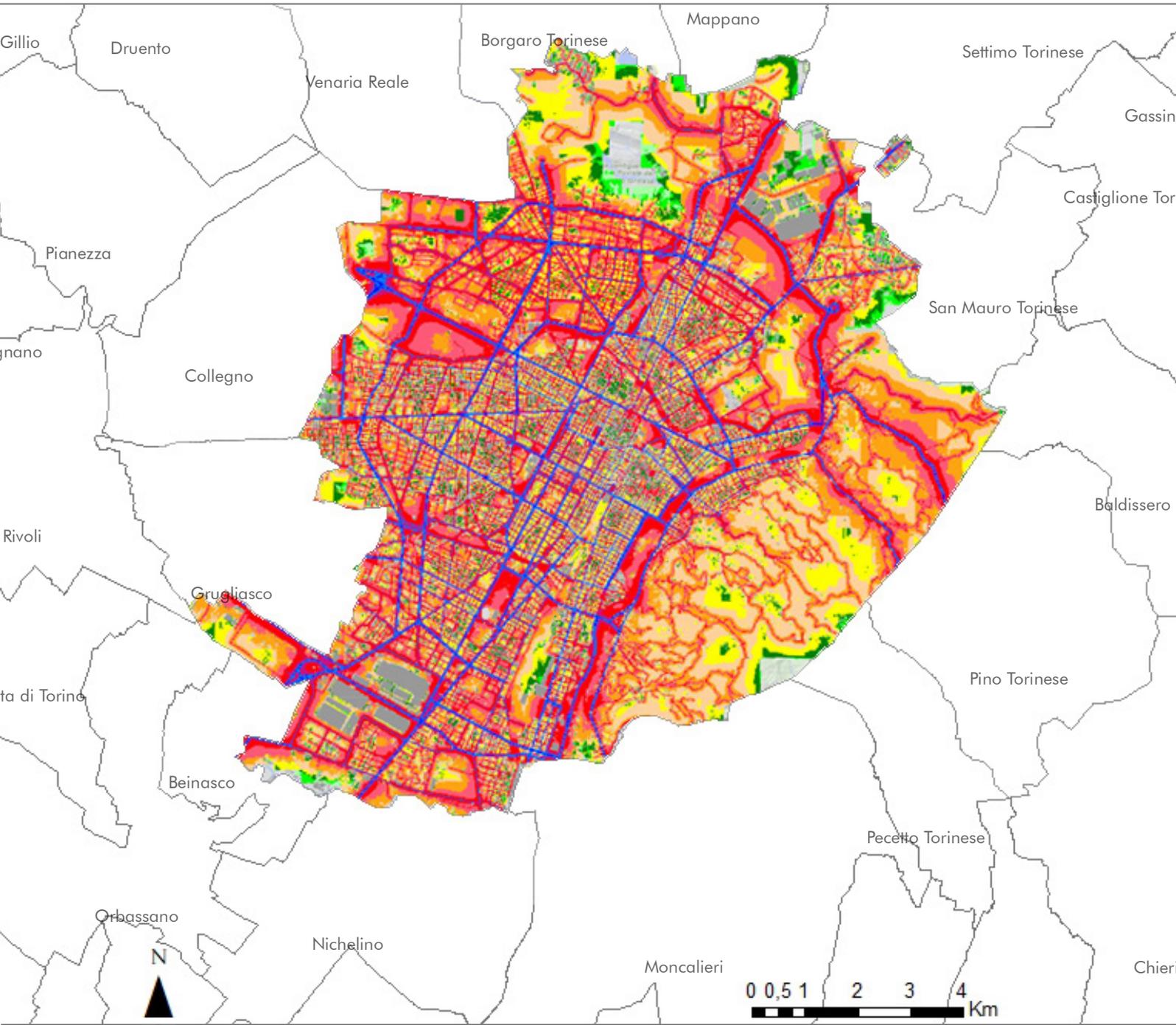
2.3.2.3. RISULTATI

Dall’analisi effettuata emerge come le aree critiche siano equamente distribuite sul territorio comunale lungo le principali arterie stradali. Le zone più critiche si concentrano lungo l’asse di C.so Francia, C.so Vittorio Emanuele, via Nizza e C.so Principe Oddone. I risultati dell’analisi sono coerenti con l’esperienza quotidiana di chi attraversa la città, trattandosi di aree densamente abitate e attraversate da flussi di traffico spesso intensi. Risulta “non critica” sia la zona collinare che quella del centro città. La prima, sebbene attraversata da ingenti flussi presenta una scarsa densità abitativa e una buona dispersione del suono dovuta all’azione “tampone” della vegetazione. Per quanto riguarda il centro è stato considerato come la presenza di sensi unici, divieti al

transito (ZTL) e destinazioni d’uso spesso commerciali possano influire positivamente sui livelli di rumore.

2.3.2.4. BIBLIOGRAFIA

- ARPA Piemonte (2017) Rumore della Città di Torino. Available at: https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer-2D/?config=other-configs/rumore_config.json (Accessed: 20 November 2020).
- ARPA Piemonte (2018) Rumore. Available at: <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/rumore/rumore> (Accessed: 20 November 2020).
- Goines, L. and Hagler, L. (2007) ‘Noise pollution: a modern plague. South Med J.’, *Southern Medical Journal*, 100(3), pp. 287–294.
- Héroux, M. E. et al. (2018) WHO environmental noise guidelines for the European Region.
- Stansfeld, S. A. and Matheson, M. P. (2003) ‘Noise pollution: Non-auditory effects on health’, *British Medical Bulletin*, 68, pp. 243–257. doi: 10.1093/bmb/ldg033.

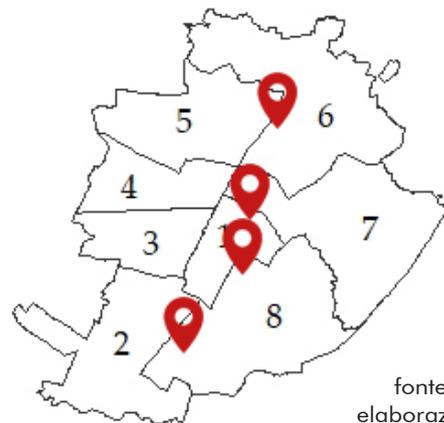


**M.15 M.15 LIVELLO DI RUMORE MEDIO
TRA GIORNO E NOTTE (L DEN)**

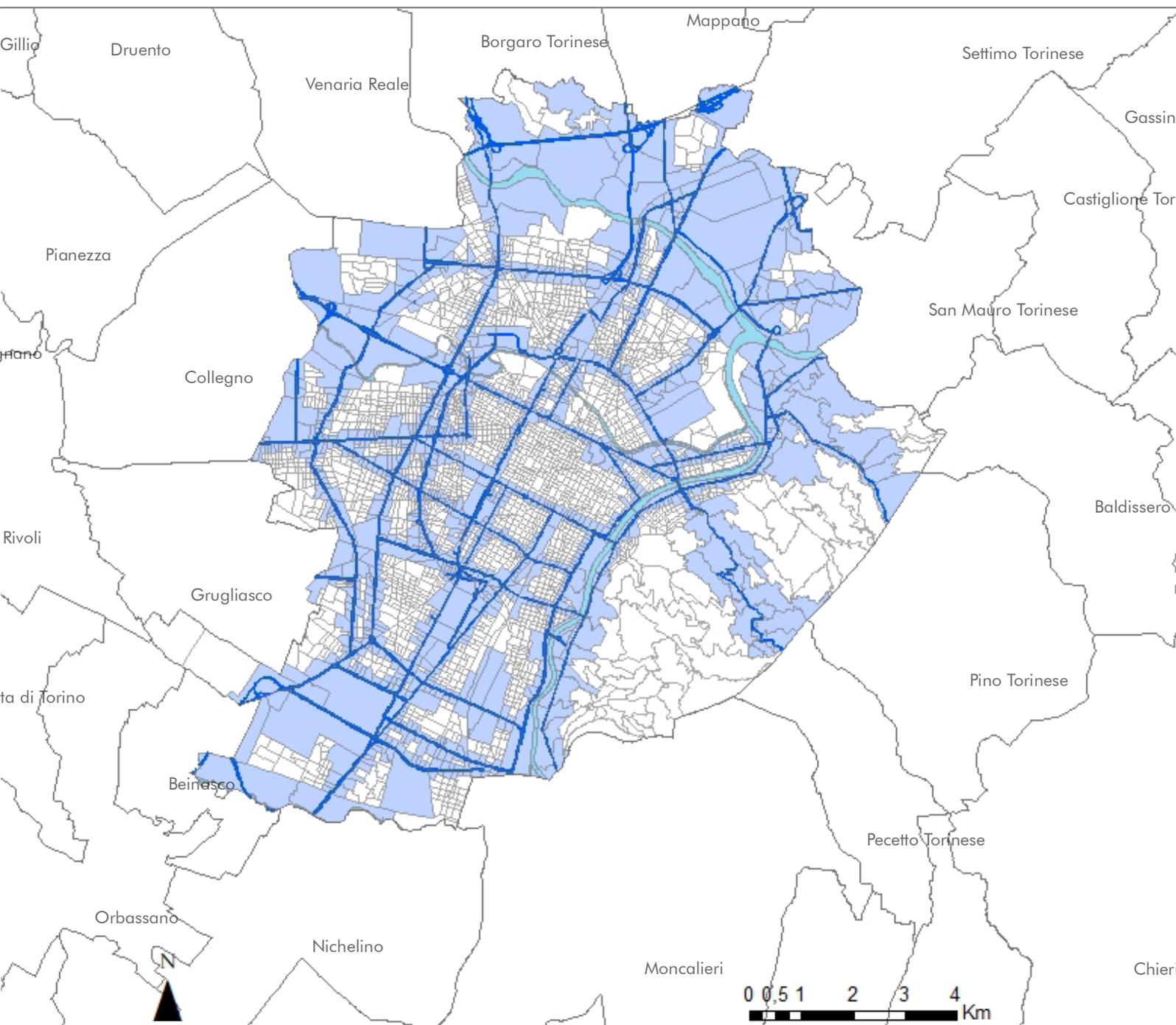
[dB(A)]



**M.15b DISTRIBUZIONE DEI FONOGRAFI
DELL'A.R.P.A.**



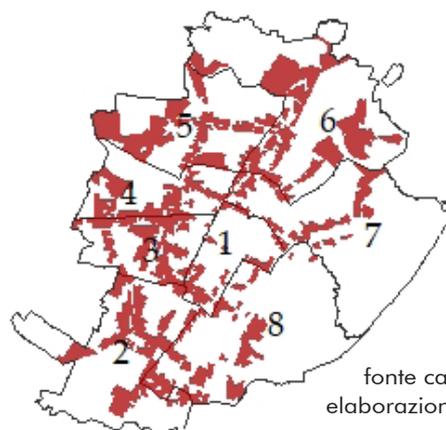
fonte cartografie:
elaborazione dell'autore



M.16 DISTRIBUZIONE DI VIABILITA' E AREE CRITICHE

- strade generatrici di rumori oltre 80 db(A)**
- sez. cens.adiacenti a strade rumorose**
- sezioni di censimento**
- confini comunali**
- reticolo idrografico principale**

M.16b AREE CON LIVELLI DI INQUINAMENTO SONORO MEDIO-ALTI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.3.3. RIPRODUZIONE DEI VETTORI

2.3.3.1. INTRODUZIONE

Quando si parla di vettori si intende tutti quegli organismi viventi che possono trasmettere malattie infettive tra l'uomo o dagli animali all'uomo (World Health Organization, 2014). Le zanzare sono i vettori più noti, ma anche zecche, mosche, mosche della sabbia, pulci e lumache d'acqua dolce possono contribuire alla trasmissione di patogeni (World Health Organization, 2014). Le infezioni trasmesse da questi organismi contribuiscono sensibilmente alla morbilità e alla mortalità umana a livello globale, causando ogni anno circa un milione di morti e circa il 17% del carico complessivo delle malattie infettive in tutto il mondo (Buxton et al., 2020). I vettori non solo rappresentano l'origine di un sesto delle malattie e delle disabilità subite in tutto il mondo, ma si stima che più della metà della popolazione mondiale sia a rischio di queste malattie (Benelli and Mehlhorn, 2016). Tuttavia, molti di questi vettori e agenti patogeni sono estremamente adattabili ai cambiamenti dei sistemi biotici e abiotici (come gli ospiti, il clima, i sistemi di trasporto e le modifiche ambientali) e pertanto sono una minaccia reale anche per aree attualmente meno colpite. Con la presente analisi si è cercato di mappare quelle aree che potenzialmente potrebbero essere più idonee alla proliferazione di questi animali nel comune di Torino. Esistono diversi metodi per identificare le aree di riproduzione (Burattini et al., 2008), tuttavia richiedono informazioni difficilmente reperibili, conseguen-

temente si è cercato di semplificare la metodologia basando il criterio di scelta (della propensione di un'area ad ospitare zone di riproduzione) sulla prossimità a specchi d'acqua, fiumi, pozze, ecc, infatti l'abbondanza d'acqua, come dimostrato da studi e ricerche (Weaver, 2013) è l'elemento chiave per la riproduzione dei vettori principali (zanzare).

2.3.3.2. METODOLOGIA APPLICATA

Le elaborazioni cartografiche sono state effettuate in ambiente GIS con lo scopo di individuare le sezioni di censimento localizzate entro 500 metri dagli elementi idrici presenti sul territorio comunale (pozze, fiumi, rii, bealere, invasi naturali ed artificiali), in quanto si ritiene che le sezioni ricadenti entro questo "cuscinetto" siano più vulnerabili all'azione di determinati vettori (specificatamente le zanzare). La prima cartografia (M17) è stata ottenuta elaborando i dati satellitari della copertura del suolo del progetto Corine Land Cover (CLC). In una prima fase, si sono individuate nel dataset vettoriale originale scaricato dal Geo-portale della regione Piemonte (Corine, 2010), le diverse classi d'uso, organizzate secondo quattro livelli di dettaglio crescente. Successivamente, si sono estratti, da un lato (M17b), tutti gli elementi che individuano aree non impermeabilizzate (1° livello, categorie 2 e 3) e dall'altro (M17), gli elementi appartenenti alla classe di uso del suolo di 1 livello, categoria 5, cioè i corpi idrici. Infine, su questi ultimi si è applicato un "cuscinetto" di 250 metri, grazie ad un'operazione

di geoprocessing di buffer. Si è poi effettuata un'operazione di dissolve per semplificare la geometria e rendere più semplice la fase successiva. La cartografia M18 è stata ottenuta attraverso un'operazione di "select by location" effettuata sulle sezioni di censimento del comune di Torino, impostando come condizione di selezione la prossimità di 250 metri all'area buffer attorno ai corpi idrici. Risulta quindi che l'area di vulnerabilità attorno a fiumi e invasi è complessivamente di 500 metri lineari.

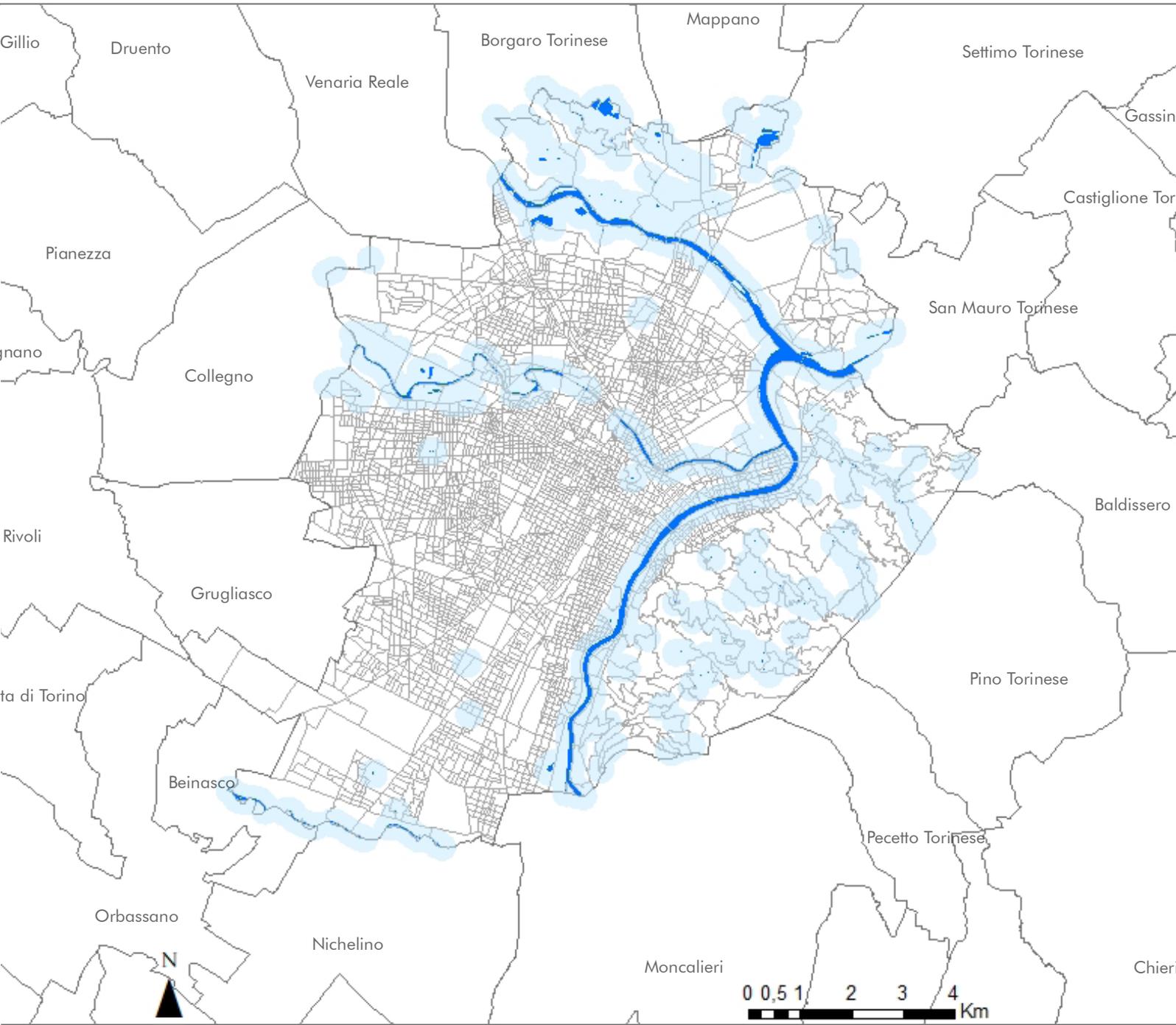
2.3.3.3. RISULTATI

Dall'analisi effettuata emerge come le aree a maggiore vulnerabilità per la presenza di vettori siano concentrate in tre macroaree. La prima è quella a Est del fiume Po e coincide con la cd. "collina Torinese". Si tratta di un'area fortemente antropizzata e con bassi valori di impermeabilizzazione dei suoli (come testimoniato dalla M17b) e basse densità abitative. L'area risulta quasi interamente rientrante nei 500 metri perché risulta "irrorata" da una fitta rete di corpi idrici superficiali che giocano un ruolo chiave nella proliferazione di alcuni vettori. Una seconda area è quella a Nord del comune in prossimità del torrente Stura di Lanzo. Oltre al corpo idrico principale, è evidente la presenza di numerosi invasi sia naturali che artificiali distribuiti "a macchia di leopardo" verso il confine settentrionale. Anche quest'area, come la precedente ha bassi valori di impermeabilizzazione, presumibilmente relativi alla sua caratterizzazione sia urbanistica (abitato diffuso e forme sparwling), che funzionale (identificazione con la periferia e funzione di "margine"

o "bordo urbano"). La terza area ad elevata vulnerabilità è localizzata lungo l'asse fluviale della Dora, che attraversa in direzione O-E la città per ricongiungersi con il Po all'altezza di C.so Belgio. La zona considerata è fortemente impermeabilizzata e non presenta invasi naturali o artificiali.

2.3.3.4. BIBLIOGRAFIA

- Benelli, G. and Mehlhorn, H. (2016) 'Declining malaria, rising of dengue and Zika virus: insights for mosquito vector control', *Parasitology Research*, 115(5), pp. 1747–1754. doi: 10.1007/s00436-016-4971-z.
- Burattini, M. N. et al. (2008) 'Modelling the control strategies against dengue in Singapore', *Epidemiology and Infection*, 136(3), pp. 309–319. doi: 10.1017/S0950268807008667.
- Buxton, M. et al. (2020) 'Are vulnerable communities thoroughly informed on mosquito bio-ecology and burden?', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), pp. 1–16. doi: 10.3390/ijerph17218196.
- Corine (2010a) 'CORINE Land Cover Nomenclature Conversion to Land Cover Classification System', Report, (Clc), p. 6. Available at: http://www.igeo.pt/gdr/pdf/CLC2006_nomenclature_addendum.pdf.
- Weaver, S. C. (2013) 'Urbanization and geographic expansion of zoonotic arboviral diseases: Mechanisms and potential strategies for prevention', *Trends in Microbiology*. Elsevier Ltd, 21(8), pp. 360–363. doi: 10.1016/j.tim.2013.03.003.
- http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/1111008/1/WHO_DCO_WHD_2014.1_eng.pdf.



M.17 POTENZIALI HABITAT PER VETTORI
[uso del suolo corine land cover]

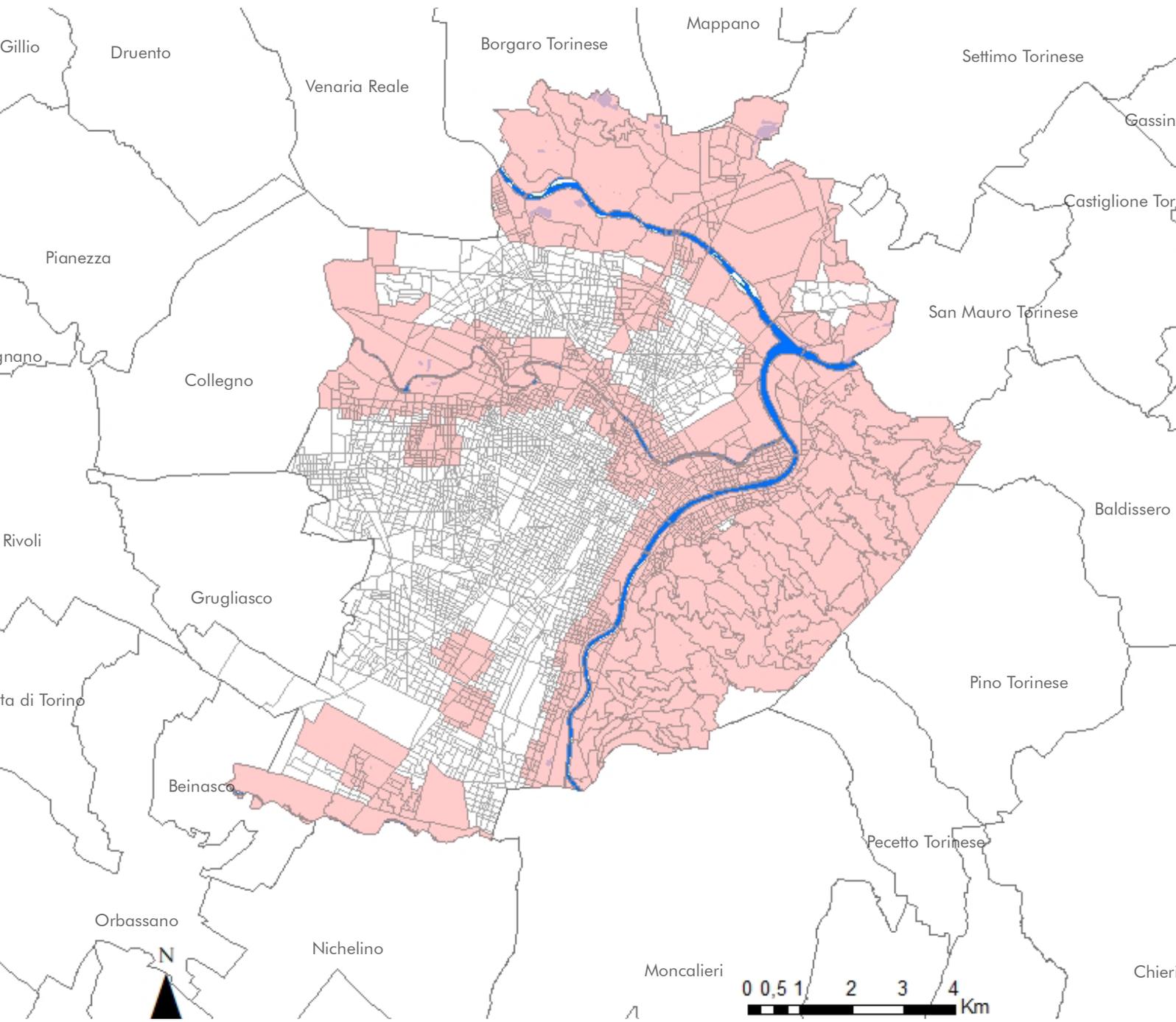
M.17b AREE NON IMPERMEABILIZZATE
[uso del suolo corine land cover]

- corpi idrici naturali ed artificiali**
- Area buffer 250 m**
- sezioni di censimento**
- confini comunali**



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

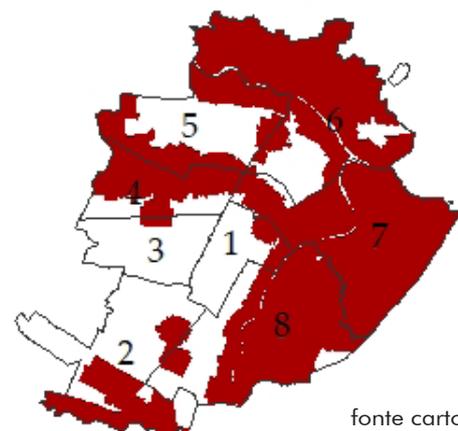
101 RIPRODUZIONE DEI VETTORI



M.18 DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI DI CENSIMENTO IN PROSSIMITA' DI AREE DI RIPRODUZIONE DEI VETTORI

- sezioni di cens entro 500 m da corpi idrici
- corpi idrici naturali ed artificiali
- sezioni di censimento
- confini comunali

M18b. CIRCOSCRIZIONI

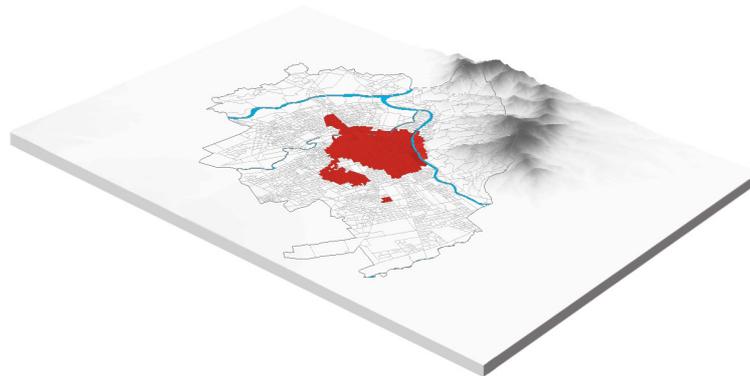


fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.4. ELEMENTI DI ATTRATTIVITA'

Questa tipologia di elementi individua quelle caratteristiche "funzionali" di un contesto urbano che abbiano direttamente o indirettamente un'influenza sulla vulnerabilità epidemica.

DENSITA' DI ATTIVITA' COMMERCIALI



fonte: elaborazione dell'autore

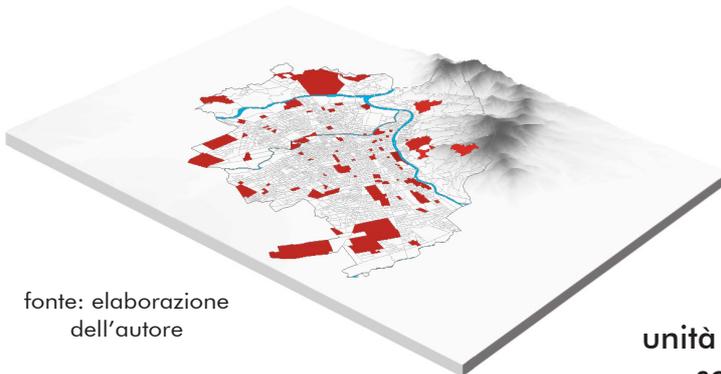
unità di misura: [n° attività per sezione cens./ha sez. cens.]

soglia critica: Gi index ≥ 1

sorgente di dati: Camera di commercio di Torino

metodo statistico: Hot Spot Analysis

DISTRIBUZIONE DEGLI "ATTRATTORI" URBANI



fonte: elaborazione dell'autore

unità di misura: [funzione]

soglia critica: Nessuna

sorgente di dati: PTC2

metodo di calcolo: Spatial Join

2.4.1. DENSITA' DI ATTIVITA' COMMERCIALI

2.4.1.1. INTRODUZIONE

E' stato dimostrato come a elevati livelli di densità umana siano associati maggiori contatti tra gli individui e dunque maggiori probabilità di trasmissione di patogeni (De Jong, Diekmann and Heesterbeek, 1994). È quindi possibile immaginare una correlazione tra la densità delle attività commerciali in un contesto urbano, che può essere vista come un "indicatore proxy" per il numero di contatti tra persone, con situazioni di maggiore vulnerabilità epidemica rispetto alla diffusione di virus, batteri, prioni od altri agenti infettivi. In questo contesto, per attività commerciali si intendono tutti quei luoghi di piccole, medie e grandi dimensioni che offrono al pubblico dei servizi di qualsivoglia genere, come parrucchieri, estetisti, supermercati, mercerie e le librerie, ecc. Verificata l'esistenza di una correlazione tra le concentrazioni di attività commerciali e la vulnerabilità epidemica resta da definire la quantificazione di un parametro soglia per la densità di attività oltre il quale si può ragionevolmente ipotizzare un aumento della vulnerabilità. Non sono stati trovati riferimenti nella letteratura capaci di quantificare questo limite, tuttavia, essendo l'obiettivo dell'analisi individuare le aree dove si concentrasse l'offerta di attività, immaginando che questa diventasse una "calamita" per le persone, si sono individuati come critici tutti quegli elementi che a seguito di un'analisi hotspot si trovassero nelle "zone rosse" ovvero le aree

la cui frequenza statistica avesse valori superiori alla media.

2.4.1.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia applicata è stata effettuata in ambiente GIS, ha permesso di produrre tre output cartografici. Nel primo (M19) si può osservare una quantificazione normalizzata per sezione di censimento della densità di attività commerciali per la città di Torino, misurata in numero di attività commerciali per ettaro di superficie. Il risultato è stato ottenuto in più passaggi, inizialmente tramite l'unione spaziale (spatial join) di un dataset vettoriale contenente le informazioni sulle sezioni di censimento (da fonte ISTAT) con un secondo dataset puntuale contenente l'elenco spazializzato e delle attività commerciali per la città di Torino (ottenuto dal laboratorio LARTU del Politecnico di Torino). In secondo luogo, per ogni sezione si è creato un nuovo campo denominato "AREA" dove si è calcolata la superficie in ettari. Questo campo è stato poi utilizzato come denominatore nel rapporto tra il numero di attività totale per sezione di censimento ottenuto precedentemente. Il risultato ottenuto, le densità di attività commerciali per sezione, è stato infine normalizzato e poi rappresentato "per quantità" con una mappa di concentrazione. I valori sono stati divisi in cinque classi manualmente, seguendo una logica di comunicabilità. La cartografia M19 rappresenta invece il numero di attività commerciali in termini assoluti, cioè non legati alla

dimensione della sezione in cui si trovano, il suo valore informativo è quindi molto più limitato rispetto alla spazializzazione relativa. Per ottenere la seconda cartografia, M20, si è sottoposto il campo della distribuzione delle attività contenuto nella M19 ad un'operazione di geoprocessing nota come hot spot analysis. L'HSA permette di identificare i cluster spaziali statisticamente significativi specificando valori alti (punti caldi) e bassi (punti freddi) (Geospatiality, 2016). Questi valori, contenuti nei campi +/-3 riflettono la significatività statistica delle celle con un livello di confidenza del 99%; le caratteristiche nei contenitori +/-2 riflettono un livello di confidenza del 95% e quelli +/-1 con 90%. L'analisi hotspot rappresenta quindi l'area che ha una maggiore concentrazione di eventi rispetto al numero previsto, data una distribuzione casuale degli eventi. Permette quindi di restringere l'area delle sezioni con densità superiore alla soglia considerata a quelle sezioni statisticamente rilevanti. Le sezioni scelte come vulnerabili saranno quindi quelle con valori positivi (in rosso nella cartografia).

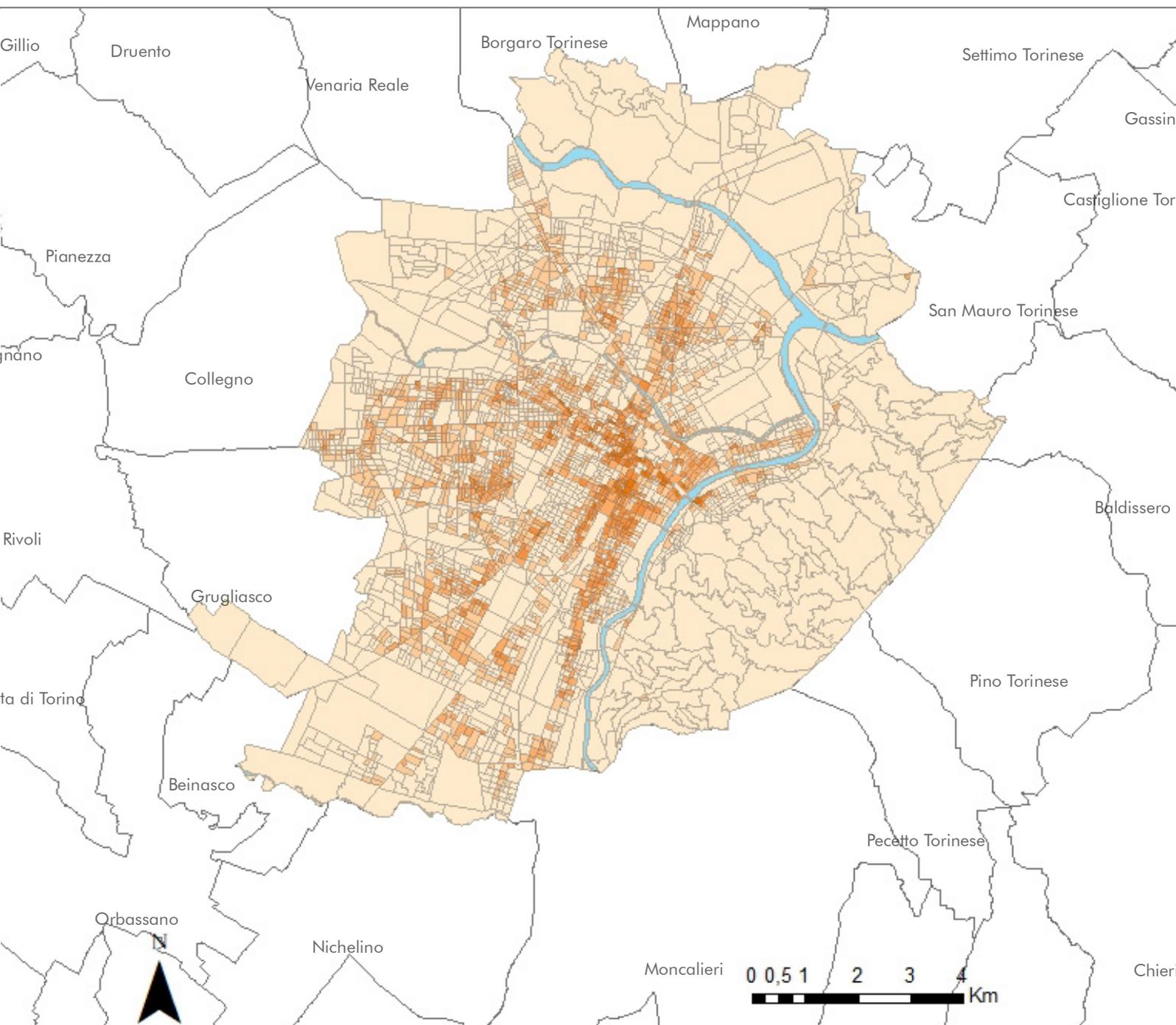
2.4.1.3. RISULTATI

Dall'analisi effettuata emerge una distribuzione della densità di attività commerciali in un grande cluster coincidente grossomodo con il centro della città. L'area si estende su tutta la circoscrizione 1 (Centro) e si estende a Nord verso il quartiere Aurora (circoscrizione 7), a Est verso Borgo Po, a sud verso San Salvario e Ovest verso San Paolo. I risultati sono coerenti con le aspettative e si nota come corrisponda-

no alle zone limitrofe al cd. "centro storico", localizzate entro confini della città ottocentesca e delle sue prime espansioni (Degiani, 2013). Le attività commerciali risultano quindi fortemente polarizzate e concentrate nell'area centrale di Torino. Le ragioni sono molteplici e possono essere ricondotte sia ad una minore dimensione media delle sezioni di censimento nelle aree centrali, derivante soprattutto dalla maggiore densità abitativa, che ad una conformazione urbanistico-morfologica che facilita il pluralismo di destinazioni d'uso. (Gullino, 2019)

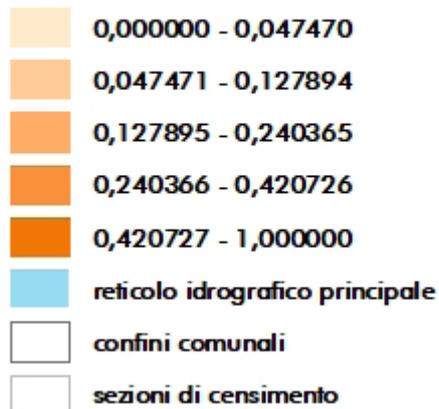
2.4.1.4. BIBLIOGRAFIA

- Degiani, S. (2013) Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
- Geospatiality (2016) What is Hotspot Analysis? Available at: <https://glenbambrick.com/2016/01/21/what-is-hotspot-analysis/>.
- Gullino, V. (2019) Ventesimo Rapporto «Giorgio Rota» su Torino. Torino.
- De Jong, M., Diekmann, O. and Heesterbeek, J. A. P. (1994) 'How does transmission of infection depend on population size?', In: Epidemic models: their structure and relation to data. -Cambridge : Cambridge University Press, 1995. pp. 84-94.



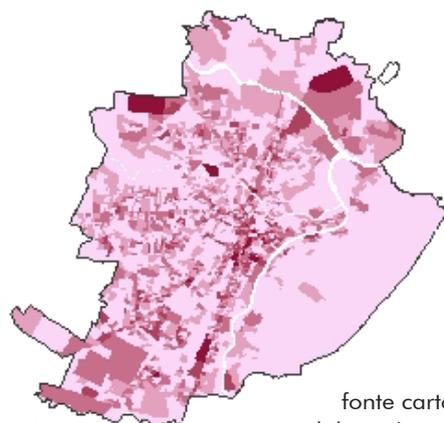
M.19 DENSITA' DI ATTIVITÀ COMMERCIALI

Relativa [n° attività per sezione cens./ha sez. cens.]

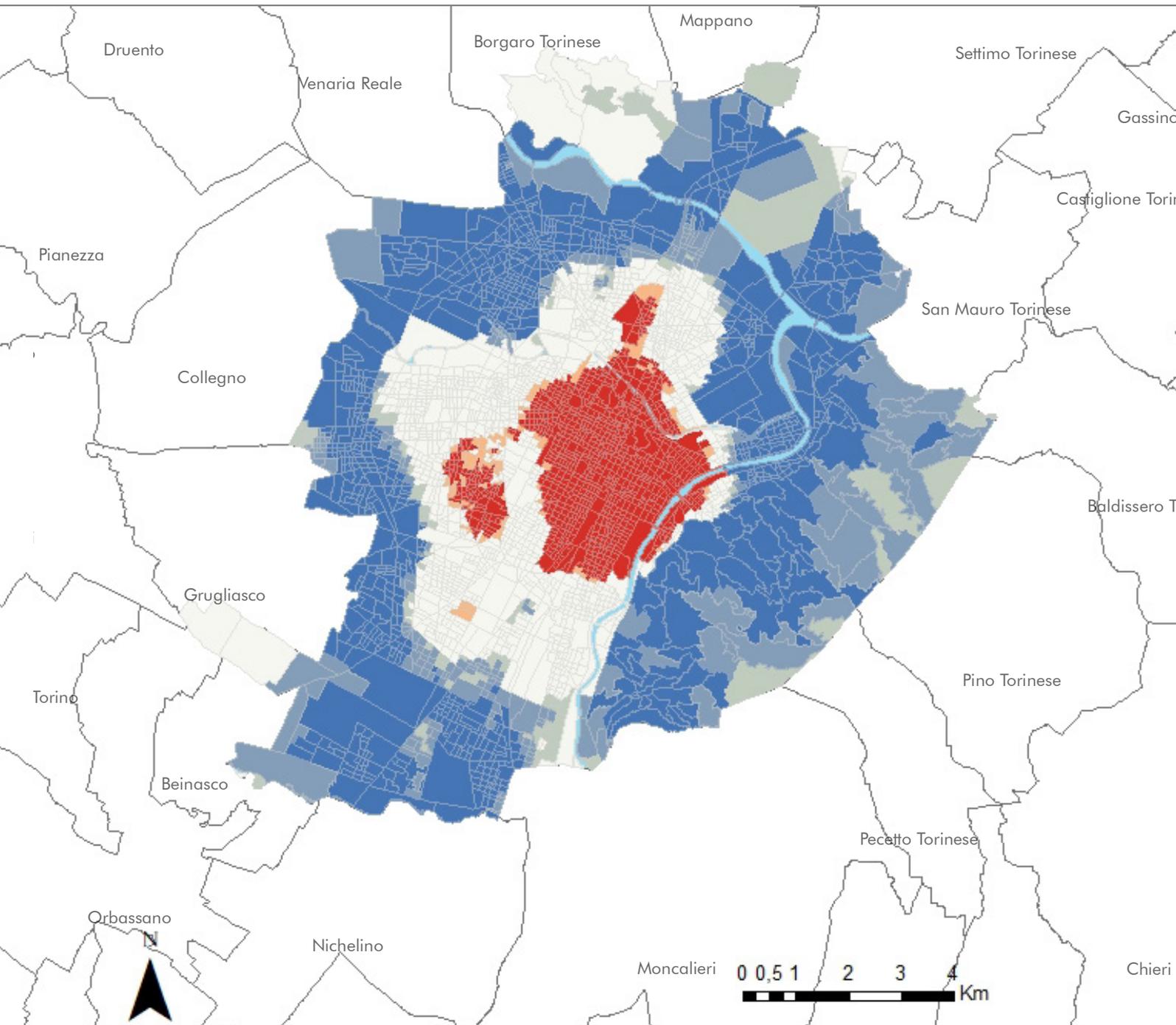


M.19b DENSITA' DI ATTIVITÀ COMMERCIALI

Assoluta [n° attività per sezione di censimento]



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

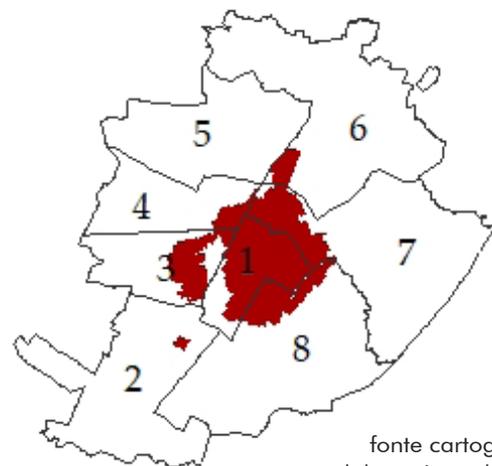


M.20 CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ COMMERCIALI

ANALISI HOT SPOT

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence
- sezioni di censimento
- confini comunali
- reticolo idrografico principale

M20b. CIRCOSCRIZIONI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.4.2. DISTRIBUZIONE DEGLI "ATTRATTORI" URBANI

2.4.2.1. INTRODUZIONE

Un fenomeno chiave che influenza le dinamiche di espansione di una malattia infettiva è l'eterogeneità nella trasmissione tra gli individui e nello spazio (Paull et al., 2012). Il rischio di infezione dipende infatti da diverse variabili, non solo quelle ambientali o comportamentali ma anche quelle "individuali". È stato verificato, fin dal celebre caso di "Typhoid Mary" ad inizio XX° secolo (Wikipedia, 2020), come esistano individui responsabili di un numero sproporzionato di eventi di trasmissione, noti come "super-diffusori" o "superspreader", caratteristici di molte malattie infettive (tra cui SARS e COVID-19). Considerando che non è possibile individuare in anticipo gli eventi di super-diffusione di un agente patogeno, in quanto non è dato sapere in anticipo chi possa essere predisposto o meno, (Paull et al., 2012) si è immaginato di poter efficacemente inserire questo fenomeno nell'analisi di vulnerabilità epidemica, individuando quei luoghi dove l'effetto di super diffusione possa essere incrementato esponenzialmente. Si sono quindi ricercati quegli spazi capaci di attrarre, per dimensioni o funzione, grandi flussi di persone. In questi posti, denominati "grandi attrattori" rientrano: stazioni ferroviarie, ospedali, campus universitari, centri commerciali, grandi aziende e impianti sportivi. La "ratio" per cui si sono mappati i "grandi attrattori" è quindi da ricercarsi nel fatto che sono i luoghi dove, data

la funzione che svolgono per la città, si concentrano grandi flussi di persone e pertanto hanno maggiori probabilità di essere luoghi di contagio.

2.4.2.2. METODOLOGIA APPLICATA

Le elaborazioni riportate nelle pagine seguenti sono state effettuate in ambiente GIS con lo scopo di mappare le sezioni di censimento che ospitano i "grandi attrattori" o "poli urbani" della città di Torino. Come grandi attrattori si intende: stazioni ferroviarie, ospedali, campus universitari, centri commerciali, grandi aziende e impianti sportivi. La cartografia M.21. individua la loro distribuzione sul territorio comunale e ne classifica la funzione. Il dato è stato ottenuto tramite l'elaborazione delle informazioni contenute nel PTC2 (Piano di Coordinamento Provinciale) della città metropolitana di Torino. In primo luogo, sono stati scaricati dal portale dedicato (Città metropolitana di Torino, 2011) i singoli file vettoriali contenenti le informazioni relative alle tavole 2.1 - Sistema insediativo residenziale e servizi di carattere sovracomunale: polarità, gerarchie territoriali e ambiti di approfondimento sovracomunale, 2.2 - Sistema insediativo: attività economico-produttive e 4.1. - Schema strutturale delle infrastrutture per la mobilità. In seconda battuta, si sono estratti tutti quegli elementi coerenti per cui si è ipotizzata una funzione tale da renderli attrattori a livello comunale di ingenti flussi di popo-

lazione. Non si è quantificata una soglia minima, affidandosi alla conoscenza empirica della città. Successivamente si sono uniti in un unico dataset tutti gli elementi scelti ed si è poi classificato il dato per categorie. La cartografia M.22 individua le sezioni di censimento dove si trovano gli attrattori urbani considerati critici per flussi in entrata e/o uscita. L'operazione necessaria per passare da un layer puntuale ad uno areale è stata effettuata grazie ad uno "spatial join" che ha permesso di trasportare le informazioni da un dataset all'altro.

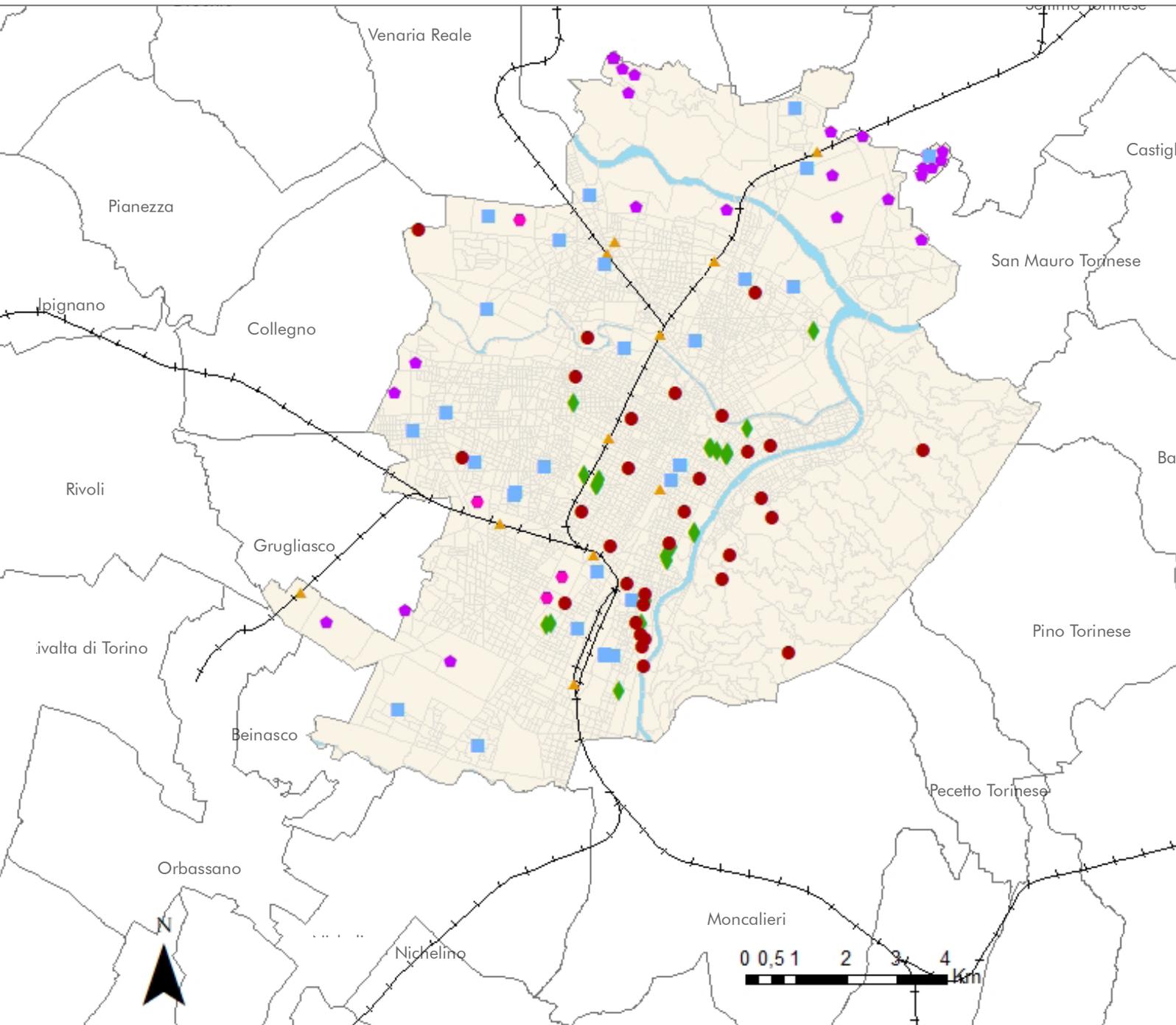
2.4.2.3. RISULTATI

Analizzando i dati areali emerge come le zone in cui sono localizzati i poli attrattori siano distribuite in modo omogeneo sul territorio torinese, infatti tutte e 8 le circoscrizioni hanno delle sezioni di censimento che possono essere considerate particolarmente vulnerabili. Osservando però la distribuzione degli "attrattori" e non tenendo conto della dimensione della sezione di censimento è evidente come la collina torinese presenti pochi elementi critici. Le aree più estese a livello di superficie sono quelle relative alle attività industriali (grandi aziende), localizzate principalmente nella circoscrizione 2 (Sud) e nella 6 (Nord). La loro posizione periferica rispetto al centro della città ne testimonia la vocazione manifatturiera "pesante" (Degiani, 2013). Sono numericamente preponderanti le attività ospedaliere e di ricovero, posizionate principalmente nell'area centrale e pre-collinare (circoscrizioni 1 e 8)

Le attività non sembrano seguire una distribuzione eterogenea sul territorio e sembrano agglomerarsi attorno al "centro" rappresentato dal distretto ospedaliero delle Molinette. Altrettanto numerosi sono i centri commerciali, distribuiti nella loro totalità a Ovest del fiume Po e concentrati in 4-5 cluster principali soprattutto nella zona centrale del territorio comunale. In sintesi, le zone a maggiore vulnerabilità non presentano dinamiche localizzative distintive fatto salvo la quasi totale assenza di aree collinari.

2.4.2.4. BIBLIOGRAFIA

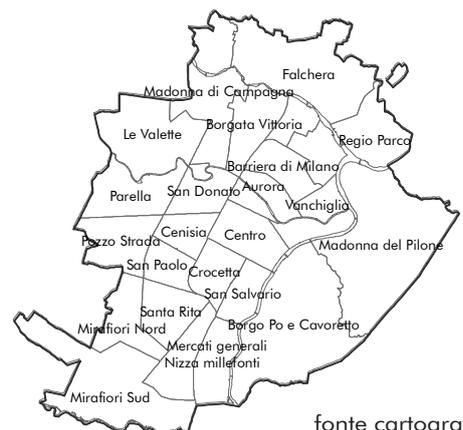
- Degiani, S. (2013) Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
- Città metropolitana di Torino (2011) PTC2 - Piano Vigente. Available at: <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/territorio-urbanistica/pianificazione-territoriale/ptc2-vigente>.
- Paull, S. H. et al. (2012) 'From superspreaders to disease hotspots: Linking transmission across hosts and space', *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(2), pp. 75-82. doi: 10.1890/110111.
- Wikipedia (2020) Superspreading Event. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Superspreading_event (Accessed: 2 December 2020).



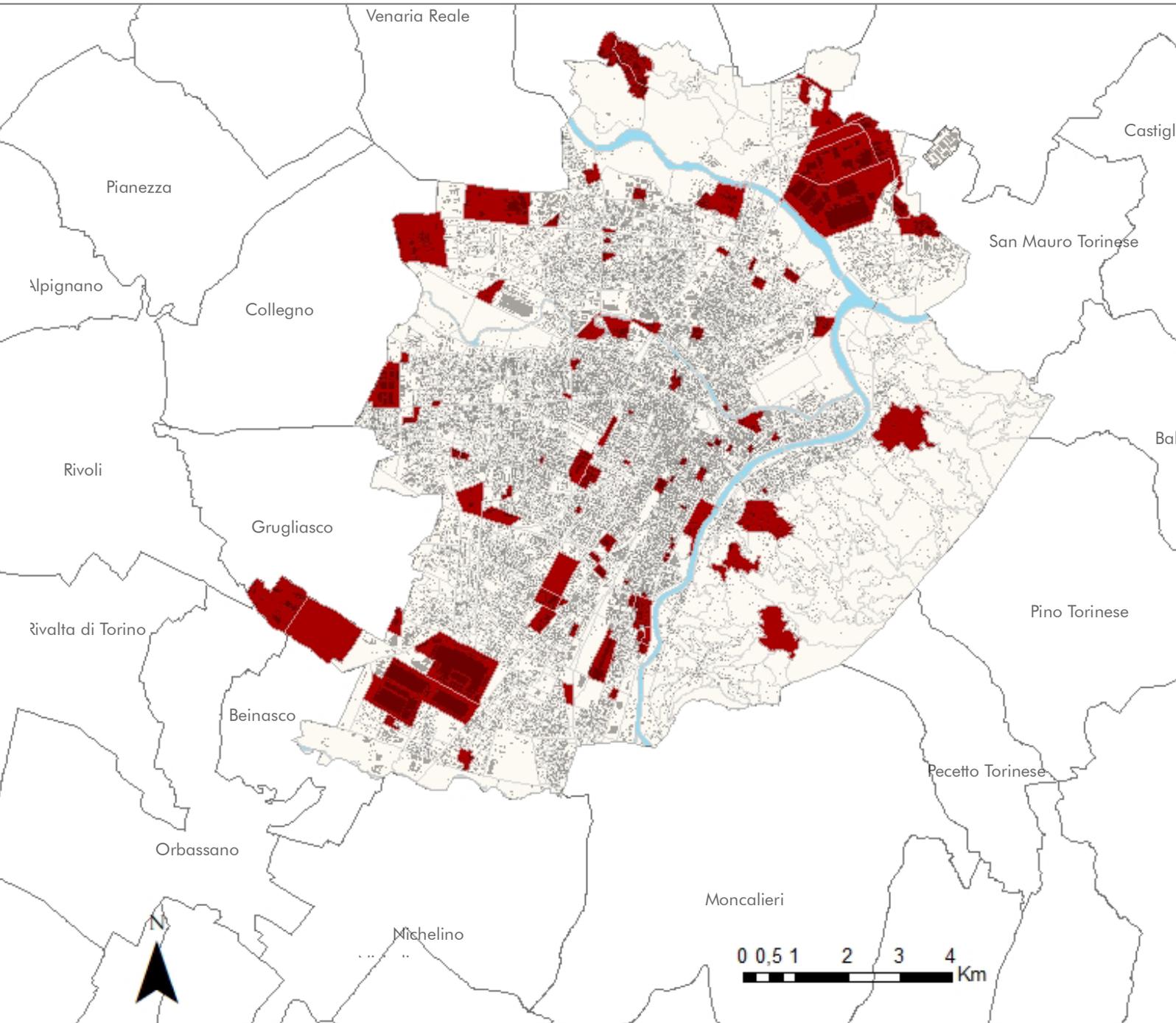
M.21 LOCALIZZAZIONE DEI PRINCIPALI ATTRATTORI URBANI

- **Ospedali/Strutture di ricovero**
- **Centri Commerciali**
- ▲ **Stazioni ferroviarie**
- ◆ **Campus Universitari**
- **Grandi Aziende**
- **Impianti sportivi**
- Ferrovia**
- sezioni di censimento**
- reticolo idrografico principale**

M21b. QUARTIERI



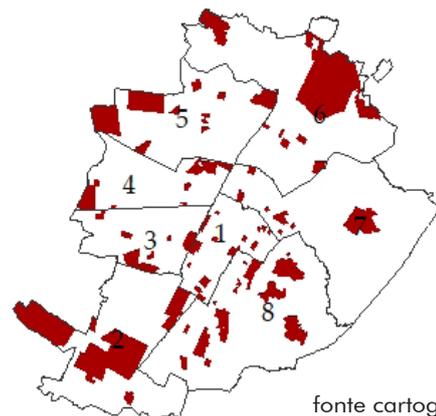
fonte cartografica:
elaborazione dell'autore



**M.22 LOCALIZZAZIONE DEI PRINCIPALI
ATTRATTORI URBANI SU BASE CENSUARIA**

- Sezioni di cens. con attrattori urbani**
- Edificato**
- sezioni di censimento**
- reticolo idrografico principale**
- Limiti comunali**

M22b. CIRCOSCRIZIONI



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

2.5. VALUTAZIONE DI SINTESI

La valutazione di sintesi è strutturata, come mostrato nella fig.42, a partire dalla sovrapposizione (overlay) delle singole "mappature di vulnerabilità".

Attraverso questa procedura è possibile ottenere un grado di vulnerabilità epidemica totale, capace di fornire una comprensione sistemica del territorio.

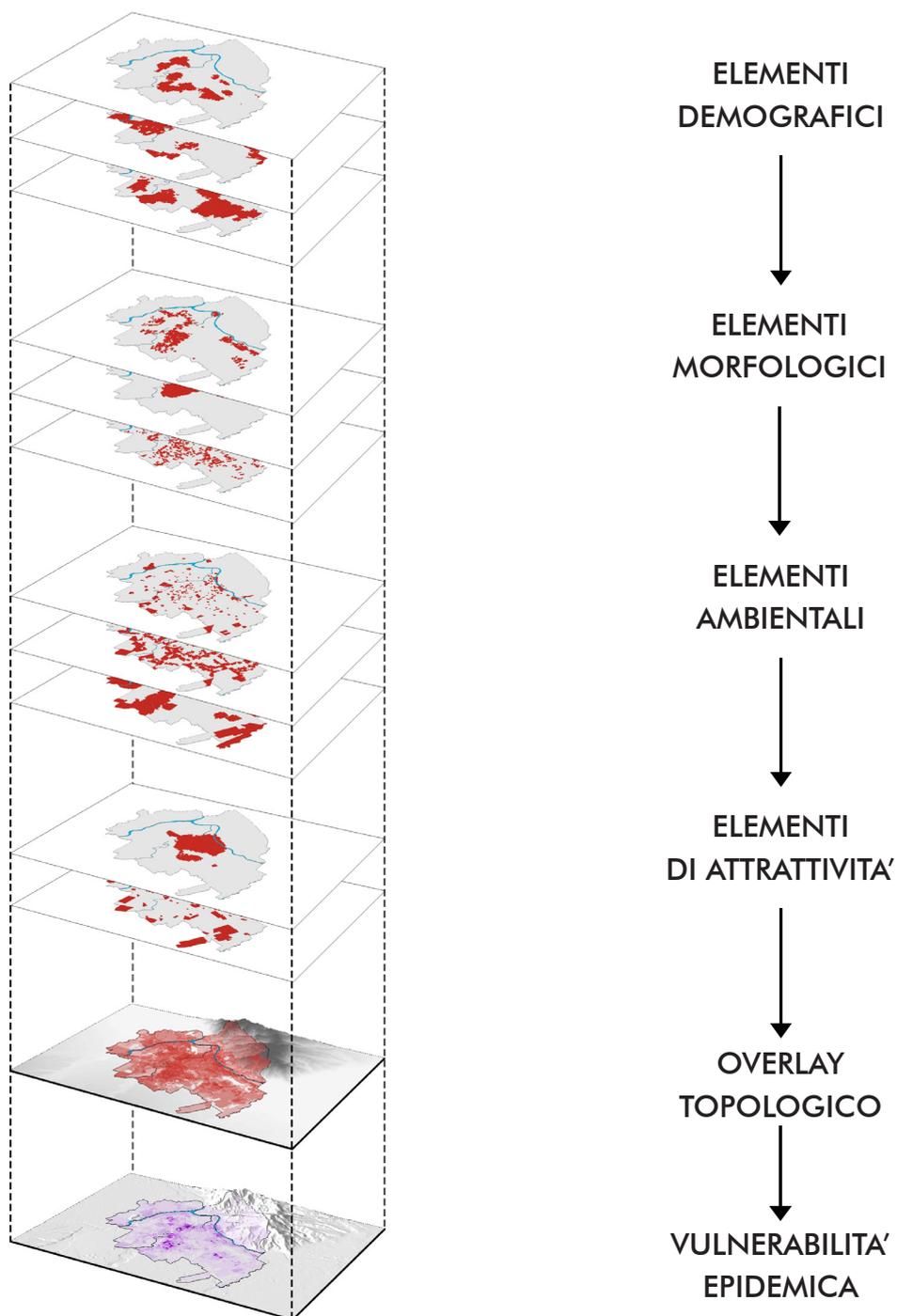


Fig.42. schema logico della strutturazione dell'overlay per la costruzione della valutazione di vulnerabilità epidemica di sintesi - elaborazione dell'autore

2.5.1. GRADO DI VULNERABILITA' EPIDEMICA

2.5.1.1. INTRODUZIONE

Le analisi effettuate nelle pagine precedenti hanno permesso di “leggere” e interpretare quei fenomeni, afferenti alle diverse componenti della città e della popolazione che la abita (demografia, morfologia urbana, ambiente, distribuzione delle attività), associabili in modo diretto o indiretto al concetto di vulnerabilità epidemica. Per quanto possano fornire utili informazioni, le analisi non sono rilevanti se prese singolarmente. Per questa ragione, il lavoro svolto mira a fornire una valutazione complessiva, capace di “assorbirle” in una forma che permetta una stima sintetica del grado di vulnerabilità. La valutazione di vulnerabilità presentata in questo capitolo è basata su un approccio semi-quantitativo costruito su un processo di overlay spaziale, strumento metodologico fondamentale non solo per individuare le aree “critiche” ma necessario soprattutto per arrivare a definire gli interventi essenziali per progettare e costruire l’adattamento dell’ambiente costruito (Brunetta and Salata, 2019). Nell’affrontare questo tema (vulnerability assessment), è necessario inoltre affrontare alcune questioni terminologiche. La prima riguarda il concetto di “vulnerabilità”, termine che si presta ad una eterogeneità di definizioni (Brooks, 2003), nel presente lavoro è inteso come la predisposizione degli elementi esposti (le aree minime individuate, ovvero le sezioni di censimento) a subire l’impatto di eventi pericolosi (in questo caso una malattia infettiva) (Brunetta and Salata, 2019) (Wolf, 2012). L’approccio adottato è tipico della lettera-

tura relativa alla “scienze climatiche” ed è spesso indicata come “biophysical vulnerability” (Brooks, 2003). Una seconda precisazione terminologica è relativa al termine “valutazione”, da intendersi in questa sede come un processo di individuazione e categorizzazione degli elementi rilevanti per un sistema complesso (la città), seguita da una proiezione ipotetica delle potenziali minacce per ogni elemento e una conseguente assegnazione di valore quantificabile (o almeno ordine di rango) (Lövkvist-Andersen et al., 2004). L’approccio alla valutazione adottato si distingue quindi da una classica analisi del rischio nel senso che invece di focalizzarsi “sulle cause e sulle conseguenze dirette per l’oggetto studiato”, (Turner et al., 2003) si concentra “sia sulle conseguenze per l’oggetto stesso che sulle conseguenze primarie e secondarie per l’ambiente circostante” (Turner et al., 2003). Si occupa infine di “ridurre tali conseguenze e di migliorare la capacità di gestire gli incidenti futuri” (Turner et al., 2003) per guidare il processo di gestione del rischio.

2.5.1.2. METODOLOGIA APPLICATA

La metodologia applicata, effettuata in ambiente GIS, ha permesso di produrre due output cartografici. Nel primo (M23) è rappresentato il risultato dell’overlay effettuato per gli 11 livelli individuati (Fig. 43). Il processo di overlay spaziale consiste nella sovrapposizione progressiva di vari elementi geo-spazializzati al fine di ottenere aree ad elevata concentrazione, ovvero quelle zone dove insiste un numero particolarmente

alto di elementi. Per ottenere la cartografia si è creato un nuovo dataset vettoriale in cui sono stati caricati gli 11 layers come livelli isolati. Questi sono rappresentati con lo stesso colore e "schiariti" in modo da mostrarne meglio la sovrapposizione. La seconda tavola (M24) è frutto di un'ulteriore elaborazione, per ottenerla si è operato inizialmente sulla tabella degli attributi di ogni layer, a cui è stato aggiunto un campo denominato "punteggio" contenente un punteggio fisso (in questo caso il valore "1"). Successivamente i diversi livelli sono stati uniti in un unico layer attraverso l'operazione di geoprocessing nota come "union". Sul nuovo livello è stato creato un nuovo campo denominato "somma" su cui si sono addizionati tutti i valori del campo "punteggio" (in totale 11, uno per ogni livello). Il campo così ottenuto, presenta valori variabili da un minimo di 1 (un solo strato insistente sull'area di riferimento, specificatamente la sezione di censimento) a un massimo di 11 (tutti gli strati sovrapposti su quella particolare sezione). Come ultimo passaggio, i risultati sono stati categorizzati per quantità in base al numero di sovrapposizioni e classificati su una scala da "irrilevante" (un solo livello) a "Estremo" (7 sovrapposizioni).

2.5.1.3. RISULTATI

Dall'analisi di sintesi emerge un quadro interessante. Le aree con valori di vulnerabilità epidemica maggiore, tra cui si sono scelte quattro aree campione, analizzate in dettaglio nel prossimo capitolo (par. 2.6.), sono disposte a "ferro di cavallo" attorno al centro consolidato della città. Si nota infatti come le sezioni con valori maggiori (da "alto" a "estremo" siano

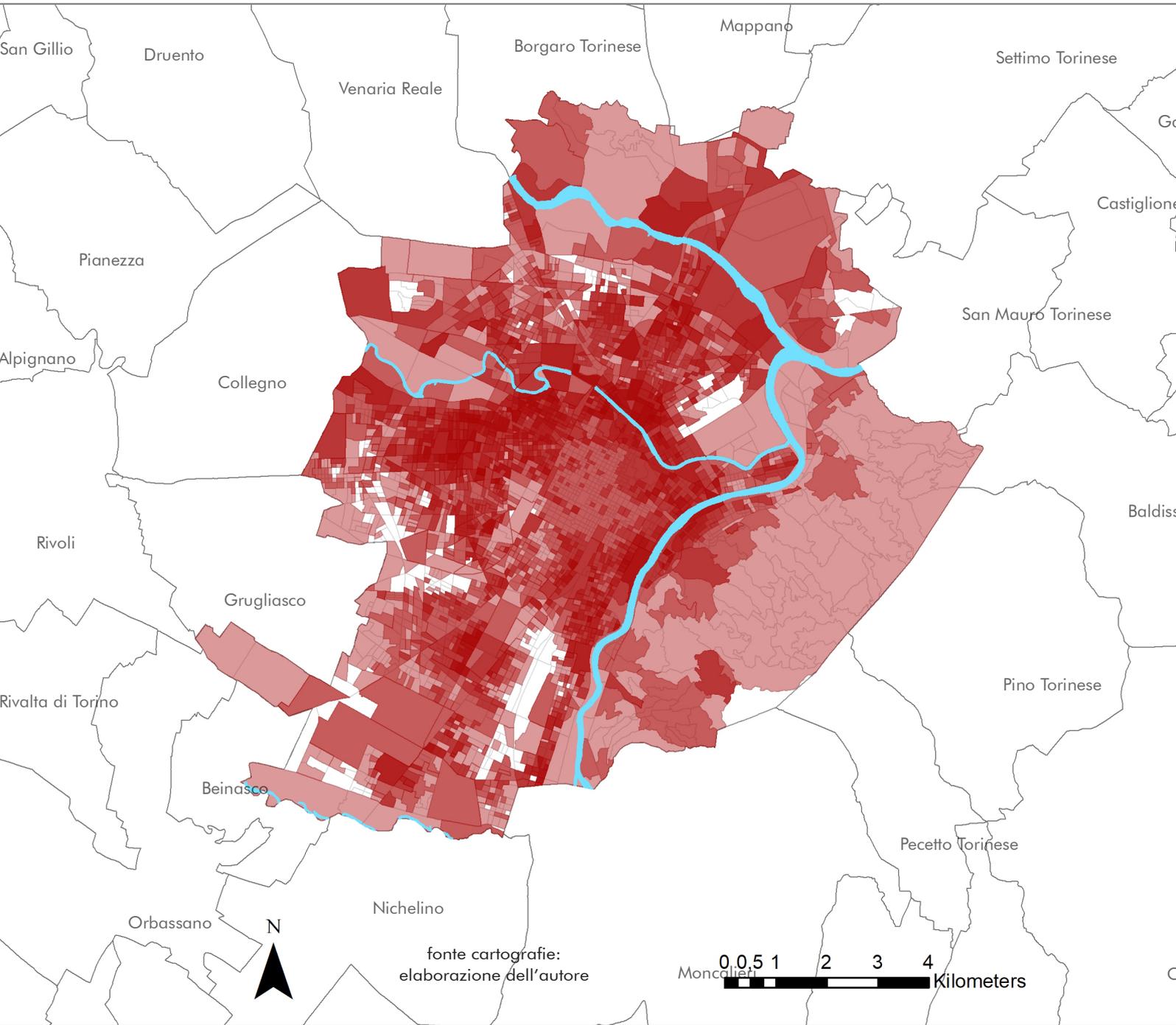
localizzate soprattutto nei quartieri di Aurora, San Donato, Cenisia, Parella e in modo minore in quelli di Barriera di Milano, San Salvario, Santa Rita. Emerge inoltre come il "centro" e le aree periferiche (la collina, Falchera, Mirafiori Sud, ecc) abbiano valori compresi tra "irrilevante" e "medio". L'analisi risulta parzialmente controintuitiva, era infatti lecito aspettarsi un grado di vulnerabilità relativamente alto nelle aree densamente "vissute" del centro. I risultati sembrano però contraddire questa ipotesi e offrono interessanti spunti di riflessione sul perché molti dei fattori di criticità insistano su zone non propriamente periferiche ma spesso tagliate fuori dalle dinamiche economico/turistico che caratterizzano aree più centrali.

2.5.1.4. BIBLIOGRAFIA

- Brooks, N. (2003) 'Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework', Tyndall Centre for Climate Change Research Working, (38).
- Brunetta, G. and Salata, S. (2019) 'Mapping Urban Resilience for Spatial Planning—A First Attempt to Measure the Vulnerability of the System', Sustainability. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 11(8), p. 2331. doi: 10.3390/su11082331.
- Lökvist-Andersen, A.-L. et al. (2004) 'Modelling Society's Capacity to Manage Extraordinary Events', Society for Risk Analysis, pp. 1–11.
- Wolf, S. (2012) 'Vulnerability and risk: Comparing assessment approaches', Natural Hazards, 61(3), pp. 1099–1113. doi: 10.1007/s11069-011-9968-4.
- Turner, B. L. et al. (2003) 'A framework for vulnerability analysis in sustainability science', Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(14), pp. 74–79. doi: 10.11764/j.issn.1672-1926.2014.S1.0091.

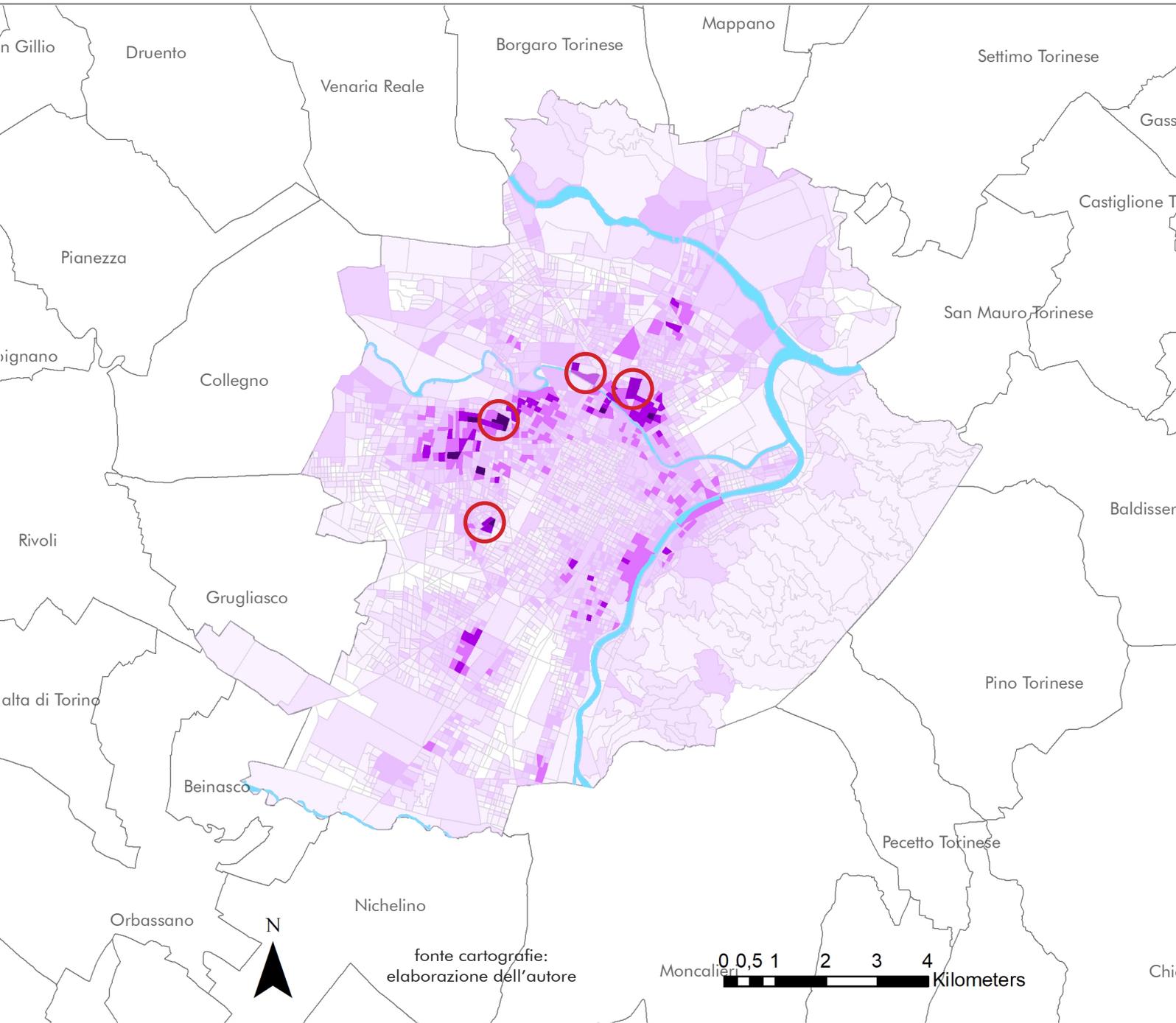
FATTORI	ELEMENTI DI VULNERABILITA'	SOGLIA CRITICA	U.M.	METODO DI CALCOLO	FONTI DATI PRINCIPALE
demografici	densità di popolazione	densità pop. > 100 ab/ha	abitanti/ha	hot spot analysis	ISTAT
	affollamento abitativo	densità ab. > 6,6 ab/mq	abitanti/100 mq	hot spot analysis	ISTAT
	età della popolazione	età > 65 anni	n° abitanti età >65 anni/abitanti totali	hot spot analysis	ISTAT
morfologici	altezza degli edifici	n° piani > 5	n° piani	hot spot analysis	BDTRE
	epoca di costruzione	periodo di costruzione compreso tra 1950-1990	periodo di costruzione	Kernel Density	CITTA' DI TORINO
	compattezza dell'edificato	Gi index (HSA) > 1	mq SLP/mq sezione di censimento	hot spot analysis	BDTRE
ambientali	inquinamento atmosferico	concentrazione NO2 > 40 µg/m3	µg/m3	Kernel Density	ARPA "CHE ARIA TIRA"
	inquinamento acustico	dB (A) > 80	db (A) - decibel	Buffer	ARPA
	aree di riproduzione dei vettori	distanza da corpi idrici < 500 m	metri lineari	Buffer	CLC - CORINE LAND COVER
di attività	densità di attività commerciali	Gi index (HSA) > 1	n° attività per sezione cens./ha sez. cens.	hot spot analysis	CAMERA DI COMMERCIO (TO)
	distribuzione degli attrattori urbani	nessuna	nessuna	Spatial Join	PTC2 - Piano territoriale di Coordinamento Provinciale
Valutazione di sintesi	grado di vulnerabilità epidemica	grado di vulnerabilità > "medio"	livelli di overlay dei fattori	Spatial Overlay	Elaborazione Propria

Fig.43. tabella di sintesi dei fattori di vulnerabilità e delle loro principali caratteristiche - elaborazione propria



M.23 OVERLAY DEI FATTORI DI VULNERABILITA' EPIDEMICA

- | | | | |
|---|----------------------------|--|---------------------------------------|
|  | Densità di Popolazione |  | Inquinamento Acustico |
|  | Età della popolazione |  | Aree di riproduzione dei vettori |
|  | Affollamento abitativo |  | Densità di attività commerciali |
|  | Altezza degli edifici |  | Distribuzione degli attrattori urbani |
|  | Epoca di Costruzione |  | Reticolo Idrografico Principale |
|  | Compattezza dell'edificato |  | Sezioni di censimento |
|  | Inquinamento Atmosferico |  | Confine Comunale |



M.24 VALUTAZIONE DI SINTESI DEL GRADO DI VULNERABILITA' EPIDEMICA

- | | |
|---|--|
|  estremo → [n° livelli in overlay = 7] |  Reticolo Idrografico Principale |
|  elevato → [n° livelli in overlay = 6] |  Sezioni di censimento |
|  alto → [n° livelli in overlay = 5] |  Confine Comunale |
|  medio → [n° livelli in overlay = 4] |  Aree particolarmente vulnerabili (par 2.6) |
|  basso → [n° livelli in overlay = 3] | |
|  molto basso → [n° livelli in overlay = 2] | |
|  irrilevante → [n° livelli in overlay = 1] | |

2.6. ANALISI DELLE AREE PARTICOLARMENTE VULNERABILI

Il focus di questo capitolo è quello di individuare quali delle aree con elevato grado di vulnerabilità epidemica già identificate (par 2.5.1.) e (M25) hanno requisiti di criticità tali da giustificare un'ulteriore analisi ad una scala differente. La prima area selezionata è quella denominata "Torri Michelin Nord" (M26), situata nel quartiere Borgata Vittoria. Si tratta di complesso residenziale/terziario di edifici a torre collocati su una "piastra" commerciale (fig. 44). L'area è considerata particolarmente vulnerabile in quanto presenta elevate densità abitative e un tessuto urbano molto compatto che si presta ad interazioni di contagio tra gli abitanti. Ulteriore fattore di criticità epidemica sono le tipologie edilizie presenti, che possono diventare luoghi privilegiati di contagio in caso di alcuni agenti patogeni. La seconda area identificata (M27) è quella denominata "via San Paolo", nel quartiere Borgo San Paolo. La zona è di matrice inizio novecentesca (fig.45), caratterizzata per l'assenza di aree aperte fruibili diffuse (ad esempio all'interno degli isolati) e per la presenza di medie e grandi strutture di vendita che data la grande "capacità" possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica. La zona si distingue anche per un elevato indice di sviluppo compatto e di età media dei residenti. Problematica, è anche la sezione stradale antistante alle attività su strada sviluppata più come spazio per le automobili (parcheggi) che come spazio pubblico di socialità. La terza area identificata (M28) è quella denominata "Borgo Campidoglio" è compresa C.so Svizzera, c.so Tassoni,

via Nicola Fabrizi e via Netti nella parte occidentale del quartiere San Donato. La zona ha un discreto carattere commerciale e residenziale ed una rete stradale particolarmente fitta con unità immobiliari di altezza ridotta rispetto alla media dei quartieri circostanti (fig.46). La zona ha quindi elevata densità "orizzontale" e una sezione stradale carrabile inferiore a 10 metri che crea possibili implicazioni sull'aerazione e sull'illuminazione naturale degli ambienti. Inoltre, la scarsa qualità dell'edificato spesso caratterizzato da età media degli edifici avanzata e precario stato di manutenzione, può favorire la diffusione di patogeni in determinate circostanze. La quarta area (M29) è quella denominata "ex OGM", compresa tra C.so Vercelli, C.so Vigevano, Via Carmagnola e via Gen. Luigi Damiano nella parte a Nord della Dora del quartiere Aurora (fig.47). L'elevata vulnerabilità è dovuta alla scarsa qualità dell'edificato spesso caratterizzato da precario stato di manutenzione e talvolta sovraffollamento, alla bassa qualità ambientale e per lo stato di generale abbandono e degrado che ha possibili influenze sulla salute psicologica delle persone e sulla presenza di habitat per vettori nocivi. Pesa anche l'elevato livello di disfunzionalità delle aree aperte che non hanno dotazioni tali da renderle appetibili come luoghi di attività e svago. Infine, si verifica anche la presenza di medie e grandi strutture sportive chiuse che possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica e non offrono ridondanza in caso di confinamenti prolungati.

M.25 - LOCALIZZAZIONE DELLE AREE PARTICOLARMENTE VULNERABILI



AREA #1: "TORRI MICHELIN NORD"
 45° 5'28.52"N - 7°40'19.66"E
 SUPERFICIE: 100.028,15 mq



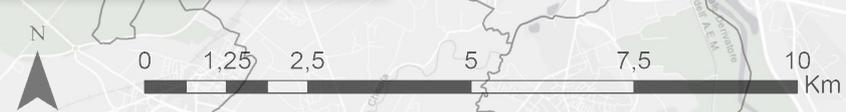
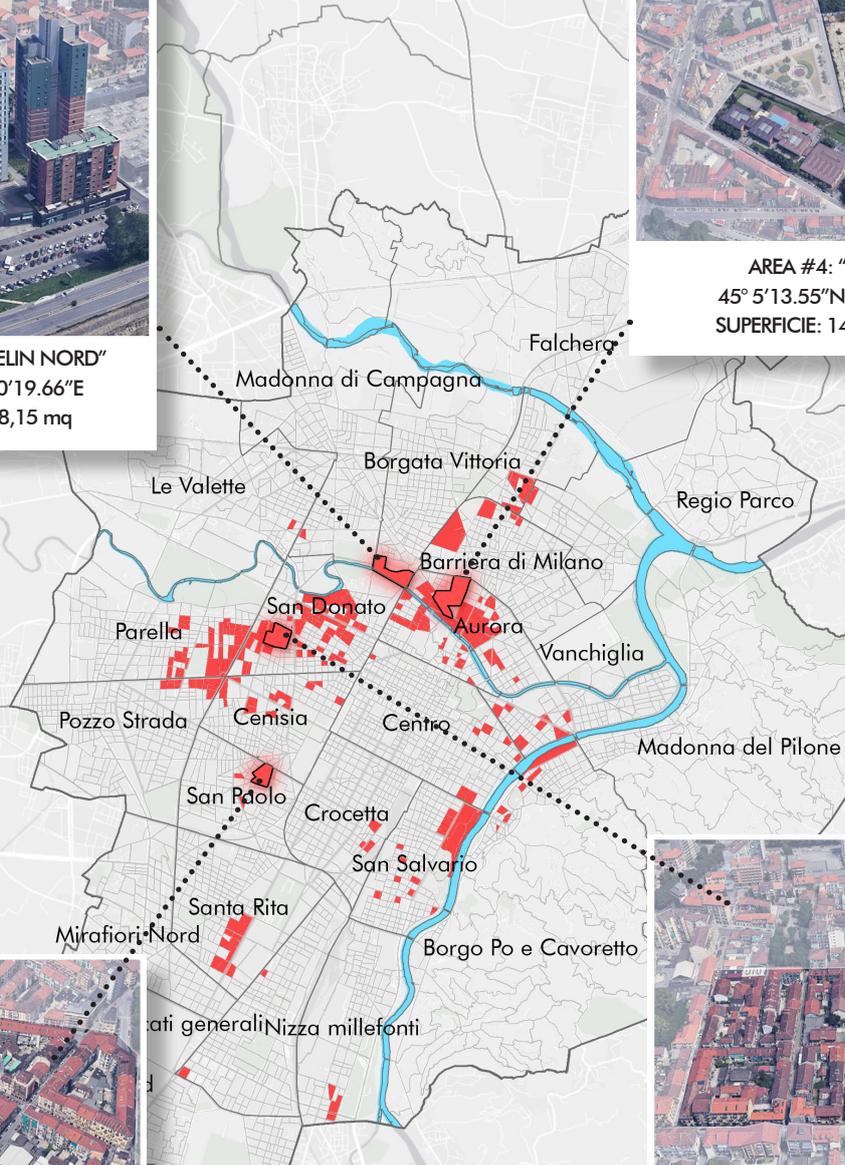
AREA #4: "EX OGM"
 45° 5'13.55"N - 7°41'8.88"E
 SUPERFICIE: 144.745,12 mq



AREA #2: "VIA SAN PAOLO"
 45° 3'44.97"N - 7°38'58.73"E
 SUPERFICIE: 57.303,39 mq



AREA #3: "BORGO CAMPIDOGLIO"
 45° 4'52.25"N - 7°39'10.15"E
 SUPERFICIE: 85.625 mq



fonte cartografie:
 elaborazione dell'autore

M.26 - INQUADRAMENTO AREA#1: "TORRI MICHELIN NORD"

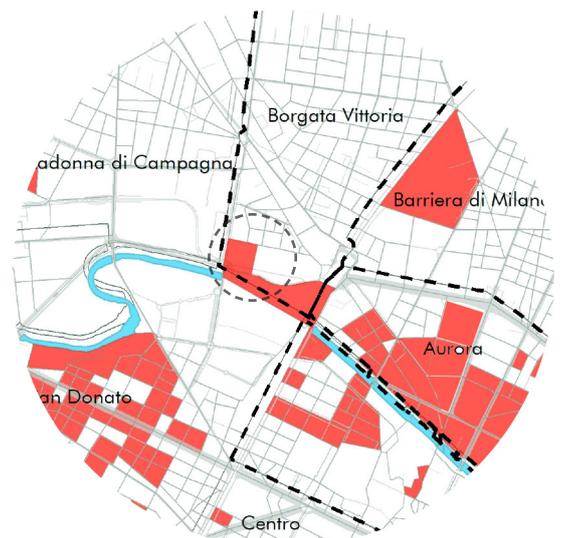
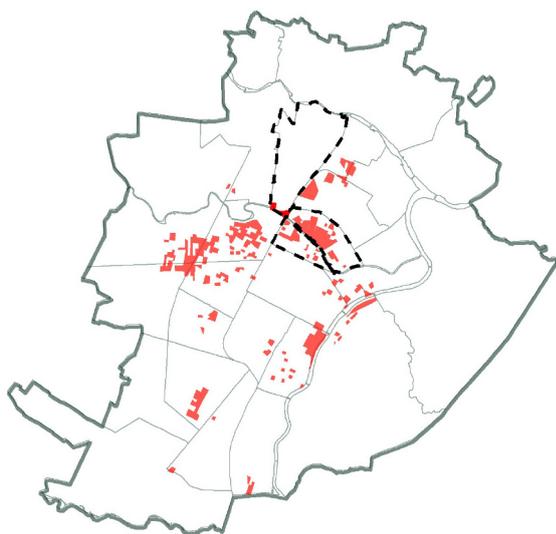
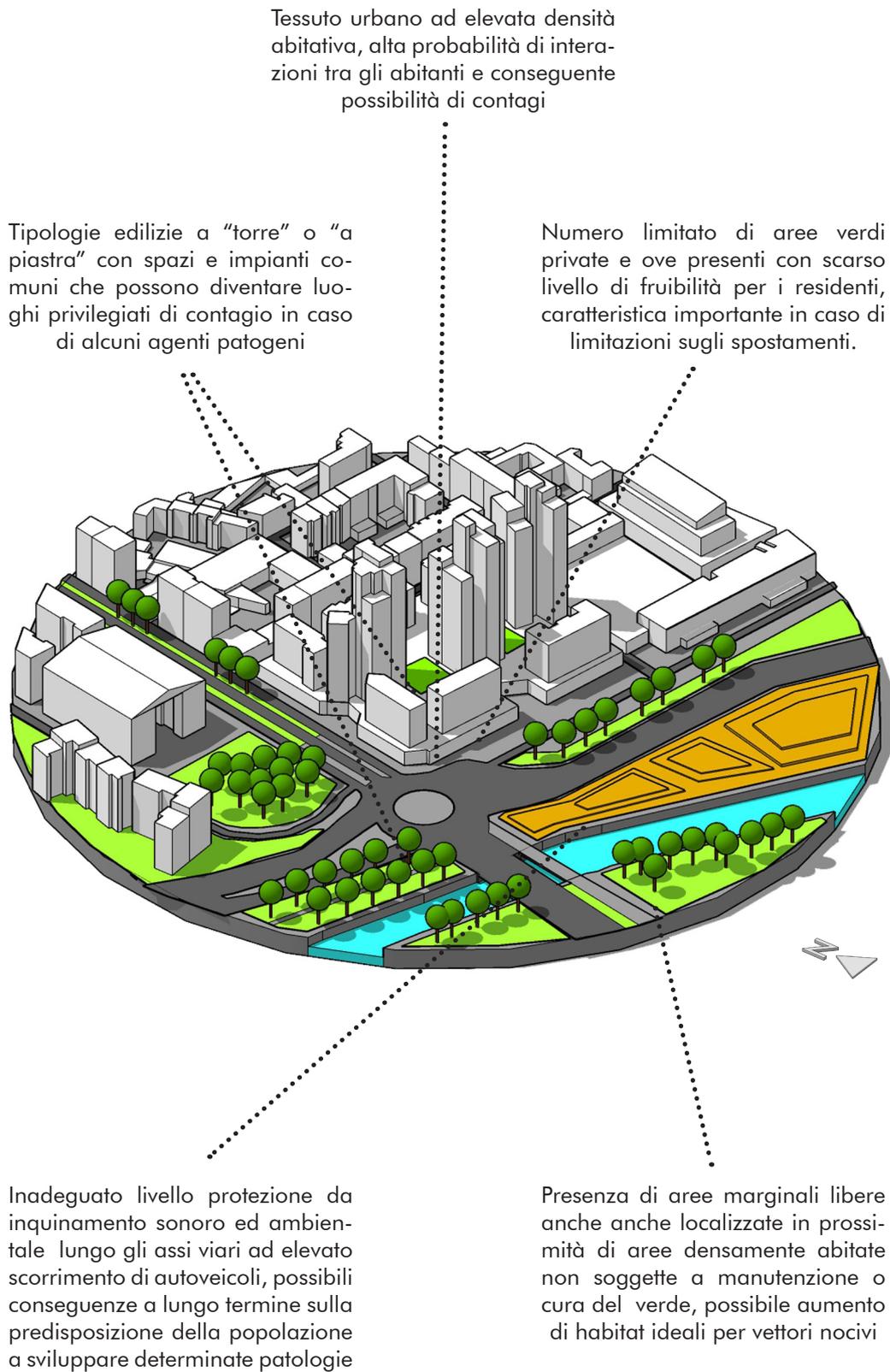


Fig.44 - Assonometria isometrica dell'area "torri Michelin Nord" con l'identificazione degli elementi di vulnerabilità trasposti alla scala urbana - fuori scala - elaborazione dell'autore



M.27 - INQUADRAMENTO AREA #2: "VIA SAN PAOLO"

Area sviluppata con
assonometria isometrica



fonte cartografie:
elaborazione dell'autore

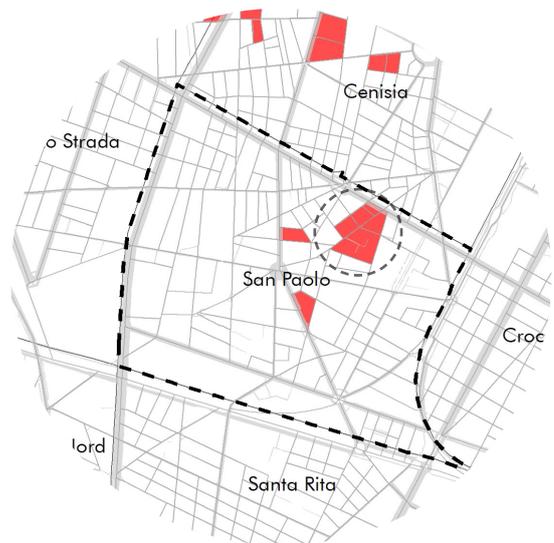
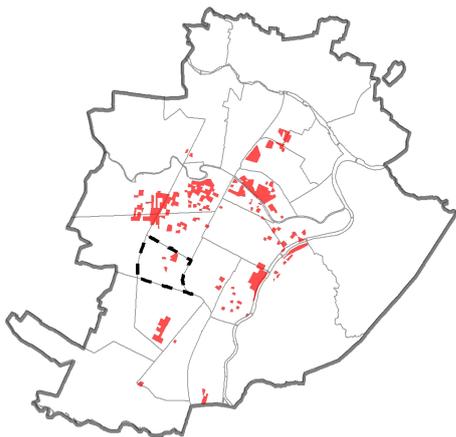
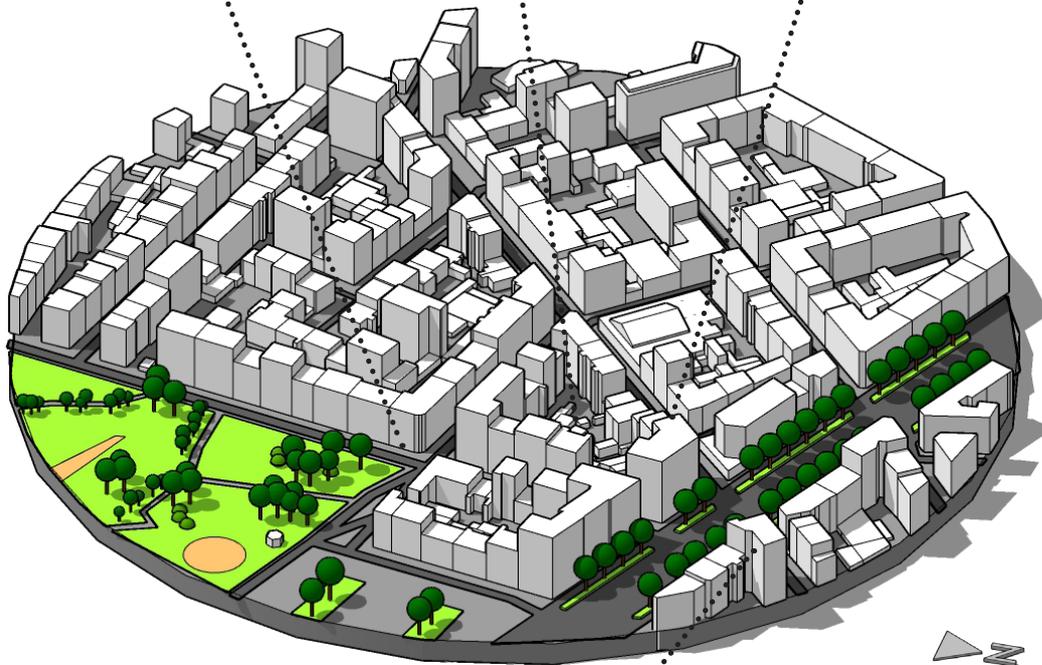


Fig.45 - assonometria isometrica dell'area "via San Paolo" con l'identificazione degli elementi di vulnerabilità trasposti alla scala urbana- fuori scala - elaborazione dell'autore

Assenza di aree aperte fruibili diffuse (ad esempio all'interno degli isolati) che portano gli abitanti a concentrarsi nei parchi e nelle piazze con maggiori opportunità di contagio.

Presenza di medie e grandi strutture di vendita che data la grande "capacità" possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica

Spazio dedicato alla mobilità pedonale ridotto con marciapiedi di dimensione non superiore a 1,50 m che rendono difficile pratiche di distanziamento



Sezione stradale antistante alle attività sul corso sviluppata più come spazio per le automobili (parcheggi) che come spazio pubblico di socialità per le persone o estensione pertinenziale per attività commerciali (dehors), conseguentemente costretto ad assembramenti per i fruitori delle attività

Fig.46 - assonometria isometrica dell'area "borgo Campidoglio" con l'identificazione degli elementi di vulnerabilità epidemica trasposti alla scala urbana- fuori scala - elaborazione dell'autore

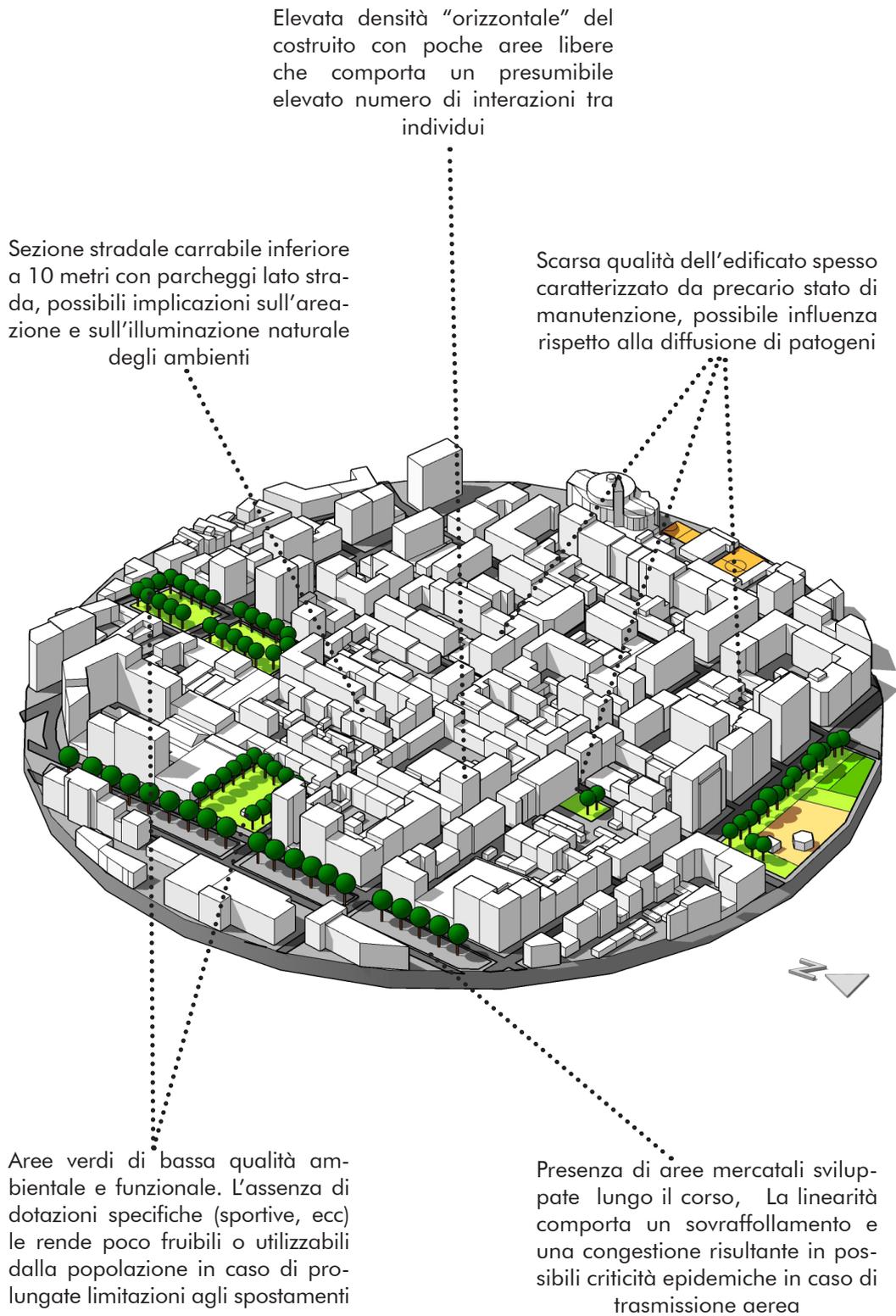
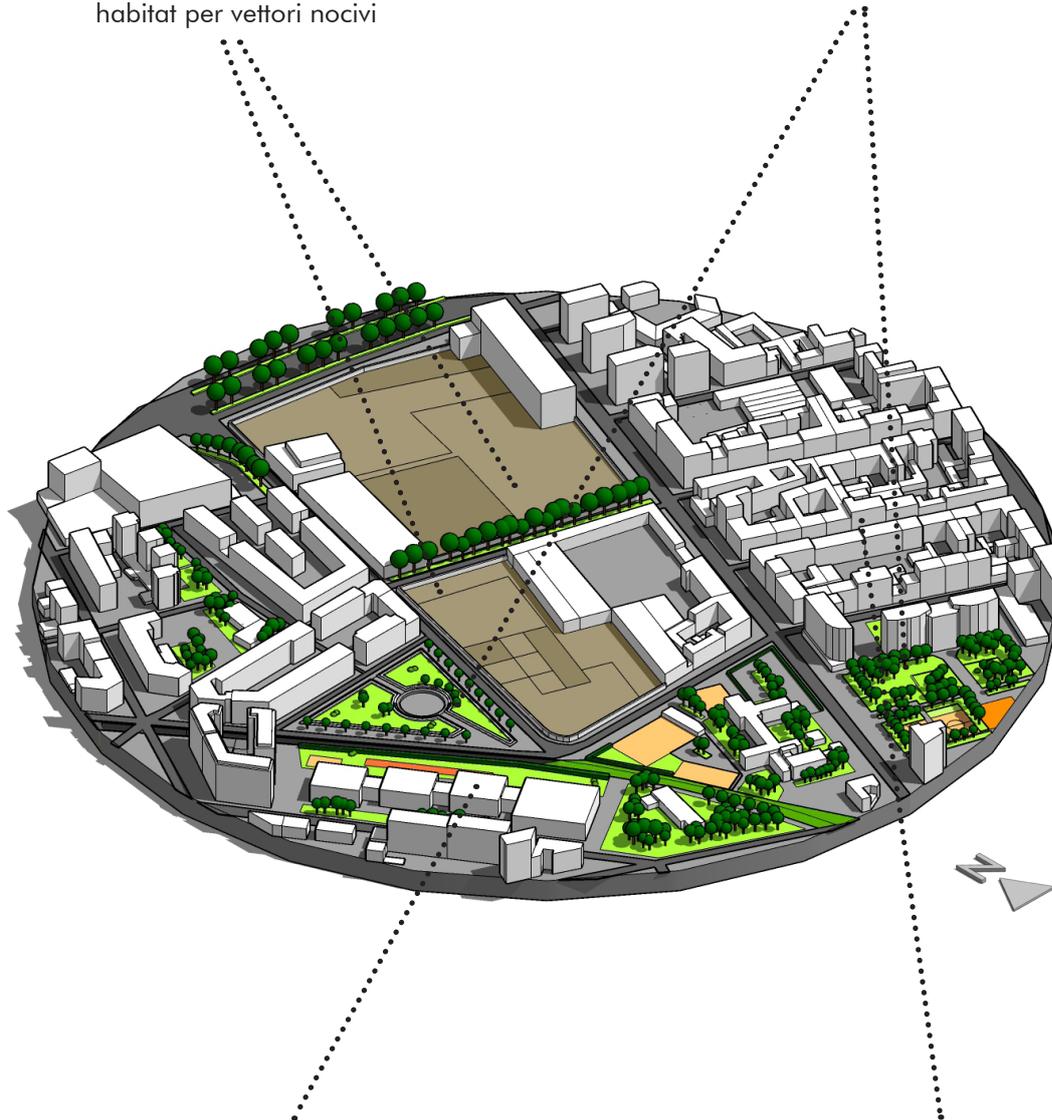


Fig.47 - assonometria isometrica dell'area "ex OGM" con l'identificazione degli elementi di vulnerabilità epidemica trasposti alla scala urbana- fuori scala - elaborazione dell'autore

Bassa qualità ambientale dovuta sia alla presenza di grandi "vuoti urbani", sia per lo stato di generale abbandono e degrado diffuso, possibili influenze sulla salute psicologica delle persone e sugli habitat per vettori nocivi

Elevato livello di disfunzionalità delle aree aperte che non hanno dotazioni e frequentazioni tali da renderle appetibili come luoghi di attività e svago



Presenza di medie e grandi strutture scolastico/sportive "coperte" che possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica e non offrono ridondanza in caso di chiusure

Scarsa qualità dell'edificato spesso caratterizzato da precario stato di manutenzione e talvolta sovraffollamento, possibile influenza rispetto alla probabilità di diffusione di patogeni infettivi

PARTE III - PROPOSTA
OPERATIVA
SOLUZIONI PER UN DESIGN RESILIENTE

3. SOLUZIONI PER UN DESIGN RESILIENTE

Questa terza parte del lavoro è costruita in continuità alle questioni lasciate aperte dal capitolo precedente, centrato essenzialmente sulla problematica localizzativa (WHERE), cercando di rispondere alle seguenti domande: “quali misure di adattamento alla vulnerabilità epidemica è possibile mettere nell’ambiente urbano? (WHAT), e poi “perché esse sono necessarie?” (WHY), e ancora “come si possono tradurre le misure in un progetto urbanistico?” (HOW). A livello concettuale, si è sviluppata la risposta a queste domande focalizzandosi su due obiettivi principali. In primo luogo, costruire un “abaco” progettuale capace di offrire un “pacchetto” di soluzioni di tecnica urbanistica capaci di agire, in una logica di adattamento, sulla vulnerabilità epidemica alla scala urbana. In secondo luogo, cercare di sviluppare delle suggestioni progettuali capaci di mettere insieme le singole azioni contenute nell’abaco in un sistema coerente, al fine di re-immaginare in ottica resiliente le quattro aree critiche già analizzate al par. 2.6. Il tema di fondo di questa parte è quello di sviluppare delle strategie generali di adattamento strutturando risposte resilienti rispetto alla vulnerabilità epidemica. Nell’affrontare questo tema è importante stabilire preliminarmente quali relazioni legano la resilienza con i concetti di vulnerabilità e adattamento. Entrambe, come suggerito da alcuni autori (Brunetta et al., 2019), possono essere viste come le due variabili per definire la “resi-

lienza di un sistema”. Declinando il concetto alla scala della città si può quindi comprendere come l’obiettivo della ricerca progettuale sia di “aumentare la capacità del sistema urbano di rispondere a turbolenze ed eventi inattesi, mantenendo o rapidamente ritornando alle funzioni di base per sviluppare capacità di adattamento e innovazione” (Brunetta and Caldarice, 2019). A livello metodologico, l’abaco è stato costruito a partire dalle best practices descritte nella letteratura scientifica, sistematizzando e giustificando le misure di adattamento messe in atto in altri contesti in un sistema coerente strutturato in quattro strategie generali (abitare, lavorare, riconnettersi e muoversi) e undici azioni di adattamento specifiche. Ogni azione è stata applicata ad una delle “aree particolarmente vulnerabili” (par 2.6) in modo da mostrarne una possibile ricaduta visuale e normativa nel contesto della città di Torino. La somma delle singole azioni ha trovato poi una sintesi nella parte dei concept progettuali (par.3.2.) realizzate attraverso schemi assonometrici.

- Brunetta, G. et al. (2019) ‘Territorial resilience: Toward a proactive meaning for spatial planning’, *Sustainability* (Switzerland), 11(8). doi: 10.3390/su11082286.
- Brunetta, G. and Caldarice, O. (2019) ‘Spatial Resilience in Planning: Meanings, Challenges, and Perspectives for Urban Transition’, in Leal Filho, W. et al. (eds) *Sustainable Cities and Communities*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-3-319-71061-7_28-1.

3.1. ABACO DELLE MISURE DI ADATTAMENTO

Le misure di adattamento individuate (fig.48) servono a costruire un abaco utile per il progettista al fine di rendere l'ambiente urbano resiliente rispetto ad una potenziale crisi epidemica. A livello metodologico, lo sviluppo delle misure è nato a partire da alcuni studi presenti in letteratura (Sharifi and Khavarian-Garmsir, 2020)(Barton, Mitcham and Tsourou, 2003)(Sanchez and Duhl, 1999), successivamente "affinato" attraverso un lavoro di osservazione delle morfologie urbane della città oggetto di studio (Torino), ed infine "declinato" urbanisticamente attraverso lo strumento normativo delle norme di attuazione (N.d.A.) del Piano regolatore Comunale della città (PRGC) (Città di Torino, 2014). Riguardo quest'ultimo passaggio, si mette in evidenza come per trasferire sul piano tecnico le azioni di intervento si siano utilizzati quei parametri di trasformazione, contenuti nell'art.2 comma 52, organizzati in "parametri urbanistici" (come l'indice di edificabilità territoriale e fondiario, indice medio di superficie abitativa, destinazioni d'uso, ecc) e "parametri edilizi" (tra cui il rapporto di copertura, dotazione di aree a verde privato, altezza dei fabbricati, distanza dal filo stradale o dal filo edilizio). Per quanto riguarda l'organizzazione delle misure si è cercato di renderle più comprensibili possibile attraverso una strutturazione in assi strategici e azioni di intervento (analizzate nel dettaglio nei par. da 3.1.1. a 3.1.11.). Gli assi sono quattro e sono articolati ispirandosi liberamente alle funzioni che le persone svolgono

all'interno della città così come suggerite dalla carta di Atene del 1938. La prima, "Abitare", rimanda alla dimensione della residenza e si concentra su tre azioni di intervento destinate a modificare le condizioni urbanistico/edilizie del luogo dove si vive al fine di evitare sia l'insorgere di potenziali epidemie sia le dinamiche di contagio. La seconda, "Lavorare" è relativa alla dimensione dell'attività umana e mira ad alterare le condizioni urbanistico/edilizie per contenere possibili contagi nel luogo dove si lavora o si svolgono le attività quotidiane. La terza, "Riconnettersi" si concentra sull'interazione con l'ambiente "naturale", rimandando alla qualità della dimensione ecologica e focalizzandosi soprattutto su misure per contenere alcune delle cause predisponenti a epidemie infettive. L'ultima strategia, "muoversi" rimanda alla dimensione del moto nello spazio e si articola in due interventi che cercano di tracciare un ponte tra il mondo del contenimento di agenti infettivi e quello della sostenibilità.

- Barton, H., Mitcham, C. and Tsourou, C. (2003) Healthy urban planning in practice : experience of European cities.
- Sanchez, A. K. and Duhl, L. J. (1999) Healthy Cities and the City Planning Process, WHO regional office for europe.
- Sharifi, A. and Khavarian-Garmsir, A. R. (2020) 'The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management', Science of the Total Environment, 749, pp. 1–3. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142391.
- Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione'.

ASSI STRATEGICI	AZIONI DI INTERVENTO	PARAMETRO DI TRASFORMAZIONE ex art. 2 comma 52 N.dA PRGC TO	TIPOLOGIA PARAMETRO	RATIO
Abitare	DIMINUIRE LA DENSITA' EDILIZIA	a) indice di edificabilita' territoriale e fondiario b) indice medio di superficie abitativa	urbanistico	Elevate densità comportano un maggiore numero di interazioni tra esseri umani, ergo maggiore possibilità di contagio da patogeni
	INCREMENTARE LA DISTANZA TRA GLI EDIFICI	a) distanza fra fabbricati b) distanza dal filo stradale o dal filo edilizio	edilizio	Edifici molto compatti non permettono un'adeguata circolazione dell'aria ed aerazione che può portare a condizioni di insalubrità
	RIDURRE L'ALTEZZA MASSIMA DEGLI EDIFICI	a) numero di piani consentito b) altezza massima dei fabbricati	edilizio	Maggiore il numero di piani, maggiore la presenza di impianti e spazi comuni agli edifici che comportano maggiori possibilità di trasmissione epidemica
Lavorare	FAVORIRE LA DIFFUSIONE DELLE ATTIVITA' DI VICINATO	a) destinazioni d'uso	urbanistico	Le medie e grandi strutture di vendita, dato il grande bacino di utenza possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica
	INCREMENTARE LA SUPERFICIE PERTINENZIALE ESTERNA PER LE ATTIVITA' COMMERCIALI	a)superficie fondiaria e territoriale b) distanza dal filo stradale o dal filo edilizio c) spessore del corpo di fabbrica	urbanistico edilizio	superfici di vendita esterne aumenterebbero gli spazi utili delle attività e non costringerebbero i fruitori assembrarsi
	TRANSIZIONE DA SPAZI AD USO COLLETTIVO «CHIUSI» AD «APERTI»	a) rapporto di copertura b) dotazione di servizi prevista nel Piano.	urbanistico edilizio	Spazi chiusi ad elevata attrattività possono diventare luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica e non offrono ridondanza in caso di chiusure
Riconnettersi	MIGLIORARE LA CURA DELLE AREE MARGINALI URBANE E PERIURBANE	a) destinazioni d'uso b) dotazione di servizi prevista nel Piano.	urbanistico	La proliferazione di vettori avviene ovunque ci sia acqua stagnante, anche in aree molto piccole, aree curate hanno più probabilità di sviluppare ecosistemi capaci di contenere naturalmente i vettori
	AUMENTARE LA QUOTA DI VERDE URBANO PUBBLICO E PRIVATO	a) dotazione di superficie a parcheggio privato b) distanza dal filo stradale o dal filo edilizio c) dotazione di aree a verde privato	edilizio	L'inquinamento sonoro ed ambientale, come quello lungo gli assi viari o vicino ad attività rumorose, è stato collegato a conseguenze a lungo termine sulla predisposizione della popolazione a sviluppare determinate patologie
	AUMENTARE IL NUMERO DELLE AREE ATTREZZATE PER ATTIVITA' ALL'APERTO	a) dotazione di servizi prevista nel Piano. b) destinazioni d'uso	urbanistico	Aumentare le aree attrezzate per attività all'aperto sia pubbliche che private aumenta la fruibilità in caso di prolungati confinamenti, aumentando la resilienza del sistema alle epidemie
Muoversi	AUMENTARE L'AMPIEZZA DELLA VIABILITA' PER MOBILITA' DOLCE	a) superficie fondiaria e territoriale b) dotazione di superficie a parcheggio privato c) distanza dal filo stradale o dal filo edilizio	urbanistico edilizio	La linearità e un dimensionamento insufficiente della viabilità possono comportare congestione, risultante in assembramento e quindi maggiore trasmissività per agenti patogeni.
	AUMENTARE L'OFFERTA DEI PERCORSI CICLO-PEDONALI	a) distanza dal filo stradale o dal filo edilizio b) superficie fondiaria e territoriale c) destinazioni d'uso	urbanistico edilizio	La transizione verso una mobilità sostenibile comporta un miglioramento delle condizioni di salute e una diminuzione degli inquinanti che possono favorire o trasmettere l'infezione.

Fig.48 - Tabella di sintesi delle misure di adattamento - elaborazione dell'autore

3.1.1. DIMINUIRE LA DENSITA' EDILIZIA

Una delle misure più impattanti sul profilo della riduzione del rischio della vulnerabilità epidemica è la diminuzione della densità edilizia. La ragione risiede nel fatto che elevate densità comportano un maggiore numero di interazioni tra esseri umani, dunque una maggiore possibilità di contagio da patogeni. Riprogettare la città adattando i parametri di

trasformazione urbanistici ex art.2 comma 52 N.d.A. del PRGC comporterebbe modifiche ai parametri dell'indice di edificabilità e di indice medio di superficie abitativa, ergo potrebbe portare ad un "ridisegno urbanistico" così come schematizzato nella fig.49 e a nuovi scenari urbani come immaginato nel confronto tra fig 50 e fig 51.

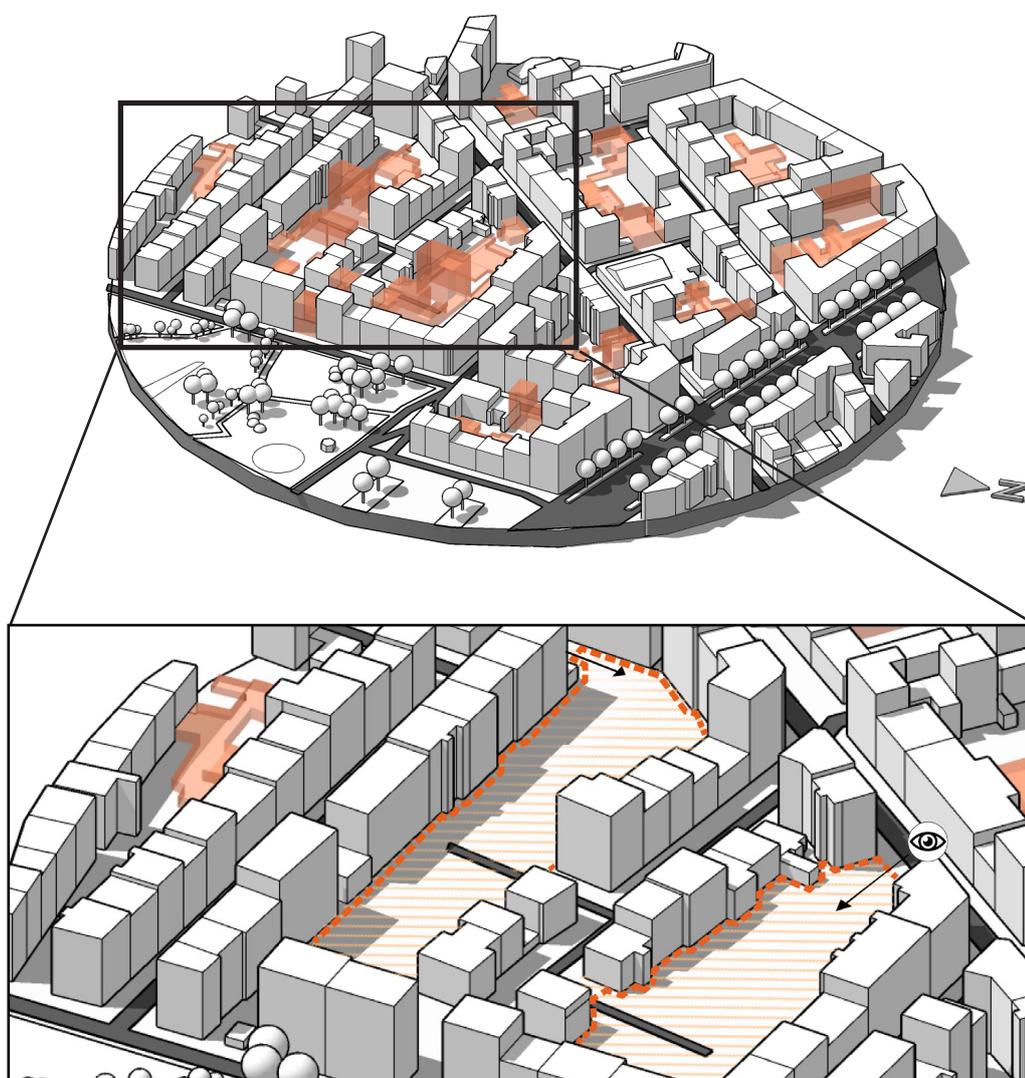


Fig.49 - Una modifica dei parametri di trasformazione potrebbe aiutare a diminuire la densità edilizia nell'area "San Paolo", liberando lo spazio centrale degli isolati "a corte" (par. 2.6) - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.50 - Presa fotografica di Via San Paolo rappresentante lo stato attuale della sistemazione urbanistica ed edilizia del quartiere - fonte: google earth



Fig.51- Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'alterazione dei parametri di trasformazione ex art.2 comma 52 PRGC con conseguente apertura dello spazio interno agli isolati "a corte" - fonte: elaborazione dell'autore

3.1.2. INCREMENTARE LA DISTANZA TRA GLI EDIFICI

Una delle vie per ridurre la vulnerabilità epidemica in ambiente urbanizzato è quella di diminuire la distanza tra gli edifici. La ragione risiede nel fatto che edifici molto compatti non permettono un'adeguata circolazione dell'aria ed aerazione, che può portare a condizioni di insalubrità. Riprogettare la città adattando i parametri di trasformazione

urbanistici ex art.2 comma 52 N.d.A. del PRG comporterebbe modifiche ai parametri di distanza fra fabbricati e di distanza dal filo stradale o dal filo edilizio, questo potrebbe portare ad un "ridisegno urbanistico" così come schematizzato nella fig.52 e a nuovi scenari urbani come immaginato nel confronto tra fig .53 e fig 54.

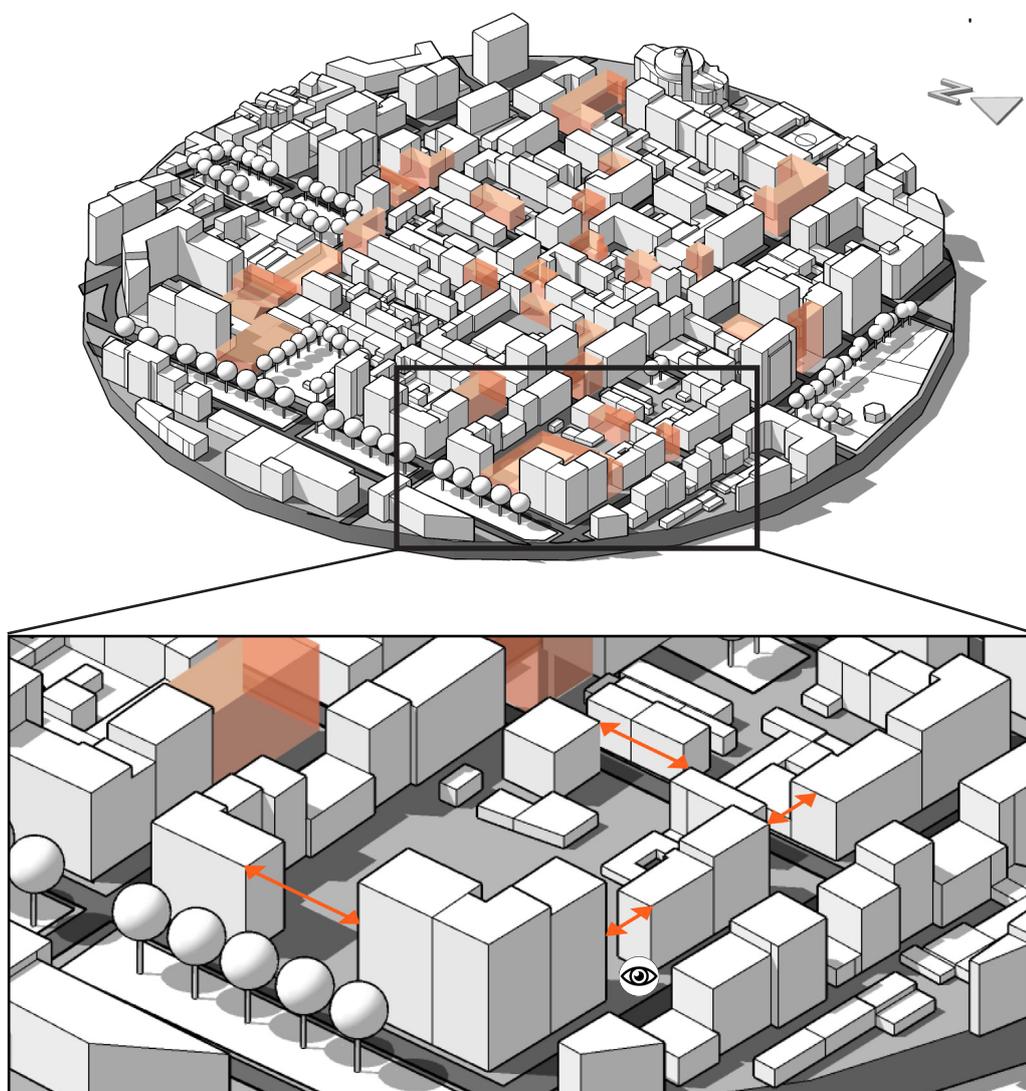


Fig.52 - Una modifica dei parametri di trasformazione aiuterebbe a creare nuove aperture nella cortina edilizia, aumentando arieggiamento e illuminazione nell'area "Campidoglio" (par. 2.6) - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.53 - Presa fotografica di via Nicola Fabrizi rappresentante lo stato attuale della sistemazione urbanistica ed edilizia del quartiere "Campidoglio" - fonte: google earth



Fig.54- Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'alterazione dei parametri di trasformazione ex art.2 comma 52 PRGC e la conseguente apertura del fronte dell'isolato lungo via Nicola Fabrizi - elaborazione dell'autore

3.1.3. RIDURRE L'ALTEZZA MASSIMA DEGLI EDIFICI

Per ridurre la vulnerabilità epidemica è possibile agire sull'altezza degli edifici. La ragione risiede nel fatto che maggiore il numero di piani, maggiore la presenza di impianti e spazi comuni all'interno degli edifici che comportano maggiori possibilità di trasmissione epidemica. Riprogettare la città adattando i parametri di trasformazione

urbanistici ex art.2 comma 52 N.d.A. del PRG comporterebbe modifiche ai parametri relativi al numero di piani consentito e all'altezza massima dei fabbricati. Questo potrebbe portare ad un "ridisegno urbanistico" come quello schematizzato nella fig.55 e a nuovi scenari urbani come si evince dal confronto nelle figure 56 e 57.

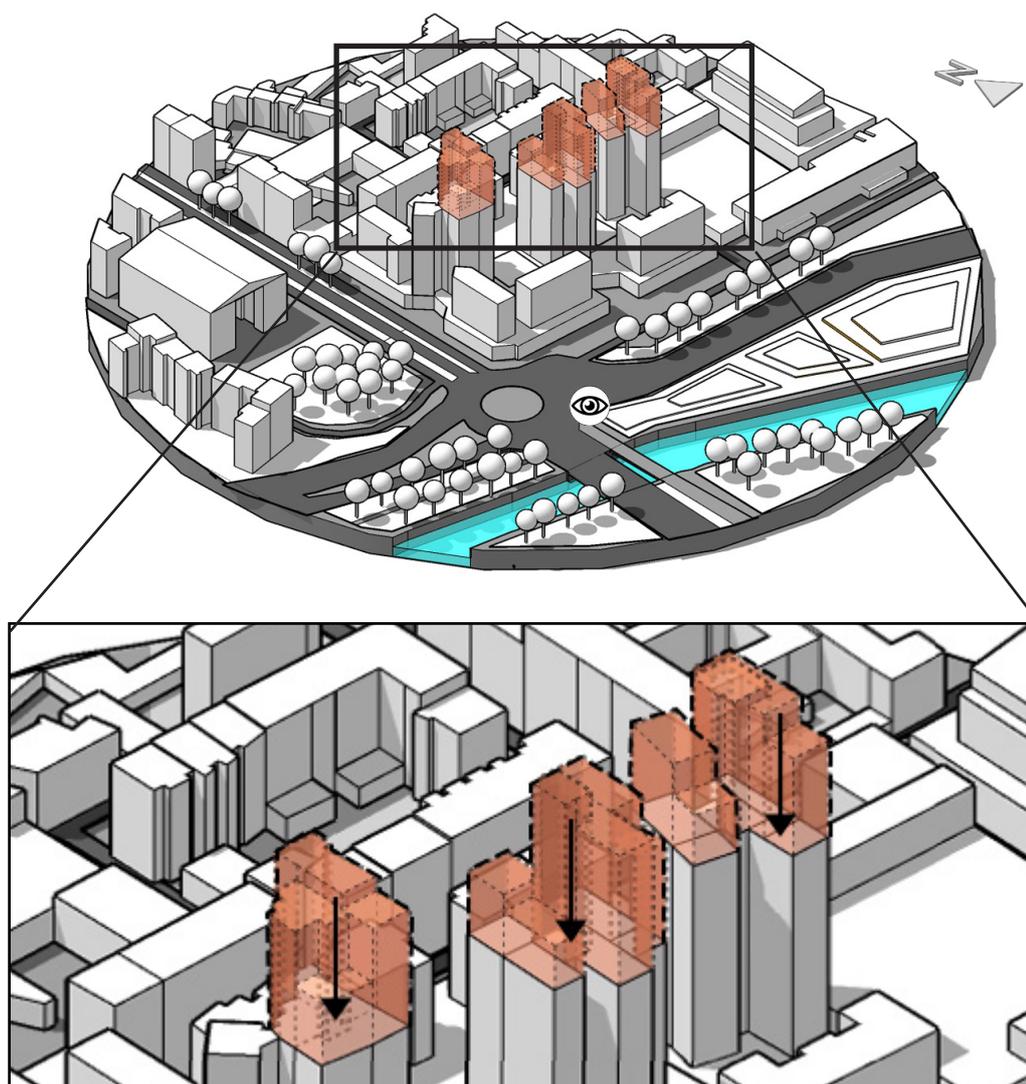


Fig.55 - Una modifica dei parametri di trasformazione, come altezza e numero di piani, permetterebbe una modifica dello "skyline" di alcune aree della città, come quella della zona "Torri Michelin" (par. 2.6) - elaborazione dell'autore



 Fig.56- Presa fotografica delle "torri Michelin Nord" rappresentante lo skyline caratterizzante l'area. fonte: google earth

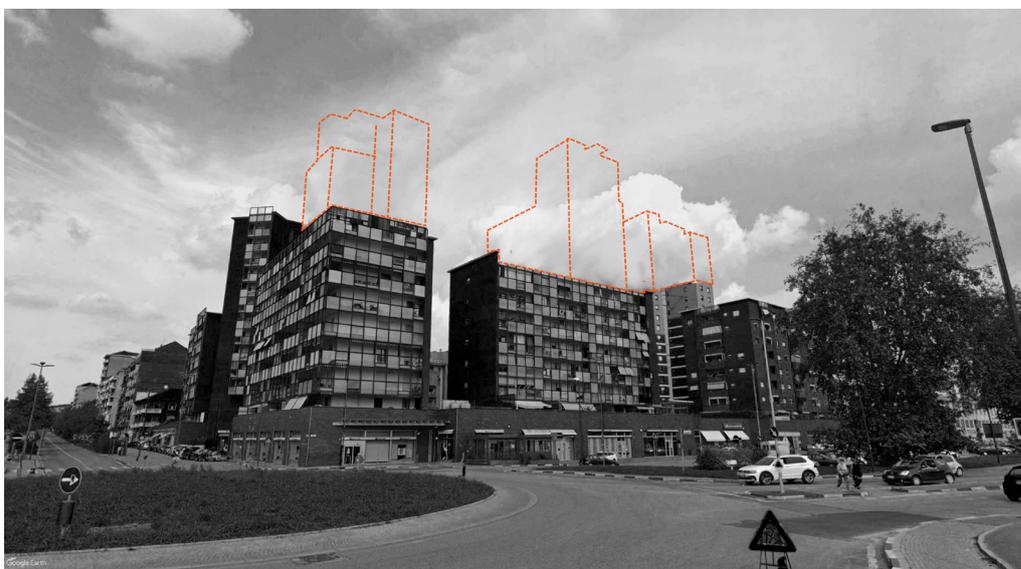


 Fig.57- Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso la riduzione dell'altezza delle torri nell'area "torri michelin nord" - elaborazione dell'autore

3.1.4. FAVORIRE LA DIFFUSIONE DELLE ATTIVITA' DI VICINATO

Per ridurre la vulnerabilità epidemica è possibile agire sulla distribuzione delle attività di vicinato. La ragione risiede nel fatto che le medie e grandi strutture di vendita, data il grande bacino di utenza possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica. Riprogettare la città adattando i parametri di trasformazione urbanistici ed

edilizi ex art.2 comma 52 N.d.A. del PRG comporterebbe modifiche principalmente alle destinazioni d'uso, nel senso di una maggiore destinazione commerciale ai piani terra. Questa dinamica è rappresentata nella fig.58, mentre un'ipotesi di suggestione progettuale per un nuovo scenario urbano è mostrato attraverso il confronto tra la fig. 59 e 60.

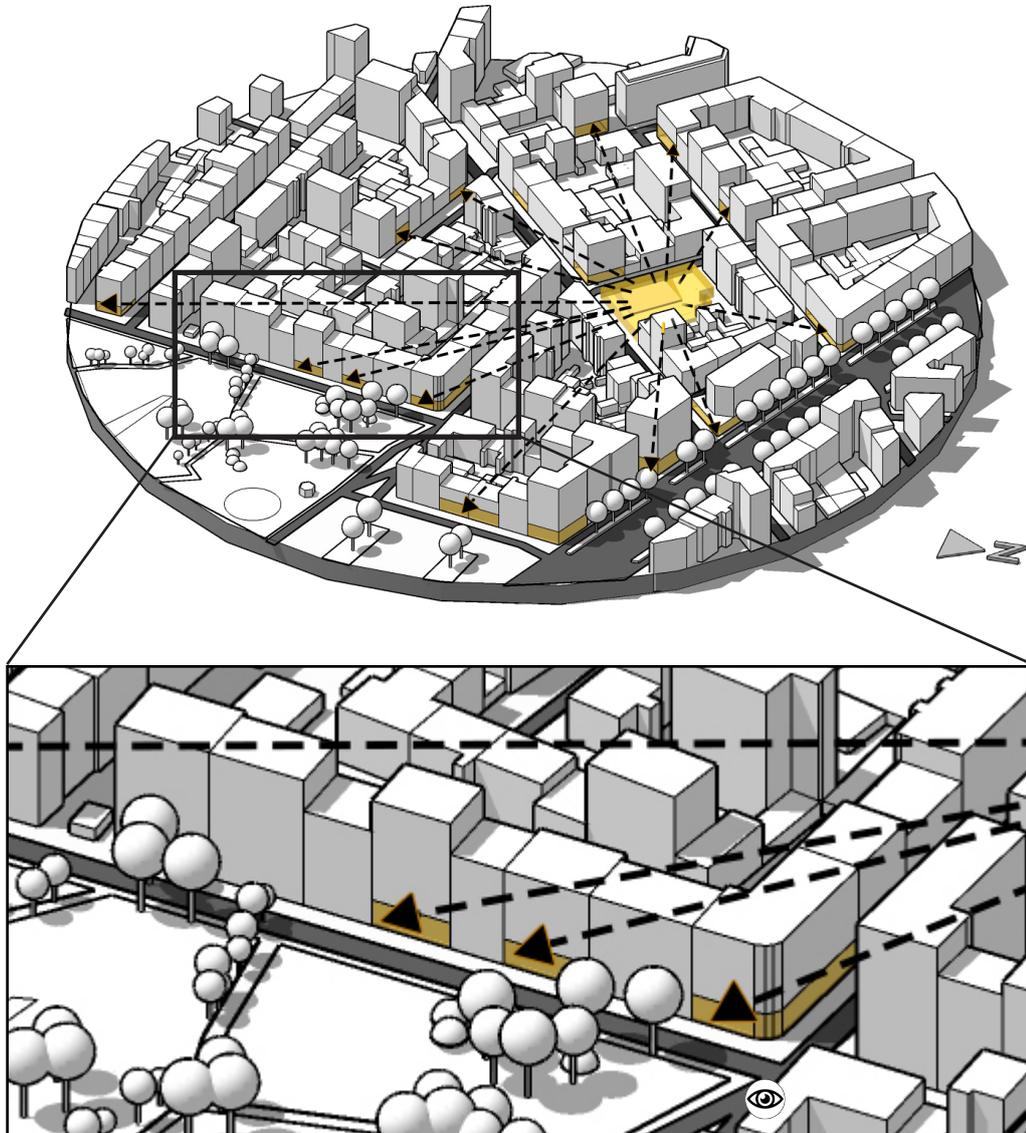


Fig.58 - Una modifica delle destinazioni d'uso permetterebbe distribuire nell'area "San Paolo" (par. 2.6) attività di vicinato ad oggi concentrate in medie/grandi strutture commerciali - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.59- Presa fotografica di via Bossolasco rappresentante l'attacco a terra dell'isolato.
 fonte: google earth



Fig. 60 - Fotoinserimento della "strip" commerciale di Portobello Road su via Bossolasco per una suggestione di ambiente un nuovo ambiente urbano
 - elaborazione dell'autore

3.1.5. INCREMENTARE LA SUPERFICIE PERTINENZIALE ESTERNA PER LE ATTIVITA' COMMERCIALI

Per ridurre la vulnerabilità epidemica è possibile agire incrementando la superficie pertinenziale esterna delle attività commerciali. La ragione risiede nel fatto che incrementare superfici di vendita esterne aumenterebbe gli spazi utili delle attività e non costringerebbe ad assembramenti, forieri di contagio per certi patogeni. Riprogettare la città adattando i

parametri di trasformazione urbanistici ed edilizi comporterebbe modifiche rispetto al dimensionamento di superficie fondiaria e territoriale, alla distanza dal filo stradale o dal filo edilizio, allo spessore del corpo di fabbrica. Un possibile "ridisegno urbanistico" è schematizzato nella fig.61 e un confronto tra alternative alle fig 62 e fig 63.

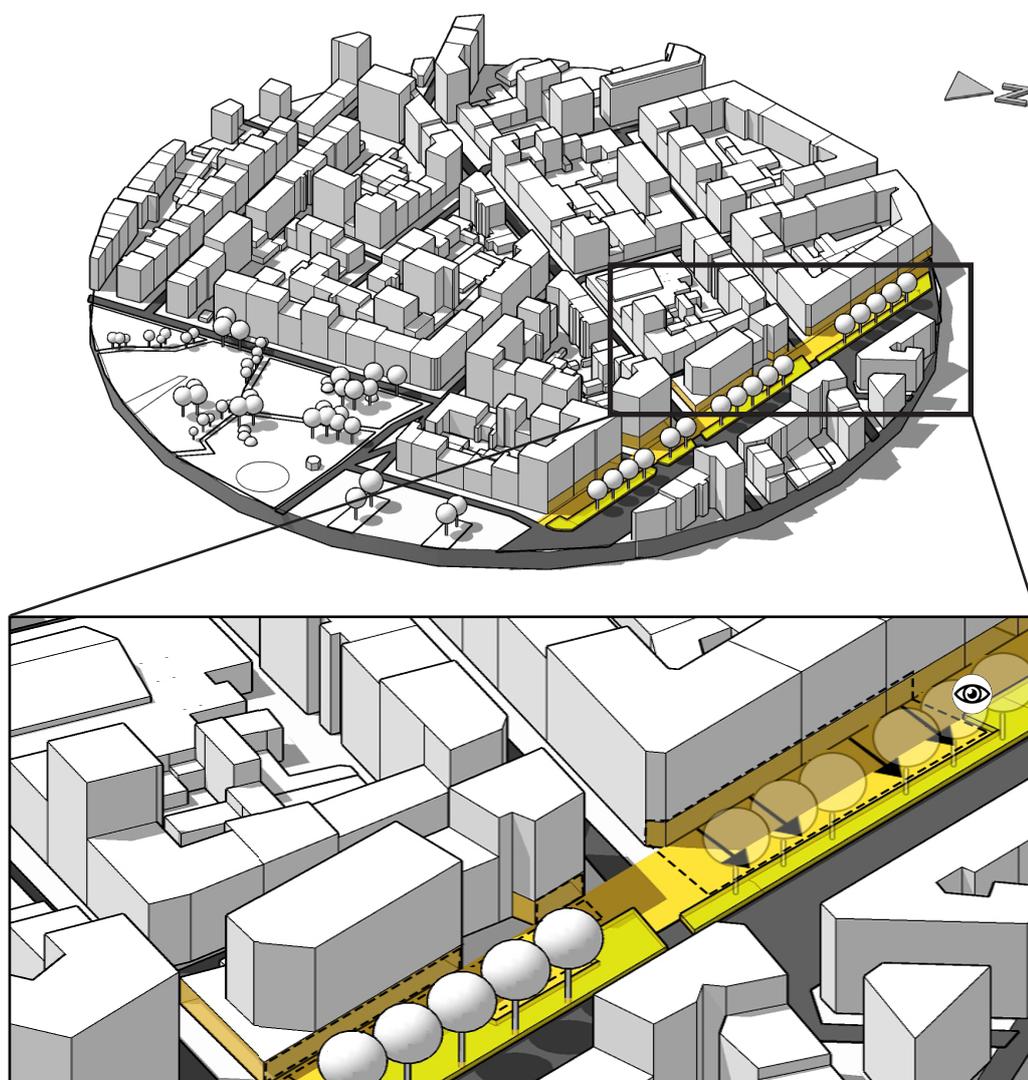


Fig.61 - Una modifica dei parametri di trasformazione nell'area "San Paolo" permetterebbe di sostituire spazi destinati a parcheggio e viabilità con superficie pertinenziale alle attività commerciali.- fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.62 - Presa fotografica di C.so Peschiera rappresentante lo stato attuale degli spazi antistanti alle attività commerciali lungo il controviale- fonte: google earth

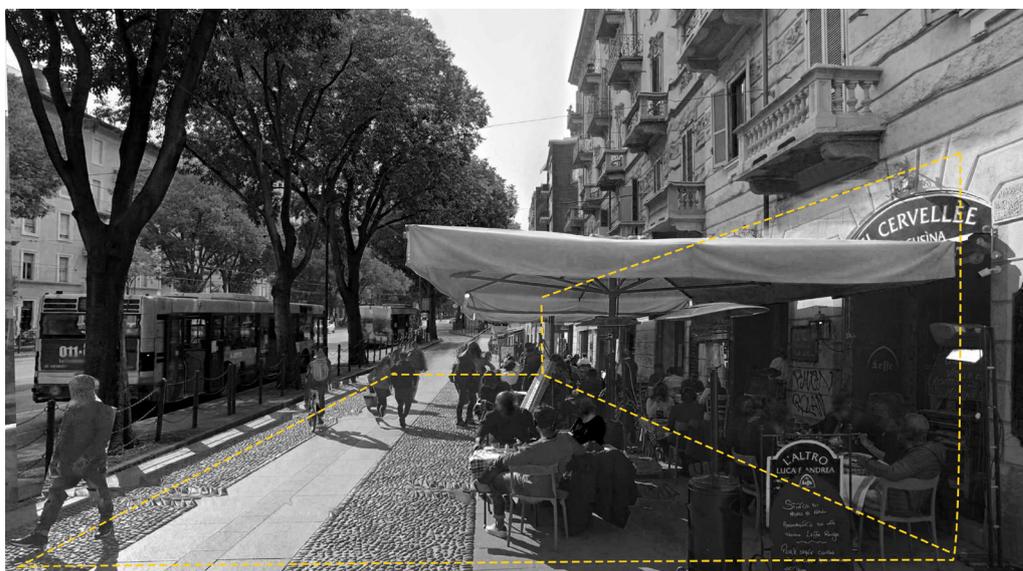


Fig.63- Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'"ibridazione" dello stato di fatto con i "navigli" di Milano - elaborazione dell'autore

3.1.6. TRANSIZIONE DA SPAZI AD USO COLLETTIVO «CHIUSI» AD «APERTI»

Una riduzione della vulnerabilità epidemica è possibile favorendo una transizione degli spazi ad uso collettivo da "chiusi" ad "aperti". La ragione risiede nel fatto che spazi chiusi ad elevata attrattività possono diventare luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica e non offrono ridondanza in caso di chiusure.

Riprogettare la città secondo i parametri di trasformazione urbanistici ed edilizi comporterebbe modifiche rispetto alle previsioni del rapporto di copertura e alla dotazione di servizi prevista nel piano. Un possibile "ridisegno urbanistico" è schematizzato nella fig.64 e un confronto tra alternative alle fig 65 e fig 66.

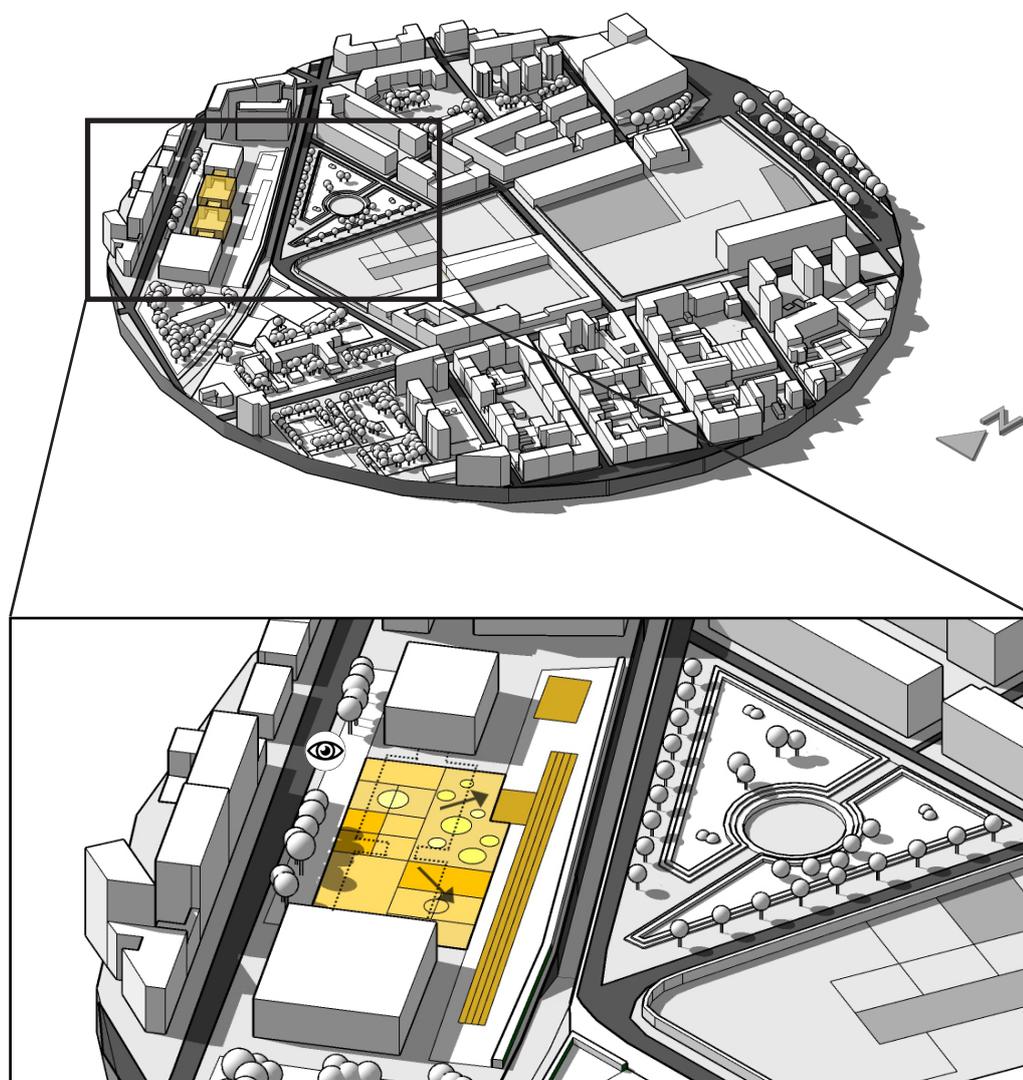


Fig.64 - Una modifica dei parametri di trasformazione permetterebbe di immaginare aree per l'attività fisica all'aperto invece che al chiuso, come esemplificato nel caso dell'area "Ex OGM" (par. 2.6) - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.65 - Presa fotografica del complesso scolastico-sportivo in Via Cecchi rappresentante lo stato di fatto - fonte: google earth

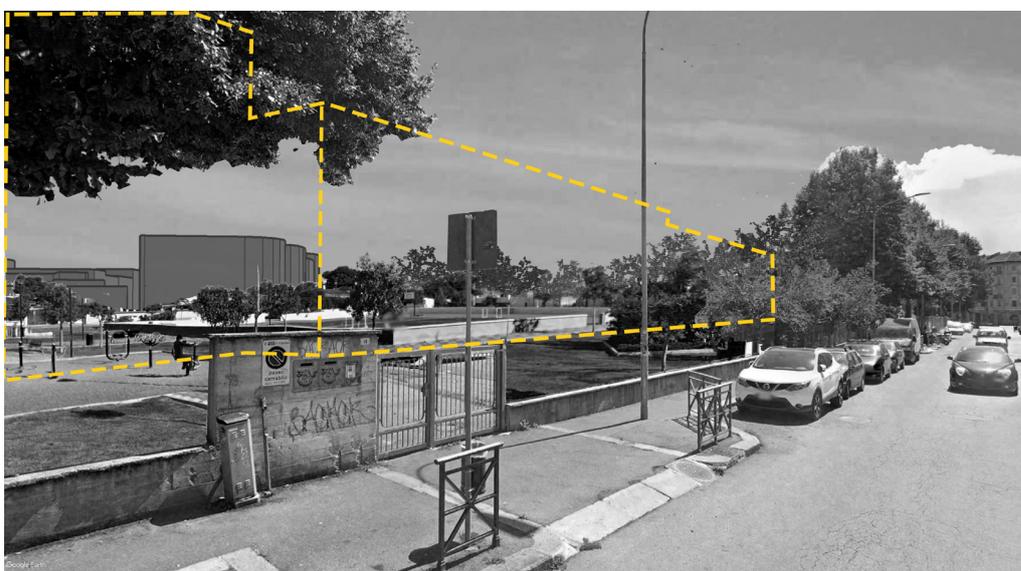


Fig.66- Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'inserimento di un'area attrezzata per lo sport e l'ipotetica eliminazione dei volumi del complesso scolastico-sportivo di via Cecchi. - elaborazione dell'autore

3.1.7. MIGLIORARE LA CURA DELLE AREE MARGINALI URBANE

Per ridurre la vulnerabilità epidemica è possibile agire attraverso una maggiore cura delle aree marginali urbane e peri-urbane. La proliferazione di vettori avviene ovunque ci sia acqua stagnante, anche in aree molto piccole, aree curate e con un buon livello di biodiversità hanno più probabilità di sviluppare ecosistemi capaci di contenere naturalmente i vettori.

Adattare i parametri di trasformazione urbanistici comporterebbe modifiche rispetto alle destinazioni d'uso e alla dotazione di servizi prevista nel Piano. Un possibile "ridisegno urbanistico" è schematizzato nella fig.67, mentre un'ipotesi di suggestione progettuale per un nuovo scenario urbano è mostrato con il confronto tra la fig.68 e 69.

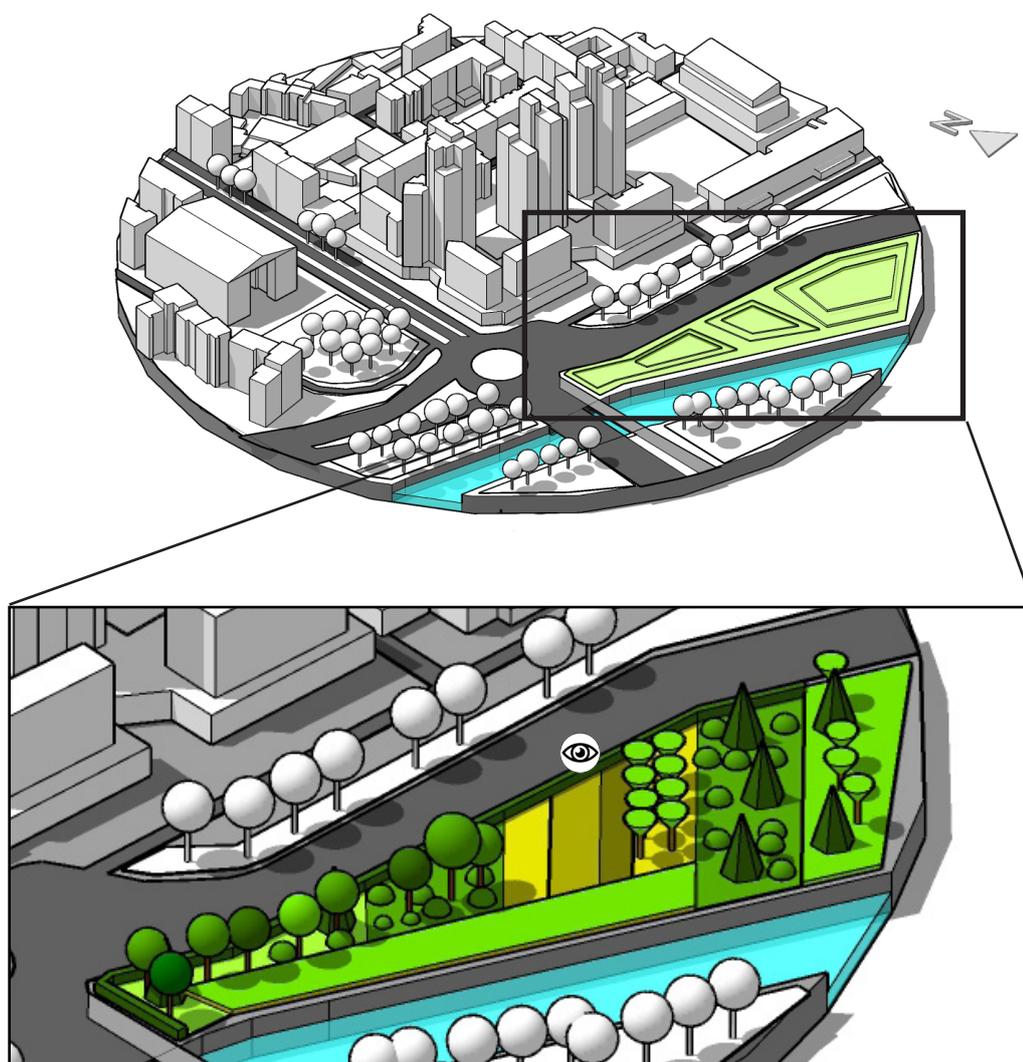


Fig.67 - Una modifica dei parametri di trasformazione permetterebbe di migliorare la qualità ambientale di alcune aree della città, come quella della zona "Torri Michelin" (par. 2.6)- fuori scala - elaborazione dell'autore



 Fig.68 - Presa fotografica da via Mortara rappresentante lo stato di "marginalità" dell'area antistante alle "torri Michelin Nord" - fonte: google earth

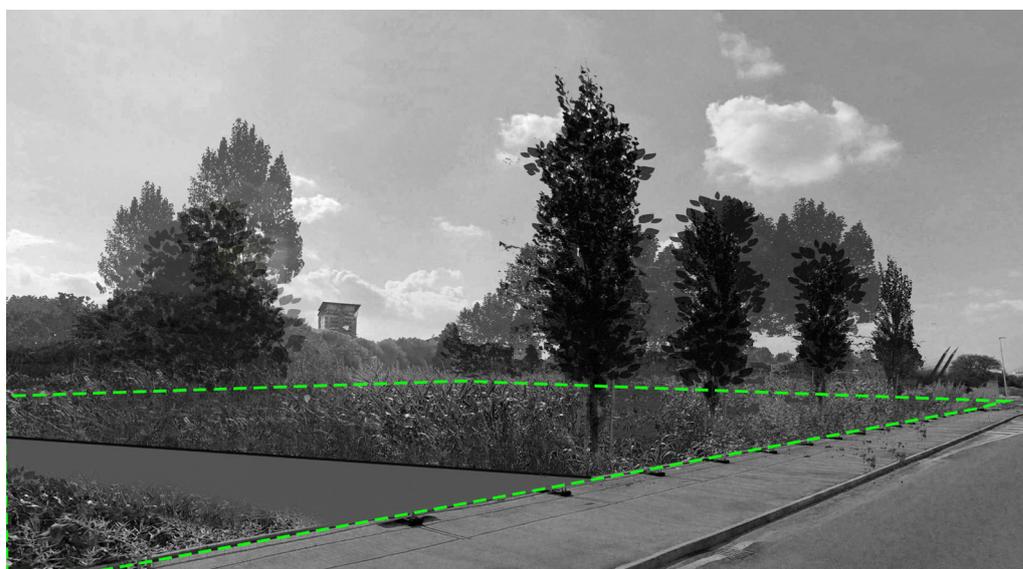


 Fig.69 - Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'inserimento di elementi di biodiversità vegetale. - elaborazione dell'autore

3.1.8. AUMENTARE LA QUOTA DI VERDE URBANO PUBBLICO E PRIVATO

Per ridurre la vulnerabilità epidemica è possibile agire attraverso una rimodulazione delle superfici destinate a verde pubblico e privato. Interventi di questo tipo sono consigliabili in quanto vi è correlazione tra l'inquinamento sonoro ed ambientale e predisposizione della popolazione a sviluppare determinate patologie. Adattare i parametri di trasformazione urba-

nistici comporterebbe modifiche rispetto dotazione di superficie a parcheggio privato, della distanza dal filo stradale o dal filo edilizio e la dotazione di aree a verde privato. Un possibile "ridisegno urbanistico" è schematizzato nella fig.70, mentre un'ipotesi di suggestione progettuale per un nuovo scenario urbano nell'area "torri Michelin" è mostrato nel confronto tra fig. 71 e 72.

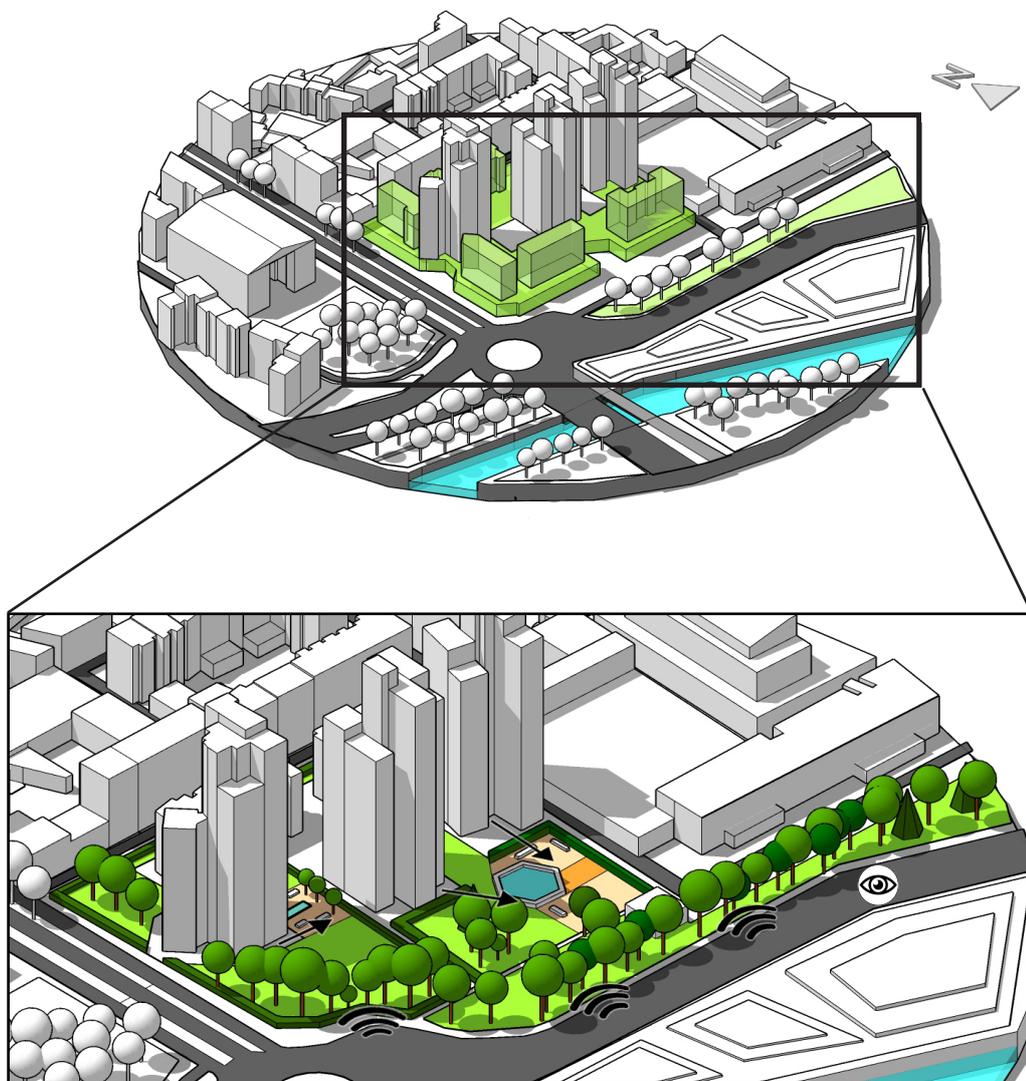


Fig.70 - Una modifica dei parametri di trasformazione permetterebbe di migliorare la quantità e qualità ambientale di alcune aree della città, come quella della zona "Torri Michelin" (par. 2.6) - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.71 - Presa fotografica da via Mortara rappresentante l'isolato dell'area antistante alle "torri Michelin Nord" - fonte: google earth

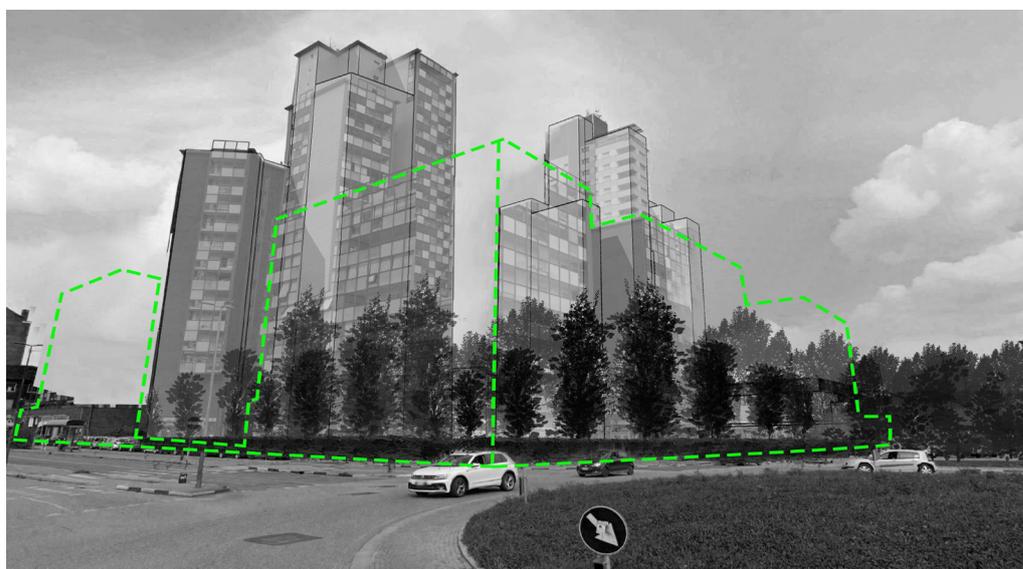


Fig.72 - Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso la creazione di una "barriera verde" capace di schermare le torri dal traffico - elaborazione dell'autore

3.1.9. AUMENTARE IL NUMERO DELLE AREE ATTEZZATE PER ATTIVITA' ALL'APERTO

Una delle misure che potrebbero aumentare resilienza del sistema urbano verso un'epidemia è l'aumento quantitativo e qualitativo delle aree attrezzate per attività all'aperto. La ragione risiede nel fatto che attrezzare le aree sia pubbliche che private permette maggiori opportunità di svago alla popolazione, fenomeno centrale per la salute psicologica soprattutto

in caso di prolungati confinamenti. Riprogettare la città adattando i parametri di trasformazione urbanistici ex art.2 comma 52 N.d.A. del PRG di Torino comporterebbe modifiche alla dotazione di servizi prevista nel Piano e alle destinazioni d'uso. Una proposta di "ridisegno urbanistico" potrebbe avvicinarsi all'ipotesi della fig.73 e i nuovi scenari urbani sono visibili nel confronto tra fig. 74 e 75.

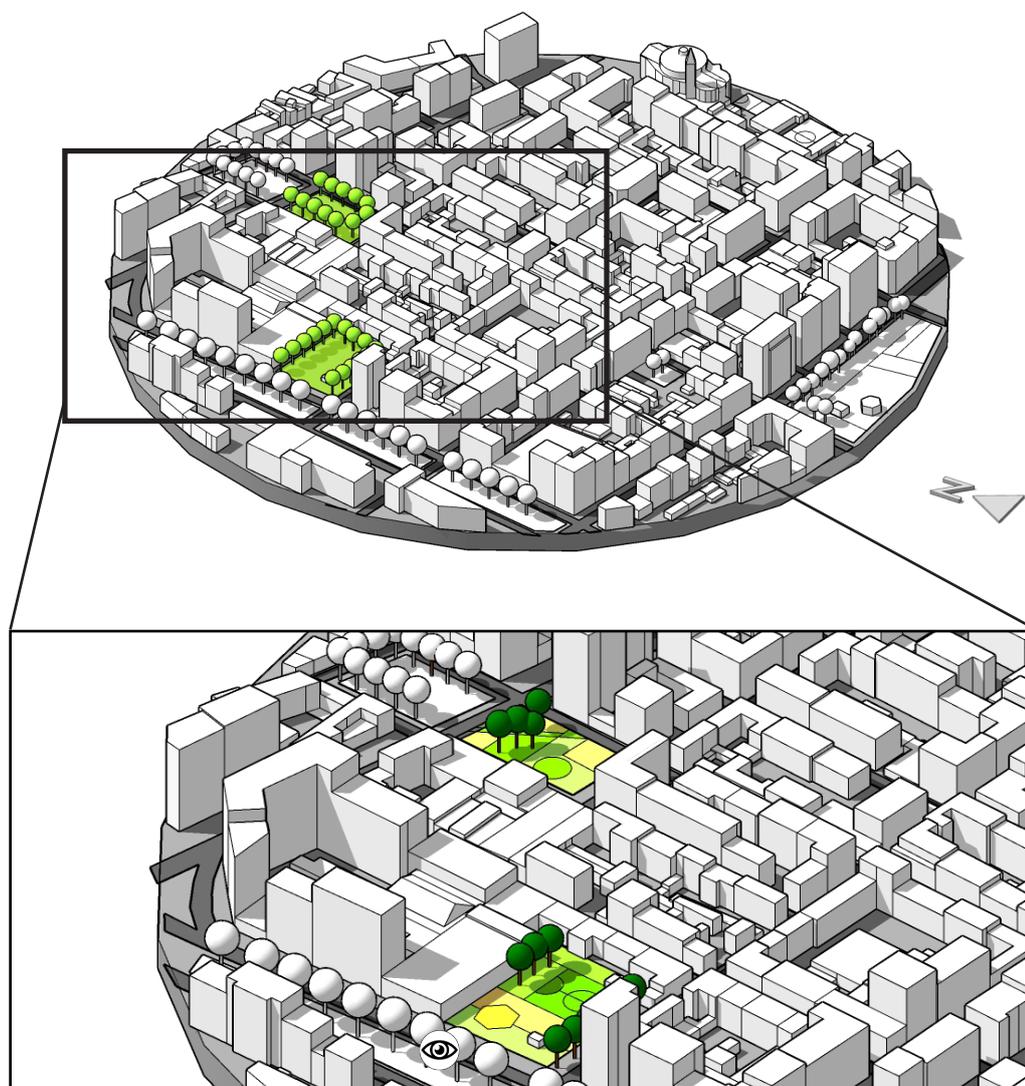


Fig.73 - Nuovi parametri di trasformazione permetterebbero di progettare aree attrezzate per attività all'aperto, aumentare la qualità di aree come quelle della zona "Campidoglio" (par. 2.6)- fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.74 - Presa fotografica dei "giardinetti" (piazzetta Ludwik Zamenhof) lungo corso Svizzera, risulta evidente la scarsa fruibilità dell'area - fonte: google earth

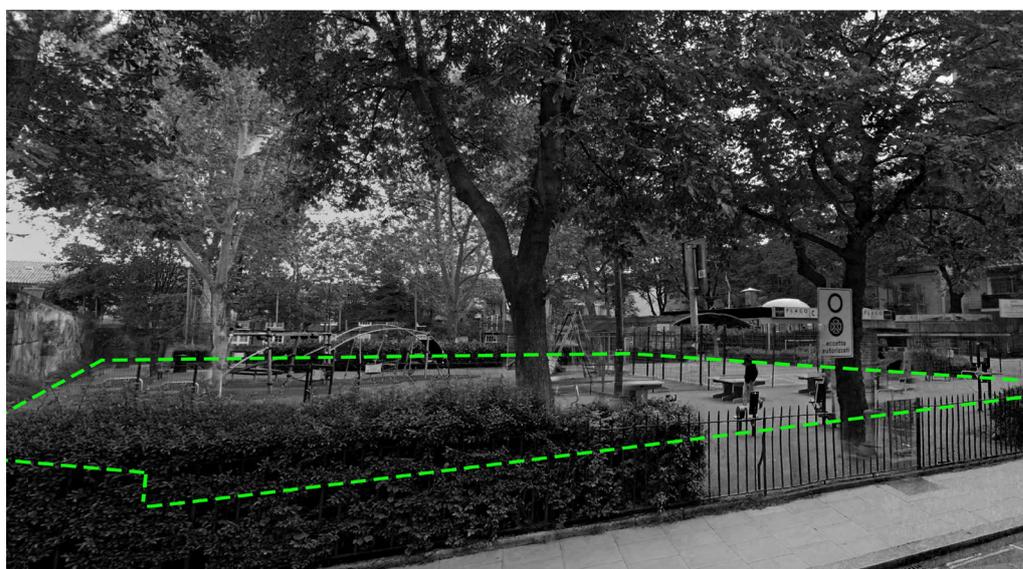


Fig.75 - Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'ibridazione dello stato di fatto con l'area attrezzata per lo sport localizzata al "Peckham Park" di Londra. - elaborazione dell'autore

3.1.10. AUMENTARE L'AMPIEZZA DELLA VIABILITA' DEDICATA ALLA MOBILITA' DOLCE

Una delle misure che potrebbero aiutare rispetto all'aumento della resilienza del sistema urbano nei confronti di un'epidemia è l'aumento della superficie destinata alla mobilità dolce (pedonale e ciclabile). La ragione risiede nel fatto che la "linearità" e un dimensionamento insufficiente possono comportare congestione, risultante in assembramenti e

quindi maggiore trasmissività per agenti patogeni. Per adattare la città sarebbe necessario rimodulare i parametri di superficie fondiaria e territoriale, la dotazione di superficie a parcheggio privato e la distanza dal filo stradale o dal filo edilizio. Una proposta di "ridisegno urbanistico" è mostrata nella fig.76 e nuovi scenari urbani nel confronto tra fig. 77 e fig. 78.

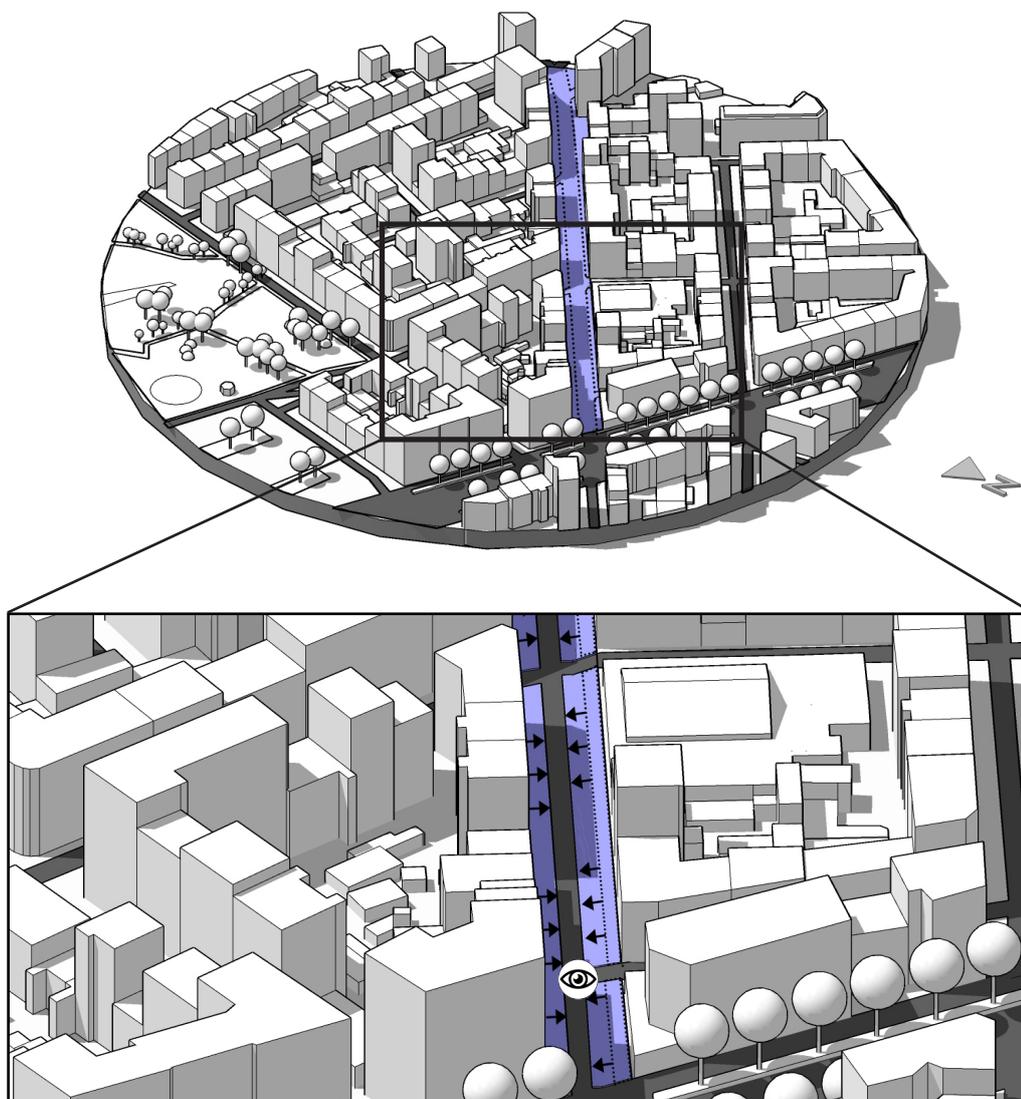


Fig.76 - Nuovi parametri di trasformazione permetterebbero di aumentare l'area destinata al transito pedonale e ciclabile nell'area "San Paolo" (par. 2.6) - fuori scala - elaborazione dell'autore



Fig.77 - Presa fotografica di via San Paolo da C.so Peschiera, il dimensionamento ridotto dei marciapiedi potrebbe creare situazioni di assembramento nei pressi delle attività commerciali - fonte: google earth



Fig.78 - Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'ibridazione dello stato di fatto con la "woonerf" di Raday Street a Budapest.- elaborazione dell'autore

3.1.11. AUMENTARE L'OFFERTA DEI PERCORSI CICLO-PEDONALI

Una delle misure che potrebbero aumentare la resilienza di un sistema urbano nei confronti di un'epidemia è l'incremento dell'offerta dei percorsi ciclo-pedonali. La ragione risiede nel fatto che l'utilizzo diffuso di questo tipo di infrastrutture implica una transizione non solo verso una maggiore sostenibilità ma anche verso comportamenti individuali virtuosi, risultanti in un miglioramento delle

condizioni di salute e una diminuzione degli inquinanti (che possono favorire patologie). Per adattare la città si potrebbe agire modificando la distanza dal filo stradale o dal filo edilizio e rimodulando parametri come la superficie fondiaria e territoriale. Una proposta di "ridisegno urbanistico" è mostrata nella fig.79 e nuovi scenari urbani nel confronto tra fig. 80 e fig. 81.

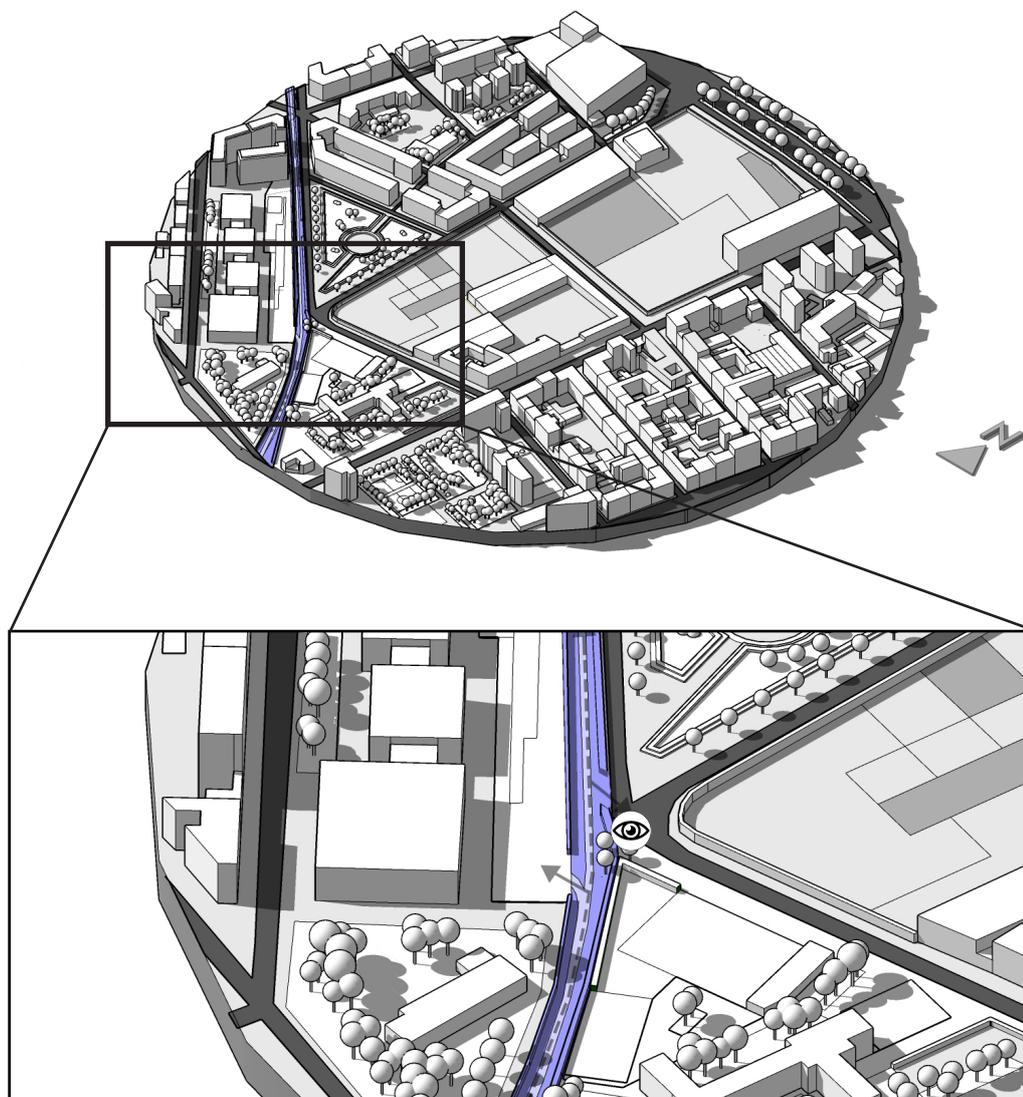


Fig.79 - Nuovi parametri di trasformazione permetterebbero di aumentare l'offerta di percorsi ciclo-pedonali, anche trasformando aree dismesse, come il "trincerino" nell'area "ex OGM" (par. 2.6)- fuori scala- elaborazione dell'autore



Fig.80 - Presa fotografica di via Saint Bon, si noti a lato il tracciato abbandonato e recintato della ferrovia, noto come "trincerino" - fonte: google earth

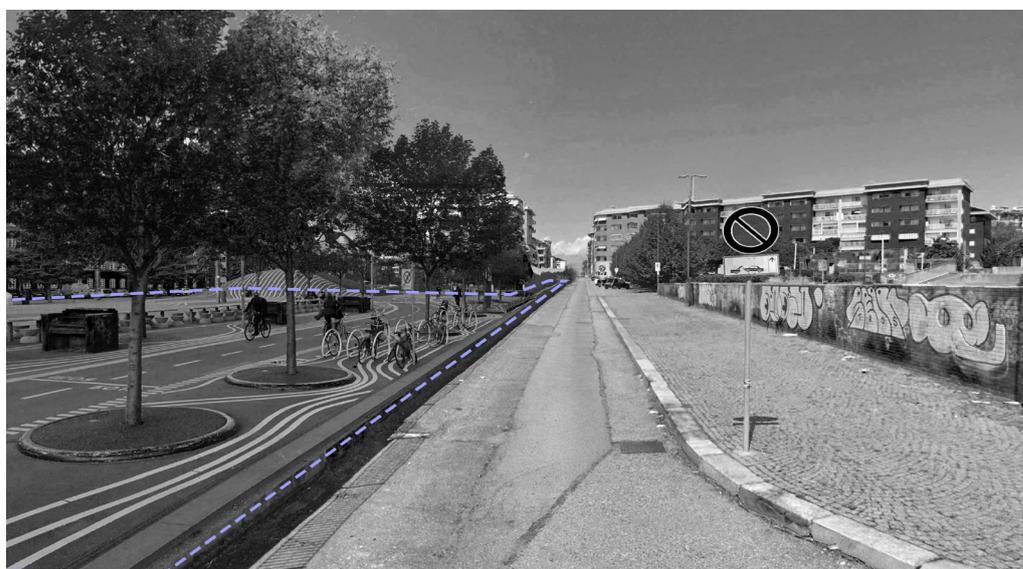


Fig.81 - Fotoinserimento rappresentante una suggestione di ambiente urbano "ridisegnato" attraverso l'ibridazione dello stato di fatto con la pista ciclabile/parco lineare "Superkilen Park" a Copenhagen - elaborazione dell'autore

3.2. DALL'ABACO AL CONCEPT PROGETTUALE

Il passaggio dall'abaco delle singole misure di adattamento al concept progettuale è il passo finale per arrivare a strutturare una proposta per un sistema urbano resiliente. Approcciarsi al "progetto" comporta tuttavia alcune considerazioni preliminari. In primo luogo, è necessario stabilire cosa si intende per sistema resiliente. Secondariamente, occorre esplicitare a quali principi deve rifarsi un progetto basato sull'adattamento che cerchi di integrare in maniera organica una serie di azioni distinte. La prima questione è centrale rispetto allo sviluppo delle proposte progettuali e, premesso che esistono molteplici approcci al tema (Brunetta and Caldarice, 2019a), in questa sede per "sistema resiliente" si intende un insieme di componenti fisiche della città (come le infrastrutture grigie, verdi e blu, le aree pubbliche e quelle private, le attività commerciali, culturali, ecc) capaci di integrarsi e comunicare tra loro in modo olistico al fine di migliorare la capacità di assorbimento degli shock (come un'epidemia infettiva) e di permettere un ritorno ad una situazione di "normalità" nel minor tempo possibile (Brunetta and Caldarice, 2019b). Leggermente più complessa è la ricerca di principi guida necessari per orientare l'azione progettuale. In estrema sintesi, si sono utilizzati cinque principi guida (Applegath et al., 2012) a cui far tendere un concept progettuale "resiliente". Il primo parametro a cui è quello della "diversità". Incrementare la diversità delle parti che compongono l'ambiente urbano (funzioni, tipologie

edilizie, destinazioni d'uso, modi di spostamento, ecc) aumenta la capacità di sopravvivenza in caso di fallimento di un singolo elemento. Un secondo parametro è quello della ridondanza, ovvero la capacità di sostituzione di una parte compromessa da parte di altri sottosistemi paralleli che mantengano il sistema operativo fino a quando non può essere sostituito o riparato. Terzo, la modularità e indipendenza dei componenti. Si tratta di un requisito necessario in modo che il danno o il fallimento ad un singolo componente non induca il fallimento a cascata di tutto il sistema. Quarto paradigma è la sensibilità al feedback, requisito necessario per aumentare la capacità di rilevare in tempo utile i cambiamenti. Ultimo, ma non meno importante, un progetto resiliente ha al centro la capacità di adattamento ovvero tende ad ottimizzare la flessibilità quantitativa e qualitativa rispetto agli eventi traumatici.

- Applegath, C. et al. (2012) Resilient Design Principles, ResilientCity.org. Available at: <https://www.resilientcity.org/index.cfm?pagepath=Blogs&id=11276> (Accessed: 30 December 2020).
- Brunetta, G. and Caldarice, O. (2019a) 'Spatial Resilience in Planning: Meanings, Challenges, and Perspectives for Urban Transition', in Leal Filho, W. et al. (eds) Sustainable Cities and Communities. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-3-319-71061-7_28-1.
- Brunetta, G. and Caldarice, O. (2019b) 'Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance', in Brunetta, G. et al. (eds). Springer International Publishing, pp. 27–41. doi: 10.1007/978-3-319-76944-8.

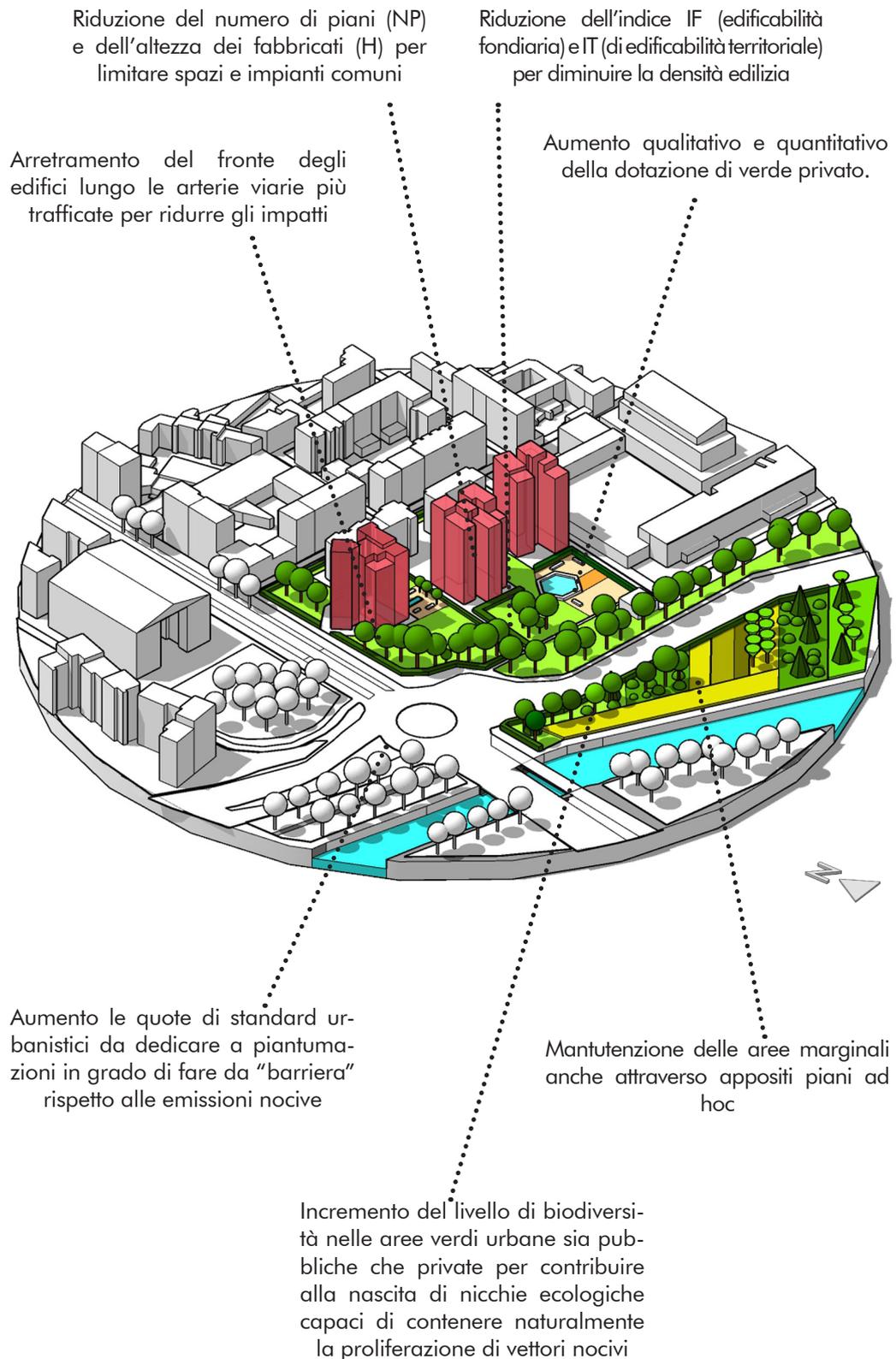
3.2.1. CONCEPT AREA #1 "TORRI MICHELIN NORD"

L'area "torri Michelin Nord" è compresa nel quadrilatero delimitato da via Orvieto, e corso Mortara nel quartiere Borgata Vittoria. Il progetto originario, realizzato da tre diversi studi architettonici ha re-immaginato questo quartiere d'angolo in un complesso residenziale/terziario di edifici a torre su una "piastra" commerciale. La suggestione progettuale (fig. 82) si concentra re-immaginando l'area in chiave di "resilienza epidemica", lavorando sugli edifici, il rapporto del costruito con gli spazi aperti e sulla qualità del verde, cercando di incrementare la qualità dell'abitare. Nello specifico, rifacendosi principalmente alle "norme urbanistico edilizie di Attuazione" del piano regolatore della città di Torino (Città di Torino, 2014) si è immaginato quali dei parametri di trasformazione ex art 34 NdA fosse possibile modificare per ottenere un disegno urbano più "rispondente" ad una minimizzazione della vulnerabilità epidemica. Innanzitutto, si potrebbe applicare una diminuzione della densità edilizia per contenere la concentrazione di popolazione sia attraverso una riduzione dell'indice IF (edificabilità fondiaria) e IT (di edificabilità territoriale) che attraverso una Riduzione del numero di piani (NP) e dell'altezza dei fabbricati (H) al fine di limitare la presenza di spazi (ascensori, vani scala) e impianti comuni (condizionamento, scarico) presenti proporzionalmente allo sviluppo verticale dell'edificio e capaci di diventare luoghi privilegiati di contagio. Discorso simile può essere fatto per le aree a destinazione mista

terziaria-commerciali con morfologia a piastra, la cui superficie lorda di pavimento (SLP) potrebbe essere ridotta attraverso una riduzione dell'indice di densità fondiaria (DF) e territoriale (DT) (ex. art. 43 – 44 Regolamento Edilizio città di Torino) (Consiglio regionale del Piemonte, 2017). Per quanto riguarda il rapporto con lo spazio aperto, un incremento della permeabilità nelle aree private attraverso un aumento sia quantitativo che qualitativo della dotazione di verde privato porterebbe ad indubbi benefici per i residenti, specialmente in potenziali situazioni di confinamento. Per quanto riguarda la dimensione ambientale sarebbe consigliabile oltre ad un incremento del livello di biodiversità nelle aree verdi pubbliche per contribuire alla nascita di nicchie ecologiche capaci di contenere naturalmente la proliferazione di vettori nocivi, anche un coordinamento tra i piani di regolamento del verde (Città di Torino, 2006) e quelli di azzonamento acustico per aumentare l'efficacia delle piantumazioni vegetali in ottica di garantire una maggiore qualità ambientale ed acustica a ridosso delle zone residenziali

- Città di Torino (2006) REGOLAMENTO DEL VERDE PUBBLICO E PRIVATO DELLA CITTA' DI TORINO. Available at: <http://www.comune.torino.it/regolamenti/317/317.htm>.
- Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione'.
- Consiglio regionale del Piemonte (2017) 'Regolamento edilizio tipo regione Piemonte', pp. 1-98.

Fig.82 - assonometria isometrica dell'area "Torri Michelin Nord" in cui sono riproposte (elementi colorati) e integrate in ottica progettuale le misure proposte nell'abaco (par. 3.1) - fuori scala - elaborazione dell'autore



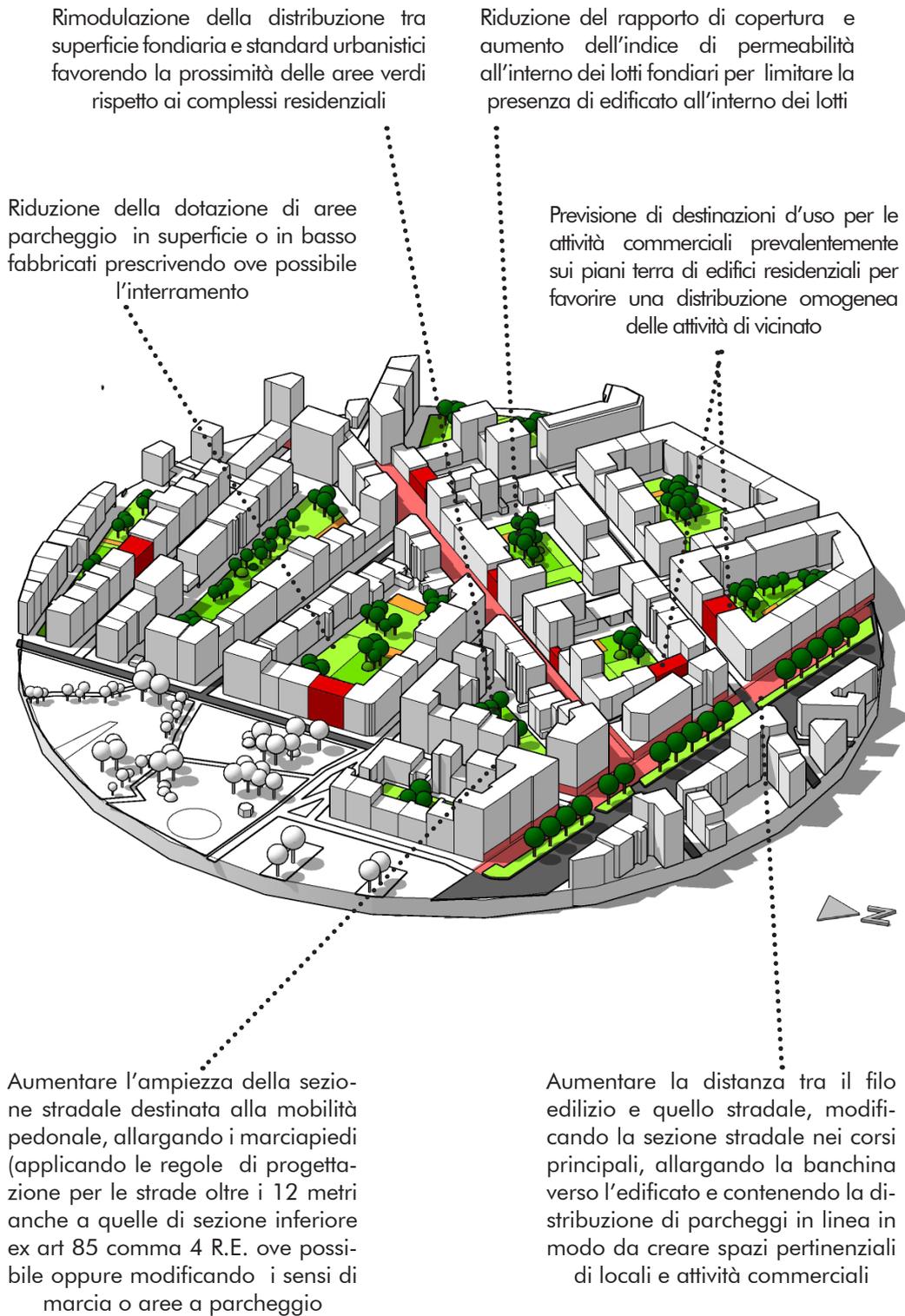
3.2.2. CONCEPT #2: "VIA SAN PAOLO"

L'area "Via San Paolo" è compresa C.so Peschiera, via Osasco, via Trinità e via San Paolo nel quartiere Borgo San Paolo. La zona è di matrice inizio novecentesca, caratterizzata da una maglia "a tela di ragno", in netto contrasto con la tradizionale maglia ortogonale torinese (Wikipedia, 2020). La suggestione progettuale (fig.83) si concentra re-immagina l'area lavorando essenzialmente tre fronti: una redistribuzione delle attività commerciali, un nuovo rapporto con lo spazio pubblico della strada e su una morfologia urbana per sviluppare nuove forme di fruizione dello spazio interno agli isolati. Nello specifico, rifacendosi principalmente alle "Norme urbanistico edilizie di Attuazione" del piano regolatore della città di Torino (Città di Torino, 2014) si è immaginato quali dei parametri di trasformazione ex art 34 Nda fosse possibile modificare per ottenere un disegno urbano più "rispondente" ad una minimizzazione della vulnerabilità epidemica. Innanzitutto, si potrebbe agire per favorire la prossimità delle aree verdi rispetto ai complessi residenziali attraverso una rimodulazione della distribuzione tra superficie fondiaria e standard urbanistici, ridisegnando attraverso prescrizioni morfologiche gli isolati costruiti sui bordi in modo da ricavare ampi e ariosi cortili centrali. Risultato simile potrebbe essere raggiunto attraverso una riduzione del rapporto di copertura e aumento dell'indice di permeabilità all'interno dei lotti fondiari per limitare la presenza di edificato all'interno dei lotti, oppure con una riduzione della dotazione di

aree parcheggio in superficie o in basso fabbricati prescrivendo ove possibile l'interramento. In secondo luogo, sarebbe necessaria una modifica della previsione di destinazioni d'uso per le attività commerciali, immaginando un commercio di vicinato prevalentemente localizzato sui piani terra di edifici residenziali in modo da favorire una distribuzione omogenea delle attività di vicinato, evitando medie e grandi strutture. In ottica di una maggiore fruibilità delle stesse, questa misura potrebbe essere coordinata con nuove indicazioni rispetto all'ampiezza della sezione stradale destinata alla mobilità pedonale, allargando i marciapiedi (applicando le regole di progettazione per le strade oltre i 12 metri anche a quelle di sezione inferiore ex art 85 comma 4 R.E. (Consiglio regionale del Piemonte, 2017) ove possibile oppure modificando i sensi di marcia o aree a parcheggio. Similmente un aumento della distanza tra il filo edilizio e quello stradale, modificando la sezione stradale nei corsi principali, allargando la banchina verso l'edificato e contenendo la distribuzione di parcheggi in linea potrebbe creare nuovi spazi pertinenziali di locali e attività commerciali.

- Wikipedia (2020) Borgo San Paolo. Available at: https://it.wikipedia.org/wiki/Borgo_San_Paolo (Accessed: 18 January 2020).
- Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione'.
- Consiglio regionale del Piemonte (2017) 'Regolamento edilizio tipo regione Piemonte', pp. 1-98.

Fig.83 - assonometria isometrica dell'area "Via San Paolo" in cui sono riproposte (elementi colorati) e integrate tin ottica progettuale le misure proposte nell'abaco (par. 3.1) - fuori scala - elaborazione dell'autore



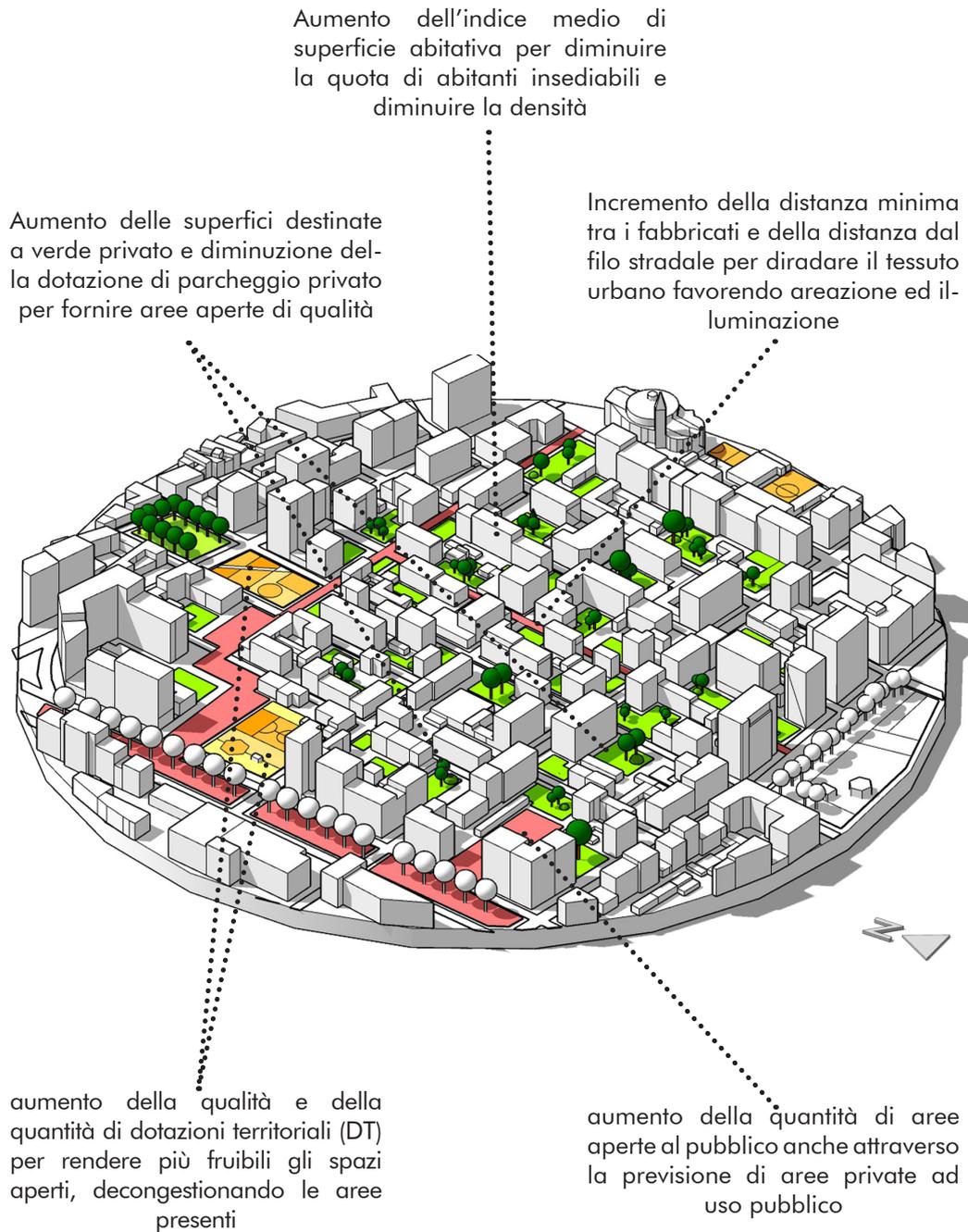
3.2.3. CONCEPT AREA #3: "BORGO CAMPIDOGLIO"

L'area "Borgo Campidoglio" è compresa C.so Svizzera, c.so Tassoni, via Nicola Fabrizi e via Netti nella parte occidentale del quartiere San Donato. La zona ha un discreto carattere commerciale e residenziale ed una rete stradale particolarmente fitta con unità immobiliari di altezza ridotta rispetto alla media dei quartieri circostanti. (comitato di rigenerazione urbana, 2006). La suggestione progettuale (fig. 84) re-immagina l'area in chiave di "resilienza epidemica", lavorando essenzialmente sulla qualità degli spazi privati, mirando ad una maggiore e migliore porosità del tessuto edilizio anche attraverso un diradamento. Il concept progettuale mira anche ad un miglioramento dello spazio pubblico sia attraverso una rifunzionalizzazione delle aree aperte esistenti che di un'estensione degli spazi destinati ad attività come quelle mercatali. Nello specifico, rifacendosi principalmente alle "Norme urbanistico edilizie di Attuazione" del piano regolatore della città di Torino (Città di Torino, 2014) si è immaginato quali dei parametri di trasformazione ex art 34 NdA fosse possibile modificare per ottenere un disegno urbano più "rispondente" ad una minimizzazione della vulnerabilità epidemica. Innanzitutto, si potrebbe agire per migliorare la qualità dell'abitato attraverso un aumento delle superfici destinate a verde privato e diminuzione della dotazione di parcheggio privato; queste misure potrebbero contribuire a ridisegnare le aree interne agli incrementandone porosità e frammentazione in modo da controbilanciare l'attuale elevata

densità e costruire uno spazio privato capace di rispondere alle esigenze della popolazione. Per quanto riguarda il costruito, una progettazione attenta alle dinamiche epidemiche potrebbe realizzarsi aumentando l'indice medio di superficie abitativa al fine di diminuire la quota di abitanti insediabili e quindi diminuire la densità abitativa. Similmente, risultati simili potrebbero essere ottenuti con un incremento della distanza minima tra i fabbricati e della distanza dal filo stradale. Lavorando però sulle regole edilizie si avrebbe l'effetto di diradare il tessuto urbano favorendo areazione ed illuminazione, migliorando la qualità del vivere. Sotto il profilo della città pubblica, sarebbe auspicabile un aumento della quantità di aree aperte al pubblico anche attraverso la previsione di aree private ad uso pubblico, questo permetterebbe ad alcune attività, come quella mercatale, di ottenere nuovi spazi in cui espandersi. Infine, un aumento della qualità e della quantità di dotazioni territoriali (DT) per rendere più fruibili gli spazi aperti, decongestionando le aree presenti monofunzionali, porterebbe ad un miglioramento della qualità della vita delle persone, particolarmente importante in contesti di crisi epidemica.

- Comitato di rigenerazione urbana, CBV. (2006) Campidoglio Borgo Vecchio. Available at: <http://www.arpnet.it/bvcamp/home.htm> (Accessed: 19 January 2020).
- Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione'.

Fig.84 - assonometria isometrica dell'area "Borgo Campidoglio" in cui sono riproposte (elementi colorati) e integrate in ottica progettuale le misure proposte nell'abaco (par. 3.1) - fuori scala - elaborazione dell'autore



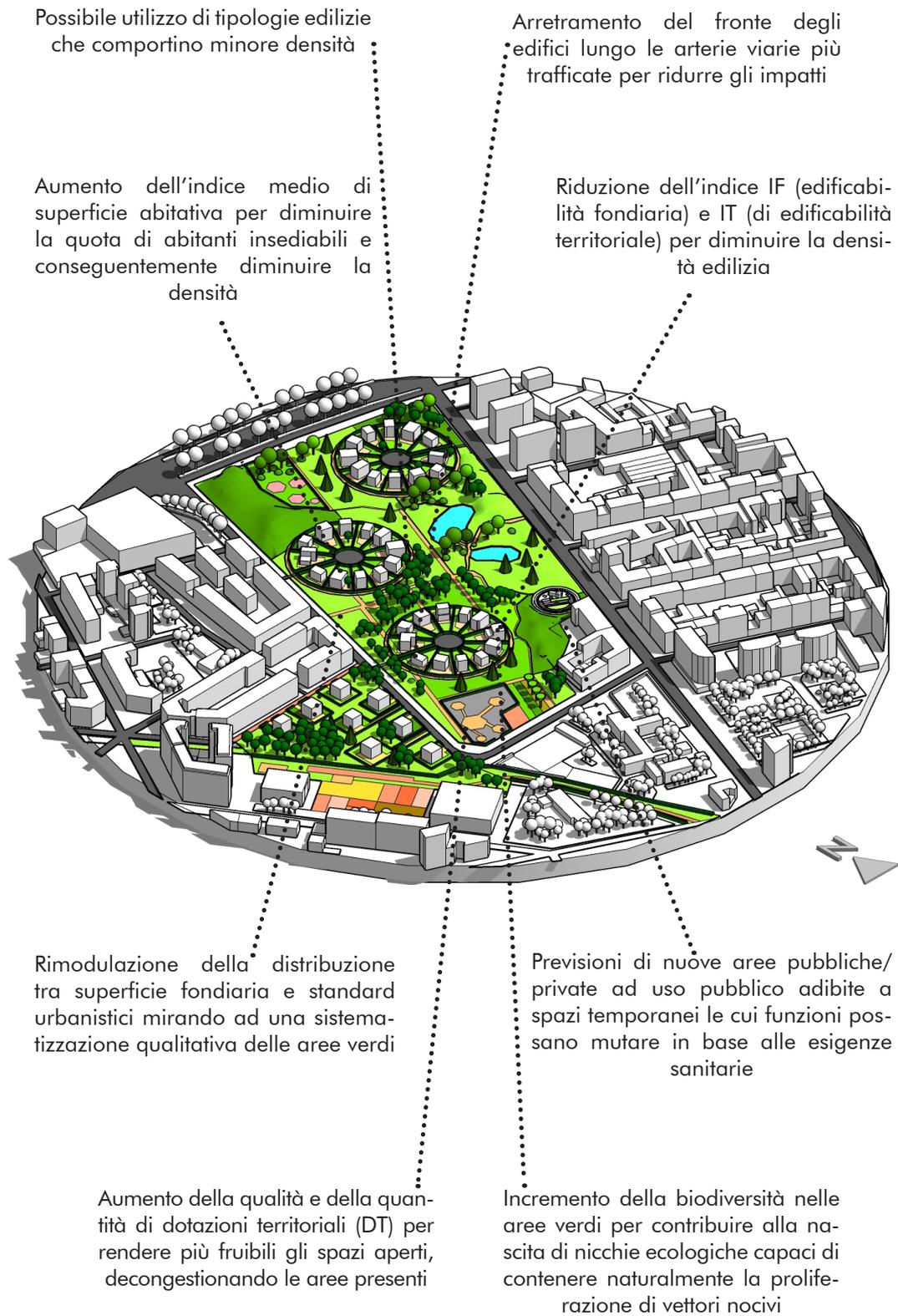
3.2.4. CONCEPT AREA #4: "EX OGM"

L'area "ex OGM" è compresa C.so Vercelli, C.so Vigevano, Via Carmagnola e via Gen. Luigi Damiano nella parte a Nord della Dora del quartiere Aurora. La zona è una delle aree più critiche sotto il profilo sociale della città di Torino e, nonostante la posizione adiacente alla parte centrale della città, presenta dinamiche di sovrappollamento abitativo, microcriminalità, immigrazione irregolare, occupazione e degrado urbano. (comitato di rigenerazione urbana, 2006) La suggestione progettuale (fig. 85) si concentra re-immaginando l'area in chiave di "resilienza epidemica" attraverso una "vision" che mette al centro il verde pubblico, declinato come polmone verde a bassa densità residenziale, centrando le proposte sulla qualità ambientale, abitativa e soprattutto su una nuova dimensione di uno spazio di qualità attrezzato e fruibile dalla cittadinanza. Nello specifico, rifacendosi principalmente alle "norme urbanistico edilizie di Attuazione" del piano regolatore della città di Torino (Città di Torino, 2014) si è immaginato quali dei parametri di trasformazione ex art 34 NdA fosse possibile modificare per ottenere un disegno urbano più "rispondente" ad una minimizzazione della vulnerabilità epidemica. Innanzitutto, si potrebbe diminuire la superficie edificabile attraverso una riduzione dell'indice IF (edificabilità fondiaria) e IT (di edificabilità territoriale). Queste misure, unite ad una rimodulazione della distribuzione tra superficie fondiaria e standard urbanistici mirate ad una sistematizzazione qualitativa

delle aree verdi, permetterebbero di creare aree pubbliche ambientalmente significative, capaci di implementare un sistema ecologico virtuoso e soprattutto utile dal punto di vista preventivo. Per quanto riguarda il tessuto edilizio, una progettazione attenta alle dinamiche epidemiche potrebbe realizzarsi aumentando l'indice medio di superficie abitativa al fine di diminuire la quota di abitanti insediabili e quindi diminuire la densità abitativa. Similmente, si potrebbe lavorare sulle regole morfologiche, arretrando o alterando del tutto le prescrizioni sul fronte degli edifici lungo le arterie viarie più trafficate, anche per ridurre gli impatti e prevedere l'utilizzo di tipologie edilizie che comportino minore densità, quali la villetta mono o bi-familiare al posto di edifici "in linea" o "a torre". Sotto il profilo della città pubblica, sarebbe auspicabile un aumento della quantità di spazi aperti anche attraverso la previsione di aree private ad uso pubblico da coniugarsi con un aumento della qualità e della quantità di dotazioni territoriali (DT) al fine di rendere più fruibili gli spazi aperti. Infine, si potrebbe prevedere nuove destinazioni d'uso "a geometria variabile" con spazi ibridi tali da fornire funzioni temporanee mutabili in base alle esigenze sanitarie.

- Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione'.
- Wikipedia (2020a) Aurora (torino). Available at: [https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_\(Torino\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_(Torino)) (Accessed: 19 January 2020).

Fig.85 - assonometria isometrica dell'area "Ex OGM" in cui sono riproposte (elementi colorati) e integrate in ottica progettuale le misure proposte nell'abaco (par. 3.1) - fuori scala - elaborazione dell'autore



CONCLUSIONI

CONCLUSIONI: DAL "COME" AL "PERCHE'"

L'idea alla base di questo lavoro è stata quella di provare a rispondere ad una domanda precisa. Ci si è chiesti se fosse possibile indagare il rapporto tra malattia infettiva e la vulnerabilità dell'ambiente urbano, cercando di sviluppare strategie di risposta resiliente a un problema complesso come quello della diffusione epidemica. In altri termini, ci si è domandati se fosse possibile strutturare un sistema di conoscenza sistematico e sito-specifico in grado di indagare il rapporto tra qualità dello spazio e trasmissione della malattia, e come questa conoscenza potesse influenzare e strutturare un progetto di trasformazione e rigenerazione urbana.

Nelle pagine seguenti ripercorreremo criticamente questo percorso, cercando di commentarne i passaggi logici (fig. 86) e soffermandoci sulle criticità incontrate lungo la via. In seguito, si darà risposta diretta alla domanda di ricerca iniziale e poi ci si soffermerà sulle ragioni più profonde che hanno motivato questo lavoro. Per quanto riguarda la sua struttura, si è scelta una divisione in tre parti distinte, in quanto è apparso il modo migliore per affrontare la natura della questione iniziale. Non solo affrontarla, ma anche costruire un percorso logico coerente e concatenato capace di ampliare le sfumature della risposta. La prima parte di indagine epidemiologica è stata necessaria per costruire le basi conoscitive rispetto a quelle

cause generali e specifiche che legano il diffondersi di una generica patologia ad un determinato contesto urbano. Per costruirla si sono utilizzati cinque esempi di città e cinque epidemie infettive diverse, casi eterogenei e molto distanti tra loro sia nello spazio che nel tempo. L'indagine è partita dalla Napoli post-unitaria, sovraffollata e in indescrivibili condizioni igieniche, colpita da un'epidemia di colera, batterio estremamente contagioso originato dalla contaminazione dell'acqua potabile. Tra i numerosi fattori che provocarono l'esplosione del morbo, si sono individuati l'estrema densità abitativa, le pessime condizioni igienico-sanitarie e il precario stato di manutenzione degli edifici e delle infrastrutture. Il secondo caso affrontato è quello di Firenze nel XVII secolo. L'orizzonte storico è quello dell'ondata di Peste, malattia di origine batterica che, portata dalle truppe mercenarie nel nord Italia, decimò il paese intero. L'analisi è calata nel contesto della città rinascimentale, cinta da mura, insalubre, con strade strette senza luce e arieggiamento, assenza di separazione funzionale e diffusa povertà. Il terzo caso studio analizza l'esplosione di influenza spagnola di origine virale a Philadelphia nel 1918. "L'indagine" è calata qui nell'ambiente della città moderna per eccellenza, quella americana, pianificata, "infrastrutturata" e già sopraffatta dal traffico veicolare. Si è osservato come le cause del contagio siano da attribuirsi non tanto

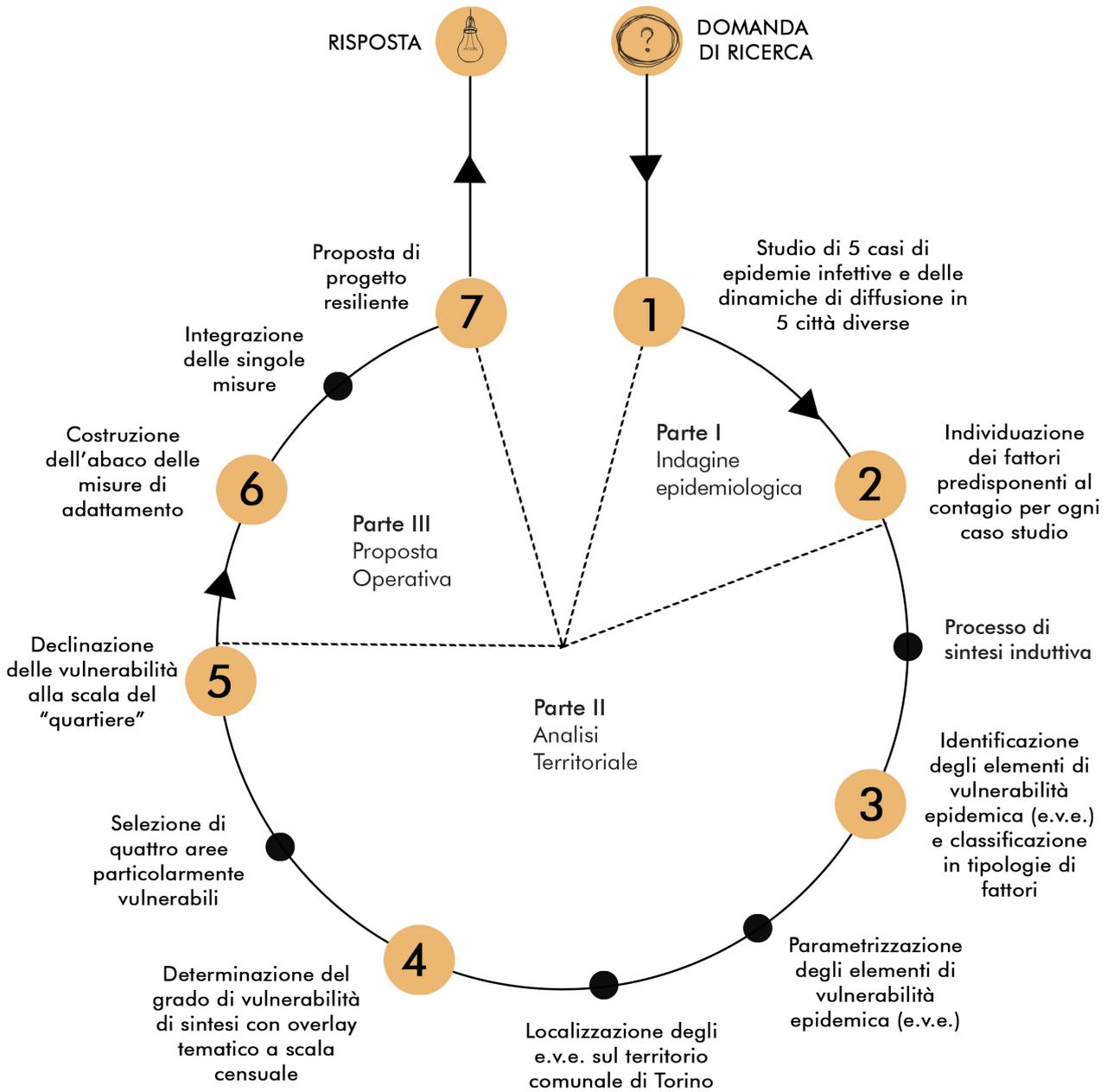


Fig.86 - Schema dei passaggi logico-metodologici su cui si è strutturata la ricerca. -
elaborazione dell'autore

alle condizioni urbanistico edilizie quanto a fenomeni di super-diffusione per gli eventi pubblici organizzati in spazi non adeguati, nonché, alla scarsa coordinazione e assenza di leadership politica. La quarta esperienza è stata quella di Singapore, città stato indonesiana centro di una serie di "outbreaks" di Dengue, malattia virale in crescita esponenziale nel mondo negli ultimi 60 anni. La patologia, diffusa da alcune specie di zanzare, ha trovato un terreno di diffusione particolarmente fertile sia nell'isola equatoriale densamente costruita ed abitata che nel mondo intero. Da ultimo si è studiata la relazione tra l'epidemia di SARS (sindrome respiratoria grave) del 2003 e la megalopoli di Hong Kong. Il caso ha permesso di mettere in luce le problematiche di una delle aree più popolate, urbanizzate, sviluppate in altezza, impermeabilizzate e globalizzate del mondo. L'insieme dei fattori di rischio epidemico individuati attraverso l'analisi di casi studio è stato successivamente sistematizzato e formalizzato, attraverso un processo di sintesi induttiva (ovvero si stabilisce una regola universale partendo da singoli casi particolari), in un sistema coerente di elementi di vulnerabilità (una cd. "matrice") ritenuti propedeutici all'insorgere o alla diffusione di malattie infettive in ambiente urbano. Si sono individuati undici "elementi di vulnerabilità" organizzati in quattro aree tematiche. Gli elementi demografici (densità di popolazione, affollamento abitativo, età della popolazione) catturano quelle caratteristiche

proprie di una popolazione e del suo modo di abitare lo spazio. Quelli morfologici (altezza degli edifici, epoca di costruzione, compattezza dell'edificato) le caratteristiche attinenti alla "struttura" dell'ambiente costruito. Quelli ambientali (inquinamento atmosferico, inquinamento acustico e distribuzione aree di riproduzione dei vettori) mettono in luce la relazione tra malattie, impatti antropici ed ecosistema. Infine, quelli "di attrattività" (densità di attività commerciali, distribuzione degli attrattori urbani) individuano le caratteristiche "funzionali" di un contesto urbano. Una volta assemblata la matrice di valutazione si è prima cercato di quantificare gli elementi, stabilendo soglie e parametri entro cui è lecito supporre che possano effettivamente avere un effetto sulla diffusione di patologie infettive.

Successivamente si è passati ad una loro applicazione pratica, spazializzando gli elementi di "vulnerabilità epidemica" rispetto alle sezioni di censimento del comune di Torino. Proprio la scelta del capoluogo Torinese come "cavia" per la matrice di valutazione è un punto cardine del lavoro. Non solo perché permette di passare dalla parte di "costruzione teorica" all'"applicazione pratica" ma soprattutto perché è la base su cui si costruirà il passaggio da parte "analitica" a quella di proposta progettuale. Torino è stata scelta per ragioni riconducibili sia alla facilità di reperimento dei vari materiali (dataset) che per la conoscenza pregressa da "insider" che ha permesso di cogliere al-

cune sfumature nelle dinamiche spaziali e temporali che sarebbe stato più difficile ottenere in altri contesti. Inoltre, ha giocato a favore dell'analisi la scala della città, che si inserisce in una regione ottimale per questo genere di studi, essendo dotata di elevata diversità morfologica (diversi tessuti urbani) e dimensioni urbane "relativamente" contenute e non troppo "diffuse" (come avrebbero potuto essere Roma o Milano). Una volta misurati e "mappati" i singoli elementi, attraverso il principio dell'overlay topologico (una sovrapposizione spaziale di tutti gli elementi) si è costruito un indicatore di sintesi capace valutare il grado di vulnerabilità epidemica totale. In questo senso, per valutazione si è inteso il "processo di individuazione e categorizzazione degli elementi rilevanti per un sistema complesso" (la città), seguita da una "proiezione ipotetica delle potenziali minacce per ogni elemento e una conseguente assegnazione di valore quantificabile" (o almeno ordine di rango) (Lövkvist-Andersen et al., 2004). Per quanto riguarda il concetto di vulnerabilità, si è invece fatto riferimento alla predisposizione degli elementi esposti (le aree minime individuate, ovvero le sezioni di censimento) a subire l'impatto di eventi pericolosi (in questo caso una malattia infettiva) (Brunetta and Salata, 2019) (Wolf, 2012). Dopo aver sovrapposto i vari livelli e misurato il grado di vulnerabilità epidemica totale, classificandolo su una scala a sette (da irrilevante ad estremo) si è ottenuta una comprensione sistemica del territorio.

Dall'analisi di sintesi è emerso che le aree con valori di vulnerabilità epidemica maggiore, tra le quali si sono poi scelte quattro aree campione per una lettura a scala di dettaglio, siano disposte a "ferro di cavallo" attorno al centro consolidato della città. Si è notato infatti come le sezioni con valori maggiori (da "alto" a "estremo" siano localizzate soprattutto nei quartieri di Aurora, San Donato, Cenisia, Parella e in modo minore in quelli di Barriera di Milano, San Salvatio, Santa Rita. Emerge inoltre come il "centro" e le aree periferiche (la collina, Falchera, Mirafiori Sud, ecc) abbiano valori compresi tra "irrilevante" e "medio". L'analisi risulta parzialmente controintuitiva, era infatti lecito aspettarsi un grado di vulnerabilità relativamente alto nelle aree densamente "vissute" del centro. I risultati sembrano però contraddire questa ipotesi e offrono interessanti spunti di riflessione sul perché molti dei fattori di criticità insistano su zone non propriamente periferiche ma spesso tagliate fuori dalle dinamiche economico/turistico che caratterizzano aree più centrali.

Il passaggio successivo è stato il "salto di scala". Si è cercato di scendere dalla scala comunale a quella di "quartiere", individuando tra le zone più vulnerabili quattro aree che si prestavano ad una analisi delle vulnerabilità più dettagliata. La prima area selezionata è stata quella denominata "Torri Michelin Nord", situata nel quartiere Borgata Vittoria. Si tratta di complesso residenziale/terziario

di edifici a torre collocati su una "piastra" commerciale. L'area è stata considerata particolarmente vulnerabile in quanto presenta elevate densità abitative e un tessuto urbano molto compatto che si presta ad interazioni di contagio tra gli abitanti. La seconda area identificata è stata quella denominata "via San Paolo", nel quartiere Borgo San Paolo. La zona è di matrice inizio novecentesca, caratterizzata dall'assenza di aree aperte fruibili diffuse (ad esempio all'interno degli isolati) e per la presenza di medie e grandi strutture di vendita che data la grande "capacità ricettiva" possono configurarsi come luoghi critici in caso di fenomeni di super-diffusione epidemica. La terza area identificata è quella denominata "Borgo Campidoglio" nella parte occidentale del quartiere San Donato. La zona ha un discreto carattere commerciale e residenziale ed una rete stradale particolarmente fitta con unità immobiliari di altezza ridotta rispetto alla media dei quartieri circostanti. La zona ha quindi elevata densità "orizzontale" e una sezione stradale carrabile tale da creare possibili implicazioni sull'areazione e sull'illuminazione naturale degli ambienti. La quarta area è quella denominata "ex OGM" nella parte a Nord della Dora nel quartiere Aurora. L'elevata vulnerabilità è dovuta a diversi elementi, tra cui, la scarsa qualità dell'edificato spesso caratterizzato da un precario stato di manutenzione e talvolta sovraffollamento, la bassa qualità ambientale e lo stato di generale abbandono e degrado, che ha possibili influenze sulla

salute psicologica delle persone e sulla presenza di habitat per vettori nocivi. L'ultima parte del lavoro cerca di rispondere alle domande lasciate aperte dal capitolo precedente, centrato essenzialmente sulla problematica analitico-localizzativa, cercando di capire quali misure di adattamento alla vulnerabilità epidemica è possibile mettere in pratica nell'ambiente urbano, indagando anche perché sono necessarie e come si possono tradurre le misure in un progetto urbanistico. La risposta a queste domande è stata strutturata in due parti. In primo luogo, è stato costruito un "abaco" progettuale capace di offrire un "pacchetto" di soluzioni di tecnica urbanistica capaci di agire, in una logica di adattamento, sulla vulnerabilità epidemica alla scala urbana. L'abaco è stato strutturato a partire dalle best practices descritte nella letteratura scientifica (Applegath et al., 2012)(Mehta, 2020), sistematizzando e giustificando le misure di adattamento messe in atto in altri contesti in un sistema coerente strutturato in quattro strategie generali (abitare, lavorare, riconnettersi e muoversi) e undici azioni di adattamento specifiche. Ogni azione è stata applicata ad una delle "aree particolarmente vulnerabili" in modo da mostrarne una possibile ricaduta visuale e normativa nel contesto della città di Torino. In secondo luogo, sono state sviluppate delle suggestioni progettuali capaci di mettere insieme le singole azioni contenute nell'abaco in un sistema coerente, al fine di re-immaginare in ottica resiliente le quattro aree parti-

colarmente vulnerabili. Il tema di fondo di questa parte è quello di sviluppare delle strategie di adattamento strutturando risposte resilienti rispetto alla vulnerabilità epidemica.

Questo lavoro termina nei primi mesi del 2021, l'anno dell'auspicata "rinascita" dopo lo shock collettivo della pandemia, l'anno che inizia con la somministrazione dei primi vaccini contro il virus che ha messo in ginocchio il mondo intero e promette di essere, anche grazie a profondi cambiamenti nelle politiche economiche internazionali, uno spartiacque tra un passato di stagnazione e declino ed un futuro di crescita sostenibile, maggiore giustizia economica, sociale ed ambientale. Proprio il ragionamento sul futuro è il punto di partenza per provare a "tirare le fila" rispetto alla domanda di ricerca originaria. Ci si era chiesti, innanzitutto, se fosse possibile strutturare un sistema di conoscenza sistematico e sito-specifico in grado di indagare il rapporto tra qualità dello spazio e trasmissione della malattia. In questo senso, il lavoro effettuato ha dato risposta affermativa. È stato effettivamente possibile costruire un sistema conoscitivo grazie alla sistematizzazione del lavoro della prima parte, ed è stato altresì possibile comprendere, attraverso i ragionamenti sui fattori di vulnerabilità sviluppati nella seconda parte, il legame tra le caratteristiche qualitative dello spazio urbano e la vulnerabilità epidemica. In estrema sintesi, è emerso come si possa dunque costruire un "modello" che, applicato

in uno specifico contesto, permetta di capire dove si localizzino le aree particolarmente vulnerabili sotto il profilo epidemico. Questo "modello" presenta tuttavia un enorme problema rispetto ad una possibile funzione previsiva: non è stato possibile testarlo. In altre parole, per verificare la sua veridicità si sarebbero dovute confrontare le previsioni (espresse con i diversi livelli di vulnerabilità) con i tassi di contagio effettivi di un'epidemia infettiva. Se ci fosse corrispondenza tra le aree "rosse" (estremamente vulnerabili) con una maggiore morbilità epidemica, allora si potrebbe discutere del grado di accuratezza della modellistica. Purtroppo, nonostante l'enorme mole di dati relativi all'epidemia di COVID-19, questi non sono disponibili alla scala sub-comunale, impossibilitando il confronto.

La domanda di ricerca si poneva anche un'ulteriore questione. In quale modo la conoscenza strutturasse e supportasse il progetto di trasformazione e rigenerazione urbana. A questo interrogativo si è cercato di rispondere attraverso lo sviluppo dell'abaco di progetto, questo ha messo in luce la possibilità di implementare nella progettazione urbanistica un nuovo paradigma di sviluppo attento alle dinamiche epidemiche, anche attraverso gli strumenti tecnici esistenti. Alla luce delle analisi svolte sono emerse come le caratteristiche di una nuova forma siano simili sotto alcuni aspetti a quelle del modello di città "sostenibile" (Jenks, 2019). In questo senso sono centrali elementi come

l'elevata qualità ambientale, la centralità di infrastrutture verdi e blu come assi di sviluppo, la prossimità e diffusione delle attività commerciali e di svago alla scala di quartiere, l'importanza della mobilità sostenibile, un "abitare di qualità", la presenza spazi ibridi capaci di assolvere a più funzioni e soprattutto l'importanza della dotazione di aree pubbliche ben collegate e con attrezzature territoriali tali da renderle fruibili a tutta la cittadinanza. Affrontare l'aspetto di vulnerabilità epidemica fa tuttavia emergere alcune peculiarità di questo approccio tali da porsi in maniera critica nei confronti del paradigma della sostenibilità. In particolare, emergono differenze per quanto riguarda l'idea di abitare. E' noto come sotto un profilo di consumo di suolo e di efficienza dei servizi sia ideale per un ambiente urbano sostenibile avere aree densamente abitate capaci di implementare "economie di scala" su base spaziale per ridurre lo spreco di risorse. Al contrario, un approccio attento alla vulnerabilità epidemica sembrerebbe suggerire che il massimo distanziamento e quindi la minima densità sia la soluzione migliore. Parrebbe quindi che una soluzione di politica abitativa tendente verso lo sprawl e la città diffusa possa essere più confacente alle esigenze di salvaguardia della salute. Ma non è così, in quanto la vulnerabilità epidemica va valutata in tutti i suoi elementi con un approccio olistico. Se da un lato è vero quanto affermato precedentemente, dall'altro, questa verità vale solo quando si considera singolarmente l'elemen-

to della densità abitativa, un'analisi che tenesse in conto anche degli altri elementi permetterebbe di capire come la tendenza da ricercare sia non tanto la dispersione abitativa quanto un riequilibrio urbano capace di contenere gli addensamenti particolarmente critici. In altre parole, l'approccio alla vulnerabilità epidemica va concepito non tanto come foriero di principi antagonisti rispetto al concetto di sviluppo sostenibile, quanto ad una ulteriore sua declinazione capace di fornire spunti riflessivi sui multiformi aspetti del "vivere urbano".

L'ultima parte di queste conclusioni si concentra sul tema delle motivazioni. Il presente lavoro, infatti, ha cercato di comprendere "come" adattare la città alla problematica epidemica, senza affrontare direttamente il tema del "perché". E' necessario farlo in queste ultime righe. In estrema sintesi si possono addurre tre tipi di ragioni. In primo luogo, sebbene il rapporto tra malattie e città sia antico quanto la città stessa, è evidente come esso stia assumendo una nuova centralità nel mondo contemporaneo. In altre parole, è fondamentale occuparsi del rapporto tra città ed epidemie perché è probabile che queste ultime aumentino nei prossimi decenni, soprattutto per quanto riguarda quelle di origine "zoonotica", ovvero dovute al passaggio da animali ad esseri umani. (Van Langevelde et al., 2020)(Morse et al., 2012). Il combinato disposto di fenomeni come l'urbanizzazione massiva, il cambiamento climatico, la defore-

stazione, la modifica e sottrazione di habitat alle specie selvatiche e l'incremento nella facilità e rapidità di movimenti tra luoghi molto lontani, porterà al centro delle agende dei governi mondiali come affrontare il tema delle pandemie e delle immense conseguenze economico-sociali oltre che sanitarie che comportano. Anche spingendo il mondo accademico e della ricerca a sviluppare strategie per adattare e mitigare gli effetti sugli agglomerati urbani.

Un secondo ordine di ragioni sul "perché" è nato questo lavoro è relativo all'opportunità. La pandemia di COVID del 2019/2020 ha generato una forte reazione da parte delle istituzioni sia italiane che europee. Soprattutto le seconde hanno superato molte delle divisioni rispetto al dogmatismo economico sul debito pubblico e le politiche monetarie espansive. (Basso, 2020) Nello specifico, si sono previsti stanziamenti di ingenti somme di denaro (209 miliardi di euro in Italia) da far confluire in progetti per spingere "fuori dal tunnel" della recessione i paesi membri più in difficoltà (tra cui l'Italia). Il pacchetto di stimolo: noto come "next generation EU" è il catalizzatore per un nuovo capitolo nella trasformazione del paese. In questo senso, lavorare per studiare come riprogettare le città in questo momento storico, sfrutta un'ottima congiuntura temporale, perché è uno di quei rari momenti in cui i decisori sono alla ricerca di idee e "visioni" per un futuro sostenibile e resiliente.

Un terzo ordine di motivi è relativo ad una sfera più personale, si è

scelto di trattare questo argomento anche per ragioni di "solidarietà". È sembrato importante cercare di contribuire con le proprie competenze e capacità intellettive, in un momento di grande difficoltà per il paese e per il mondo. Nonostante il contributo dell'urbanistica sia ben lontano sul breve termine rispetto a quello che medici, infermieri, personale sanitario, volontari, e mille altre professionisti svolgono quotidianamente, è altresì importante mettersi a disposizione della collettività offrendo il proprio punto di vista e dare un piccolo aiuto a chi, con coraggio e abnegazione, combatte tutti i giorni in prima linea.

- Applegath, C. et al. (2012) Resilient Design Principles, ResilientCity.org. Available at: <https://www.resilientcity.org/index.cfm?pagepath=Blogs&id=11276> (Accessed: 30 December 2020).
- Basso, F. (2020) Recovery Fund e Next Generation Eu, il piano per l'Europa spiegato punto per punto, Corriere.it. Available at: https://www.corriere.it/economia/aziende/cards/recovery-fund-next-generation-eu-piano-l-europa-spiegato-punto-punto/via-libera-parlamento-ue_principale.shtml (Accessed: 2 February 2020).
- Jenks, M. (2019) 'Compact City', in The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies. American Cancer Society, pp. 1–4. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118568446.eurs0530>.
- Van Langevelde, F. et al. (2020) The link between biodiversity loss and the increasing spread of zoonotic diseases.
- Mehta, V. (2020) 'The new proxemics: COVID-19, social distancing, and sociable space', Journal of Urban Design. Routledge, 25(6), pp. 1–6. doi: 10.1080/13574809.2020.1785283.
- Morse, S. S. et al. (2012) 'Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis', The Lancet. Elsevier Ltd, 380(9857), pp. 1956–1965. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61684-5.

BIBLIOGRAFIA GENERALE

- Aimone, F. (2010) 'The 1918 influenza epidemic in New York City: A review of the public health response', *Public Health Reports*, 125(SUPPL. 3), pp. 71–79.
- Andersen, Z. J. et al. (2011) 'Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: A cohort study', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 183(4), pp. 455–461. doi: 10.1164/rccm.201006-0937OC.
- Applegath, C. et al. (2012) *Resilient Design Principles*, ResilientCity.org. Available at: <https://www.resilientcity.org/index.cfm?pagepath=Blogs&id=11276> (Accessed: 30 December 2020).
- ARPA Piemonte (2017) *Rumore della Città di Torino*. Available at: https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer-2D/?config=other-configs/rumore_config.json (Accessed: 20 November 2020).
- ARPA Piemonte (2018) *Rumore*. Available at: <http://www.arpa.piemonte.it/appfondimenti/temi-ambientali/rumore/rumore> (Accessed: 20 November 2020).
- Barton, H., Mitcham, C. and Tsourou, C. (2003) *Healthy urban planning in practice: experience of European cities*.
- Benelli, G. and Mehlhorn, H. (2016) 'Declining malaria, rising of dengue and Zika virus: insights for mosquito vector control', *Parasitology Research*, 115(5), pp. 1747–1754. doi: 10.1007/s00436-016-4971-z.
- Bernhardt, E. M. (1995) 'Overcrowding and mortality from airborne infectious disease: The case of Stockholm 1895–1925', in *Swedish Urban Demography during Industrialization*, pp. 65–91. Available at: <http://umu.diva-portal.org/smash/record>.
- Bhatt, S. et al. (2013) 'The global distribution and burden of dengue', *Nature*, 496(7446), pp. 504–507. doi: 10.1038/nature12060.
- Brooks, N. (2003) 'Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework', *Tyndall Centre for Climate Change Research Working*, (38).
- Brunetta, G. and Caldarice, O. (2019) 'Spatial Resilience in Planning: Meanings, Challenges, and Perspectives for Urban Transition', in Leal Filho, W. et al. (eds) *Sustainable Cities and Communities*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-3-319-71061-7_28-1.
- Brunetta, G. and Caldarice, O. (2019b) 'Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance', in Brunetta, G. et al. (eds). *Springer International Publishing*, pp. 27–41. doi: 10.1007/978-3-319-76944-8.
- Brunetta, G. and Salata, S. (2019) 'Mapping Urban Resilience for Spatial Planning—A First Attempt to Measure the

- Vulnerability of the System', Sustainability. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 11(8), p. 2331. doi: 10.3390/su11082331.
- Brunetta, G. et al. (2019) 'Territorial resilience: Toward a proactive meaning for spatial planning', Sustainability (Switzerland), 11(8). doi: 10.3390/su11082286.
 - Budds, D. (2020) 'Design in the age of pandemics', Curbed.
 - Burattini, M. N. et al. (2008) 'Modelling the control strategies against dengue in Singapore', Epidemiology and Infection, 136(3), pp. 309–319. doi: 10.1017/S0950268807008667.
 - Buxton, M. et al. (2020) 'Are vulnerable communities thoroughly informed on mosquito bio-ecology and burden?', International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(21), pp. 1–16. doi: 10.3390/ijerph17218196.
 - CDC (2014) General Information | Cholera | CDC, Cdc. Available at: <https://www.cdc.gov/cholera/general/index.html> (Accessed: 16 July 2020).
 - Centers for Disease Control and Prevention (2018) Plague | CDC, November 27. Available at: <https://www.cdc.gov/plague/maps/index.html><https://www.cdc.gov/plague/transmission/index.html><https://www.cdc.gov/plague/symptoms/index.html><https://www.cdc.gov/plague/healthcare/clinicians.html><https://www.cdc.gov/plague/history/index.html> (Accessed: 27 July 2020).
 - Chan-yeung, M. and Xu, R. (2003) 'SARS : epidemiology', Respirology, 8, pp. 9–14.
 - Chatterton, P. (2020) 'Coronavirus: we're in a real-time laboratory of a more sustainable urban future', The Conversation.
 - Chisholm, H. (1911) 'Cholera', The Encyclopaedia Britannica: a dictionary of arts, sciences, literature and general information. 11th edn. Cambridge University Press.
 - Chowell, G. et al. (2016) 'The Basic Reproduction Number R_0 and Effectiveness of Reactive Interventions during Dengue Epidemics: The 2002 Dengue Outbreak in Easter Island, Chile', Physiology & behavior, 176(1), pp. 139–148. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.03.040.
 - Ciofi, M. B. (1984) 'La peste del 1630 a Firenze con particolare riferimento ai provvedimenti igienico-sanitari e sociali', Archivio Storico Italiano. Casa Editrice Leo S. Olschki s.r.l., 142(1 (519)), pp. 47–75. Available at: <http://www.jstor.org/stable/26211963>.
 - Città di Torino (2006) REGOLAMENTO DEL VERDE PUBBLICO E PRIVATO DELLA CITTÀ DI TORINO. Available at: <http://www.comune.torino.it/regolamenti/317/317.htm>.
 - Città di Torino (2014) 'Piano Regolatore Generale di Torino Norme Urbanistico Edilizie di

- Attuazione’.
- Città metropolitana di Torino (2011) PTC2 - Piano Vigente. Available at: <http://www.citta-metropolitana.torino.it/cms/territorio-urbanistica/pianificazione-territoriale/ptc2-vigente>.
 - Città metropolitana di Torino, ARPA Piemonte and Piemonte, C. (2019) Uno sguardo all’aria 2019. Torino.
 - City of Philadelphia (2020) Open Data Philly. Available at: <https://www.opendataphilly.org/dataset/land-use> (Accessed: 6 September 2020).
 - Colwell, R. R. (1996) ‘Global climate and infectious disease: The cholera paradigm’, *Science*, 274(5295), pp. 2025–2031. doi: 10.1126/science.274.5295.2025.
 - Comitato di rigenerazione urbana, CBV. (2006) Campidoglio Borgo Vecchio. Available at: <http://www.arpnet.it/bvcamp/home.htm> (Accessed: 19 January 2020).
 - Comitato Torino Respira (2020) “CHE ARIA TIRA?” Available at: <https://www.torinorespira.it/cheariatira/> (Accessed: 16 November 2020).
 - Consiglio regionale del Piemonte (2017) ‘Regolamento edilizio tipo regione Piemonte’, pp. 1–98.
 - Corine (2010a) ‘CORINE Land Cover Nomenclature Conversion to Land Cover Classification System’, Report, (Clc), p. 6. Available at: http://www.igeo.pt/gdr/pdf/CLC2006_nomenclature_addendum.pdf.
 - Dan Barry and Caitlin Dickerson (2020) The Killer Flu of 1918: A Philadelphia Story, *The New York Times*. Available at: <https://www.nytimes.com/2020/04/04/us/coronavirus-spanish-flu-philadelphia-pennsylvania.html>.
 - De Jong, M., Diekmann, O. and Heesterbeek, J. A. P. (1994) ‘How does transmission of infection depend on population size?’, In: *Epidemic models: their structure and relation to data*. -Cambridge: Cambridge University Press, 1995. pp. 84-94.
 - Degiani, S. (2013) *Storia della Evoluzione Urbanistica di Torino*. Torino: Sandro Degiani. Available at: <https://it.scribd.com/doc/125861000/Storia-dell-Evoluzione-Urbanistica-di-Torino>.
 - Doraiswamy, S. et al. (2020) ‘Respiratory epidemics and older people’, *Age and Ageing*, (July), pp. 896–900. doi: 10.1093/ageing/afaa151.
 - Engelmann, L., Henderson, J. and Lynteris, C. (2018) *Plague and the City. Taylor & Francis (The Body in the City)*. Available at: <https://books.google.it/books?id=8rF5DwAAQBAJ>.
 - Fidler, D. P. (2004) ‘Introduction: The Importance of the SARS Outbreak’, *SARS, Governance and the Globalization of Disease*. London: Palgrave Macmillan, pp. 1–9. doi: 10.1057/9780230006263_1.
 - Frith, J. (2012) ‘The history of plague - Part 1. The three great

- pandemics', *Journal of Military and Veterans' Health*, 20(2), pp. 11–16.
- Gaeta, L., Janin Rivolin, U. and Mazza, L. (2013) *Governo del territorio e pianificazione spaziale*. CittàStudi.
 - Gamble, V. N. (2010) "There wasn't a lot of comforts in those days": African Americans, public health, and the 1918 influenza epidemic (Public Health Reports)', *Public Health Reports*, 125(4), p. 517.
 - Gan, N. (no date) Singapore is on track to face its worst dengue outbreak in history, 2020. Available at: <https://edition.cnn.com/2020/07/03/asia/singapore-dengue-intl-hnk/index.html> (Accessed: 13 September 2020).
 - GBC Ecoquartieri (2015) 'Scheda Punteggio. Per progettare, realizzare e riqualificare aree e quartieri sostenibili'. Available at: http://gbcitalia.org/documents/20182/22088/pggio+GBC+Quartieri_2015.pdf/1293ef36-fd13-41a9-9494-57cc894a582f.
 - Geospatiality (2016) What is Hotspot Analysis? Available at: <https://glenbambrick.com/2016/01/21/what-is-hotspot-analysis/>.
 - Goines, L. and Hagler, L. (2007) 'Noise pollution: a modern plague. South Med J.', *Southern Medical Journal*, 100(3), pp. 287–294.
 - Gullino, V. (2019) *Ventesimo Rapporto «Giorgio Rota» su Torino*. Torino.
 - Health, U. U. (2019) 'Upholding Urban Health Security in Singapore', 45(2).
 - Héroux, M. E. et al. (2018) WHO environmental noise guidelines for the European Region.
 - Hii, Y. L. et al. (2009) 'Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore', *Global Health Action*, 2(1). doi: 10.3402/gha.v2i0.2036.
 - http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/111008/1/WHO_DCO_WHD_2014.1_eng.pdf.
 - Hung, H. C. K. et al. (2006) 'Industrial experience and research into the causes of SARS virus transmission in a high-rise residential housing estate in Hong Kong', *Building Services Engineering Research and Technology*, 27(2), pp. 91–102.
 - Iallouardo, M. (2020) How two US cities responded to the 1918 flu pandemic very differently — and what we can learn from those mistakes, *Business Insider*. Available at: <https://www.businessinsider.com/history-of-how-st-louis-vs-philadelphia-treated-1918-flu-pandemic-2020-4?IR=T> (Accessed: 3 September 2020).
 - ISTAT (2015) 'Popolazione e famiglie', *Annuario Statistico Italiano 2015*, pp. 69–108.
 - Istituto Nazionale di Statistica (2015) 'Descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie per sezione di censimento Anni 1991, 2001, 2011', p. 27. Available

- at: <http://www.istat.it/it/files/2013/11/2015.04.28-Descrizione-dati-Pubblicazione.pdf>
<https://www.istat.it/it/files/2013/11/2015.04.28-Descrizione-dati-Pubblicazione.pdf>.
- Johnson, S. (2006) *The Ghost Map: The Story Of London's Most Terrifying Epidemic and How It Changed Science, Cities, And The Modern World*. New York: Riverhead Books.
 - Koh, B. K. W. et al. (2008) 'The 2005 dengue epidemic in Singapore: Epidemiology, prevention and control', *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 37(7), pp. 538–545.
 - Lai, P. C. et al. (2004) 'Understanding the spatial clustering of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Hong Kong', *Environmental Health Perspectives*, 112(15), pp. 1550–1556. doi: 10.1289/ehp.7117.
 - Lau, J. T. F. et al. (2004) 'SARS Transmission, Risk Factors, and Prevention in Hong Kong', *Emerging Infectious Diseases*, 10(4), pp. 587–592. doi: 10.3201/eid1004.030628.
 - Li, Y. et al. (2005) 'Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens', *Indoor Air*, 15(2), pp. 96–111. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x.
 - Li, Y., Duan, S., et al. (2005) 'Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens', *Indoor Air*, 15(2), pp. 96–111. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x.
 - Li, Y., Huang, X., et al. (2005) 'Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong', *Indoor Air*, 15(2), pp. 83–95. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x.
 - Litchfield, R. B. (2008) *Florence Ducal Capital, 1530-1630*. New York: ACLS Humanities E-Book. Available at: <https://hdl.handle.net/2027/heb.90034.0001.001>.
 - Litman, T. (2016) 'Determining Optimal Urban Expansion, Population and Vehicle Density, and Housing Types for Rapidly Growing Cities', in *World Conference on Transport Research*. Available at: www.elsevier.com/locate/procedia.
 - Little, B. (2020) *SARS Pandemic: How the Virus Spread Around the World in 2003*, *History.com*. Available at: <https://www.history.com/news/sars-outbreak-china-lessons> (Accessed: 4 October 2020).
 - Littlefair, P. (2001) 'Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment', *Solar Energy*, 70(3), pp. 177–185. doi: [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00099-2](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00099-2).
 - Lökvist-Andersen, A.-L. et al. (2004) 'Modelling Society 's Capacity to Manage Extraordinary Events', *Society for Risk Analysis*, pp. 1–11.
 - Mahtab-uz-Zaman, Q. M.,

- Lau, S. and Mei, S. H. (2000) 'The Compact City of Hong Kong: A Sustainable Model for Asia?', in Jenks, M. and Burgess, R. (eds) *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Spon Press. London and New York: Taylor & Francis, pp. 255–268. doi: 10.1057/palgrave.udi.9000039.
- McNicholas, A. et al. (2000) 'Overcrowding and infectious diseases - when will we learn the lessons of our past?', *New Zealand Medical Journal*, 113(1121), pp. 453–454.
 - Morens, D. M., Folkers, G. K. and Fauci, A. S. (2013) 'Dengue: The continual re-emergence of a centuries-old disease', *EcoHealth*, 10(1), pp. 104–106. doi: 10.1007/s10393-013-0825-7.
 - Niccoli, T. and Partridge, L. (2012) 'Ageing as a risk factor for disease', *Current Biology*. Elsevier Ltd, 22(17), pp. R741–R752. doi: 10.1016/j.cub.2012.07.024.
 - Ong, J. et al. (2019) 'A novel entomological index, *Aedes aegypti* Breeding Percentage, reveals the geographical spread of the dengue vector in Singapore and serves as a spatial risk indicator for dengue', *Parasites and Vectors*. Parasites & Vectors, 12(1), pp. 1–10. doi: 10.1186/s13071-018-3281-y.
 - Ooi, E. E., Goh, K. T. and Gubler, D. J. (2006) 'Dengue prevention and 35 years of vector control in Singapore', *Emerging Infectious Diseases*, 12(6), pp. 887–893. doi: 10.3201/eid1206.051210.
 - Openpolis (2017) L'affollamento della casa e il numero di figli in famiglia. Available at: <https://www.openpolis.it/numeri/laffollamento-della-casa-e-il-numero-di-figli-in-famiglia/> (Accessed: 19 October 2020).
 - Pallavidino, L. et al. (2011) *Modellistica Della Qualità Dell'Aria Nell'Area Metropolitana Torinese - Relazione Conclusiva*.
 - Paull, S. H. et al. (2012) 'From superspreaders to disease hotspots: Linking transmission across hosts and space', *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(2), pp. 75–82. doi: 10.1890/110111.
 - Penna, A. (2019) *Qualità dell'aria a Torino: le strade più inquinate e quelle dove si respira*, *TorinoToday*. Available at: <https://www.torinotoday.it/green/dati-inquinamento-che-aria-tira-2019.html/> (Accessed: 18 November 2020).
 - Perspectives for Urban Transition', in Leal Filho, W. et al. (eds) *Sustainable Cities and Communities*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-3-319-71061-7_28-1.
 - Phelps, M. et al. (2018) 'Cholera Epidemics of the Past Offer New Insights Into an Old Enemy', 217(population 8621), pp. 641–649. doi: 10.1093/infdis/jix602.
 - Ranson, R. P. (1988) *Guidelines*

- for healthy housing, WORLD HEALTH ORGANIZATION Regional Office for Europe.
- Roos, D. (2020) How U.S. Cities Tried to Halt the Spread of the 1918 Spanish Flu, History. Available at: <https://www.history.com/news/spanish-flu-pandemic-response-cities>.
 - Sanchez, A. K. and Duhl, L. J. (1999) Healthy Cities and the City Planning Process, WHO regional office for europe.
 - Sharifi, A. and Khavarian-Garmis, A. R. (2020) 'The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management', *Science of the Total Environment*, 749, pp. 1–3. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142391.
 - Shetty, M. (2018) Penn and the 1918 Influenza Epidemic. Available at: [https://archives.upenn.edu/exhibits/penn-history/flu#:~:text=In just six months%2C there,an additional 300%2C000 wartime workers. \(Accessed: 6 September 2020\)](https://archives.upenn.edu/exhibits/penn-history/flu#:~:text=In just six months%2C there,an additional 300%2C000 wartime workers. (Accessed: 6 September 2020)).
 - Shore, M. (1985) *The Evolution of the Philadelphia Skyscraper 1897-1941*. Te Evolution of the Philadelphia Skyscraper 1897-1941.
 - Snowden, F. M. (1995) *Naples in the time of Cholera, 1884-1911*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 - Snowden, F. M. (1995) *Naples in the time of Cholera, 1884-1911*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 - Stansfeld, S. A. and Matheson, M. P. (2003) 'Noise pollution: Non-auditory effects on health', *British Medical Bulletin*, 68, pp. 243–257. doi: 10.1093/bmb/ldg033.
 - Struchiner, C. J. et al. (2015) 'Increasing dengue incidence in Singapore over the Past 40 Years: Population growth, climate and mobility', *PLoS ONE*, 10(8), pp. 1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0136286.
 - Taubenberger, J. K. and Morens, D. M. (2006) '1918 Influenza: the mother of all pandemics', *Emerging infectious diseases*. Centers for Disease Control and Prevention, 12(1), pp. 15–22. doi: 10.3201/eid1201.050979.
 - Terpstra, N. and Rose, C. (2016) *Mapping Space, Sense, and Movement in Florence: Historical GIS and the Early Modern City*. Routledge.
 - Tsang, T. and Lam, T. (2003) 'SARS: Public health measures in Hong Kong', *Respirology*, 8, pp. 46–48. doi: 10.1046/j.1440-1843.2003.00524.x.
 - Turner, B. L. et al. (2003) 'A framework for vulnerability analysis in sustainability science', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), pp. 74–79. doi: 10.11764/j.issn.1672-1926.2014.S1.0091.
 - U.S Department of Housing and Urban Development (2007) 'Measuring overcrowding in housing', Office of Poli-

- cy Development and Research, p. 38.
- Vanderbilt, T. (2020) 'The Pandemic Shows What Cars Have Done to Cities', *The Atlantic*.
 - Wade, L. (2020) From Black Death to fatal flu, past pandemics show why people on the margins suffer most, *Science Magazine*. Available at: <https://www.sciencemag.org/news/2020/05/black-death-fatal-flu-past-pandemics-show-why-people-margins-suffer-most> (Accessed: 2 August 2020).
 - Weaver, S. C. (2013) 'Urbanization and geographic expansion of zoonotic arboviral diseases: Mechanisms and potential strategies for prevention', *Trends in Microbiology*. Elsevier Ltd, 21(8), pp. 360–363. doi: 10.1016/j.tim.2013.03.003.
 - Whitehorn, J. and Farrar, J. (2010) 'Dengue', *British Medical Bulletin*, 95(1), pp. 161–173. doi: 10.1093/bmb/ldq019.
 - WHO Regional Office for Europe (2000) '7.1. Nitrogen dioxide', in *Air Quality Guidelines*. Copenhagen. doi: 10.1016/j.jchas.2014.01.008.
 - Wikipedia (2015) Cholera outbreaks and pandemics. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Cholera_outbreaks_and_pandemics (Accessed: 15 July 2020).
 - Wikipedia (2017) Singapore. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore> (Accessed: 14 September 2020).
 - Wikipedia (2020) Borgo San Paolo. Available at: https://it.wikipedia.org/wiki/Borgo_San_Paolo (Accessed: 18 January 2020).
 - Wikipedia (2020) Cholera. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> (Accessed: 15 July 2020).
 - Wikipedia (2020) Dengue fever. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Dengue_fever (Accessed: 18 September 2020).
 - Wikipedia (2020) Spanish flu. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Spanish_flu#CI-TEREFEWald1994.
 - Wikipedia (2020) Superspreading Event. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Superspreading_event (Accessed: 2 December 2020).
 - Wikipedia (2020a) 2002–2004 SARS outbreak. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/2002–2004_SARS_outbreak (Accessed: 5 October 2020).
 - Wikipedia (2020a) Aurora (torino). Available at: [https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_\(Torino\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_(Torino)) (Accessed: 19 January 2020).
 - Wikipedia (2020b) Severe acute respiratory syndrome. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Severe_acute_respiratory_syndrome (Accessed: 3 October 2020).
 - Wirth, T. (2011) Influenza ("Spanish Flu" Pandemic,

- 1918-19), The Philadelphia Encyclo. Available at: <https://philadelphiaencyclopedia.org/archive/influenza-spanish-flu-pandemic-1918-19/> (Accessed: 5 September 2020).
- Wolf, S. (2012) 'Vulnerability and risk: Comparing assessment approaches', *Natural Hazards*, 61(3), pp. 1099–1113. doi: 10.1007/s11069-011-9968-4.
 - World Health Organization (2003) 'SARS: lessons from a new disease', in *The World Health Report 2003*, pp. 71–82.
 - World Health Organization (2017) Plague. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/plague> (Accessed: 6 August 2020).
 - World Health Organization (2019) Cholera. Available at: <https://www.who.int/health-topics/cholera> (Accessed: 15 July 2020).
 - World Health Organization (2020) Dengue and severe Dengue. Available at: https://www.who.int/health-topics/dengue-and-severe-dengue#tab=tab_1 (Accessed: 16 September 2020).
 - World Health Organization (no date) Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Available at: https://www.who.int/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome#tab=tab_1 (Accessed: 3 October 2020).
 - World Health Organization, (2019) Caruso, C. (2020) Il colera a Napoli: l'epidemia del 1884. Available at: <https://www.lacooltura.com/2020/04/colera-a-napoli-epidemia-1884/#:~:text=Nell'estate del 1884 si,si superarono i 7000 morti.> (Accessed: 15 July 2020).

*Vorrei ringraziare la prof.ssa Brunetta per avermi
seguito in questo lavoro di tesi e per aver reso
quest'ultimo passaggio l'inizio di un nuovo percorso,*

*Vorrei ringraziare tutto lo staff del centro R3C per
avermi fornito materiale, chiarimenti e supporto,*

*Vorrei ringraziare la mia famiglia e gli amici per avermi
sostenuto e aiutato sempre,*

*Vorrei ringraziare me stesso per averci creduto
e Valeria per essermi stata vicina*

