

## XLI Conferenza scientifica annuale AISRe **Special Call AISRe: Coronavirus & Impatto Territoriale**

### **Le Relazioni tra Covid 19 e questione ambientale. Salute, Clima, Città per un percorso verso la resilienza urbana**

*Grazia Brunetta, Angioletta Voghera, Stefano Salata, Luigi La Riccia*

Responsible Risk Resilience Center (R3C) – DIST, Politecnico di Torino

#### **Introduzione**

Il legame tra zoonosi e spill over, come nel caso del Coronavirus (Covid 19), e la questione ambientale, è stato messo in luce dalle principali organizzazioni intergovernative mondiali come l'Oms, ONU, IUCN. Ad emergenza avvenuta, i report della World Health Organization di fine anni '90 vengono letti in tutta la loro attualità, soprattutto nel rapporto tra crisi epidemiologica, crisi ambientale e cambiamenti climatici. Il fenomeno si associa ai modelli di consumo e agli stili di vita oggi indirizzati verso uno sfruttamento insostenibile delle risorse ambientali.

È inoltre tema di grande attenzione da parte dei ricercatori il ruolo giocato dal cambiamento climatico nella diffusione del virus con primi studi di verifica delle potenziali correlazioni tra presenza di inquinanti (soprattutto legati alla limitata qualità dell'aria e alla presenza/risospesine del particolato atmosferico fine ed extrafine per processi di impermeabilizzazione) e velocità di trasmissione del virus (Davidson, Hallberg, McCubbin, & Hubbell, 2007; Meisner, Gjorgjev, & Tozija, 2015)<sup>1</sup>. Tale relazione metterebbe in crisi l'attuale fase dell'antropocene, in cui grandi masse di persone tendono a concentrarsi in grandi e dense regioni urbane (Brenner & Schmid, 2015; Curci F, Galuzzi P, Munafò M, & Salata S, 2017).

Che esistano delle relazioni tra variabili ambientali e mortalità da malattie o virus legati a complicazioni cardiovascolari e polmonari è quanto sembra emergere dei più recenti studi scientifici riguardanti il rapporto tra condizioni ambientali e atmosferiche e conseguenti spese per ricoveri o i decessi che si verificano per complicazioni legate alle condizioni dell'ambiente urbano (Bertazzon, Johnson, Eccles, & Kaplan, 2015; Lelieveld et al., 2019; Meisner et al., 2015). Il più recente studio condotto da Leonardo Becchetti e Gianluigi Conzo, dell'Università di Roma Tor Vergata, Pierluigi Conzo dell'Università di Torino e Francesco Salustri, del Centro di ricerca sull'economia della salute dell'Università di Oxford affermerebbe che, laddove l'esposizione alle polveri sottili prolungata nel tempo, sia più probabile contrarre il virus nella sua forma più grave. È quanto viene sintetizzato direttamente dagli autori nell'articolo comparso il 21 maggio su Culture<sup>2</sup>: "Si tratta dello studio italiano più completo mai realizzato sulla relazione tra inquinamento e COVID-19. Nello studio, vengono analizzati i dati di tutti i comuni e di tutte le province, sia in termini di decessi che di contagi giornalieri. Le stime indicano che la differenza tra province più esposte a polveri sottili (in Lombardia) e meno esposte (in Sardegna) è di circa 1.200 casi e 600 morti in un mese, un dato che implicherebbe il raddoppio della mortalità". E ancora: "Esistono centinaia di studi medico-scientifici che in passato hanno sottolineato come le polveri riducono l'efficienza dei polmoni aumentando i rischi e peggiorando gli esiti delle malattie polmonari, cardiovascolari e dei tumori. Il Covid19 è una malattia respiratoria e

---

<sup>1</sup> Si veda a questo proposito l'"Informativa sulla relazione tra inquinamento atmosferico e diffusione del COVID-19"

<sup>2</sup> [https://www.huffingtonpost.it/entry/il-coronavirus-uccide-il-doppio-dove-laria-e-piu-inquinata-lallarme-in-un-nuovo-studio\\_it\\_5ec62c44c5b665605bc776f9?ncid=fcbklnkithpmsg00000001&ref=fbph&fbclid=IwAR1r8Uo3nrjUkw4rkfSh9iAFbWfXGsu09zrIDBrfDUUavCgFSNBQ7ZWxn9g](https://www.huffingtonpost.it/entry/il-coronavirus-uccide-il-doppio-dove-laria-e-piu-inquinata-lallarme-in-un-nuovo-studio_it_5ec62c44c5b665605bc776f9?ncid=fcbklnkithpmsg00000001&ref=fbph&fbclid=IwAR1r8Uo3nrjUkw4rkfSh9iAFbWfXGsu09zrIDBrfDUUavCgFSNBQ7ZWxn9g)

polmonare e il nostro studio trova un'associazione statistica molto significativa tra inquinamento, contagi e gravità degli esiti del Covid 19",

In realtà, una conoscenza più approfondita delle dinamiche evolutive del Covid 19 finalizzata a porre effettive misure di gestione e di reazione alle fasi pandemiche dovrebbe certamente indagare le relazioni tra variabili ambientali e contagio. Queste analisi dovrebbero includere un repertorio di indicatori multidimensionali (Alam, Dupras, & Messier, 2016; Dizdaroglu & Yigitcanlar, 2016), variabili temporali, morfologiche (Doost, Buffa, Brunetta, Salata, & Mutani, 2020; Romano & Zullo, 2014), indici di affollamento dei locali abitati (Zhang, Niu, Buyantuev, & Wu, 2014), variabili climatiche (Larsen, 2015), quelle sociali (Béné et al., 2016), economiche e culturali (United Nations-Department of Economic and Social Affairs-Population Division, 2018). Inoltre, mai come in questo campo di ricerca, diventano fondamentali le spazializzazioni degli indicatori alla scala dei quartieri (i dati comunali raccontano poco, se non avviene un domicilio/tracciamento degli infetti), studiando le relazioni tra contagio e ambiente, oltre che circoscrivendo "brani" del territorio italiano. Solo in questo caso sarebbe possibile tracciare l'infezione fino al domicilio effettivo dei contagiati in quarantena, verificare lo sviluppo dell'infezione e mettere a disposizione dei sindaci strategie di contenimento basate su una reale conoscenza.

Chi da tempo si occupa di analisi spaziale e territoriale ha conoscenza della relazione diretta tra emergenza ambientale, cambiamento climatico e crisi sociale ed economica, riferita alla necessità di ripensare agli impatti diretti sulla salute umana delle scelte di sviluppo del territorio, dei conseguenti modelli di vita e di consumo, oltre che di utilizzo degli spazi urbani. Pertanto, non solo il contagio, ma anche i suoi effetti, sembrano essere avvenuti con maggiore intensità nei sistemi urbani, ovvero nelle aree in cui i processi di antropizzazione e i loro effetti legati alle trasformazioni d'uso dei suoli hanno aumentato l'esposizione della popolazione agli shock (di varia natura antropica, naturale o sanitaria).

Per verificare tale ipotesi, il paper presenta l'esito di una prima analisi statistica e cartografica di alcuni dati nazionali e locali, al fine di avviare lo studio delle relazioni tra contagio, condizioni ambientali e climatiche in area urbana, volte a poter contribuire alla discussione interdisciplinare in atto per il progetto di resilienza urbana del Paese.

Il paper propone un modello spaziale di resilienza urbana, inteso come elemento primario per l'innovazione civile, economica ed ambientale verso la sperimentazione di nuovi modelli adattivi, basati sulle necessità delle comunità insediate. Tali unità, da un lato, consentiranno di strutturare l'azione emergenziale post-Covid 19 senza dover "isolare" completamente i sistemi urbani, ma agendo su cellule minime dotate di tutte le funzioni urbane essenziali, dall'altro, promuoveranno il ridisegno degli spazi urbani a partire da nuclei di fabbisogno effettivo.

## **1. Metodologia e sua applicazione a scala nazionale e in Piemonte**

La metodologia analitica è stata articolata in due fasi: la prima riferita all'analisi a scala nazionale, mentre la seconda è riferita all'analisi alla scala regionale (Piemonte).

La metodologia applicata ha incluso la georeferenziazione dei dati, la creazione di un archivio dati epidemiologici, ambientali, territoriali (Covid 19, PM, consumo di suolo) e l'elaborazione di un pacchetto di indicatori. La relativizzazione dei dati su Covid 19 per popolazione residente in ogni provincia (Dati ISTAT 2018) e la verifica delle correlazioni binarie tra indicatori è stata anche approfondita con alcuni focus statistici su alcune aree urbane del Piemonte.

Di seguito, verranno articolate le banche dati utilizzate per le due fasi e le metodologie analitiche applicate in ambito GIS<sup>3</sup>. La relativizzazione dei dati su Covid è stata operata per popolazione

---

<sup>3</sup> Per quanto riguarda l'analisi alla scala nazionale, sono stati utilizzati i dati del contagio dal sito Dipartimento della Protezione Civile, aggiornamento 24.04.2020, scaricando i "Positivi rilevati"

residente in ogni provincia (Dati ISTAT 2018) e si è proceduto alla verifica delle correlazioni binarie tra indicatori. Lo studio però ha riscontrato diversi limiti nell'approccio alla scala provinciale non essendo possibile di fatto una correlazione binaria in grado di rappresentare le reali distribuzioni locali del fenomeno e quindi la loro possibile interpretazione<sup>4</sup>.

Diversamente, il repertorio di indicatori relativi ai dati del contagio aggiornati in ogni Comune piemontese proviene dalla mappatura "Covid-19: la mappa del Piemonte"<sup>5</sup> la quale è stata analizzata tematicamente con riferimento alle variabili della popolazione in relazione agli edifici per sezioni di censimento di ISTAT al 2011. Ulteriori dati appartenenti ai flussi veicolari sono stati utilizzati importando il dato "traffico giornaliero medio 2018 su elemento stradale bdtre" di proprietà Regione Piemonte<sup>6</sup>. Infine, la mappatura tematica del suolo urbano utilizza la Copertura nazionale del suolo di ISPRA 2017<sup>7</sup>.

L'applicazione della metodologia per la mappatura del contagio ha previsto l'utilizzo dei dati "positivi covid al 20 aprile 2020" in Piemonte (picco del contagio), successivamente relativizzato rispetto agli abitanti residenti in ogni Comune piemontese (positivi ogni 100 abitanti). La mappatura è stata successivamente creata mediante una operazione di join tabellare tra dato statistico e geometria poligonale dei comuni piemontesi mediante campo tabellare comune (procom).

I dati di popolazione ed edifici (ISTAT, 2011) sono stati analogamente associati alle sezioni di censimento mediante procedimento di Join tabellare e successivo calcolo degli indici: l'indice di vecchiaia (popolazione over 65/popolazione residente) e l'affollamento (alloggi con tre o più abitanti/totale alloggi).

I flussi di traffico sono stati analizzati mediante il calcolo del valore medio dei veicoli/giorno sulle sezioni stradali di tutti i rami della viabilità regionale in ogni Comune (media del flusso giornaliero per tronco stradale in ogni Comune), al netto del flusso autostradale che è stato scartato per non incidere nella media poiché tale flusso non è attribuibile a dati di mobilità comunale in quanto le autostrade non rappresentano viabilità locale di distribuzione, ma solo di attraversamento.

Infine, per quanto riguarda la morfologia dell'edificato, è stato calcolato un indicatore di frammentazione dell'edificato mediante la digitalizzazione della prima classe di copertura del suolo nazionale prodotta dall'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale - ISPRA 2017 (suolo urbano) e successivamente elaborato per ogni Comune come indice derivato dalla frazione area urbanizzata/numero totale di *features* urbane.

Sotto il profilo dell'eventuale test di verifica delle variabili ambientali "esogene" (non dipendenti dalla popolazione o dallo spazio di prossimità "chiuso" del contagio), ovvero assumendo che l'ambiente sia anch'esso veicolo del virus, sono stati georeferiti ed analizzati i dati del Modello Digitale del Terreno (DEM) e l'umidità relativa al suolo, verificato con indice SWIR - Sentinel-1 L1C.

La verifica delle clusterizzazioni spaziali è avvenuta mediante l'analisi di autocorrelazione con tecnica hotspot. L'autocorrelazione spaziale è stata impiegata per identificare i cluster territoriali di valori simili (alti o bassi) dei parametri presi in esame. Se i valori simili dei

---

(<http://opendatadpc.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/b0c68bce2cce478eaac82fe38d4138b1>). Successivamente al livello nazionale sono stati correlati statisticamente gli indicatori provinciali sul consumo di suolo aggiornati al 2019 dal geoportale dell'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA <http://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library>) con quelli relativi alla diffusione del Covid-19. La metodologia applicata ha incluso la georeferenziazione dei dati in ArcGIS ver 10.7, la creazione di una tabella excel con dati COVID, PM 2.5 e indicatori consumo di suolo.

<sup>4</sup> si vedano in tale senso i limiti del medesimo approccio esposti in "Covid-19 e territorio: un'analisi a scala provinciale" di: Dario Musolino e Paolo Rizzi, in *EyesReg*, Vol.10, N.3, Maggio 2020

<sup>5</sup> <https://www.regione.piemonte.it/web/covid-19-mappa-piemonte>

<sup>6</sup> A1899B - Opere pubbliche, difesa del suolo, protezione civile, trasporti e logistica L.R. 23/2015

<sup>7</sup> <http://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library/consumo-di-suolo/carta-nazionale-consumo-suolo-2017>

parametri – alti o bassi – sono localizzati è presente una autocorrelazione spaziale positiva dei dati. Tale tecnica ha permesso di eliminare dalle distribuzioni spaziali quei i valori alti o bassi per ogni parametro esaminato che non siano frutto di una distribuzione casuale (*ouliers*).

Sono state poi verificate le clusterizzazioni dei seguenti indicatori: densità del contagio Covid-19 (comuni), indice di vecchiaia (sezioni di censimento), indice di affollamento (comuni), indice di frammentazione (comuni). A tutte le analisi di cluster è stata applicato un raggio di 20.000 metri. Infine, la metodologia analitica ha incluso lo studio diacronico delle fasi evolutive del contagio eseguito su base giornaliera con la tecnica di *kernel density estimation*.

## 2. Risultati. Geografie della pandemia in Italia

Anzitutto, l'analisi del contagio a livello nazionale dimostra come i numeri assoluti raccontino geografie sostanzialmente diverse dal contagio relativo, ovvero l'effettiva dimensione del contagio relativizzata al numero di abitanti: è evidente, infatti, che le grandi aree urbane pur avendo registrato importanti numeri assoluti di contagio non abbiano registrato poi un reale contagio relativo, ovvero non siano state l'epicentro dei focolai del virus.

Si citano spesso le Province di Milano, Torino, Bergamo e Brescia quali ambiti di forte contagio, ma il numero assoluto dei contagi non tiene conto della “densità” della popolazione.

### Valori assoluti (postivi al Covid)

### Valori relativi (Positività Covid pro capite)

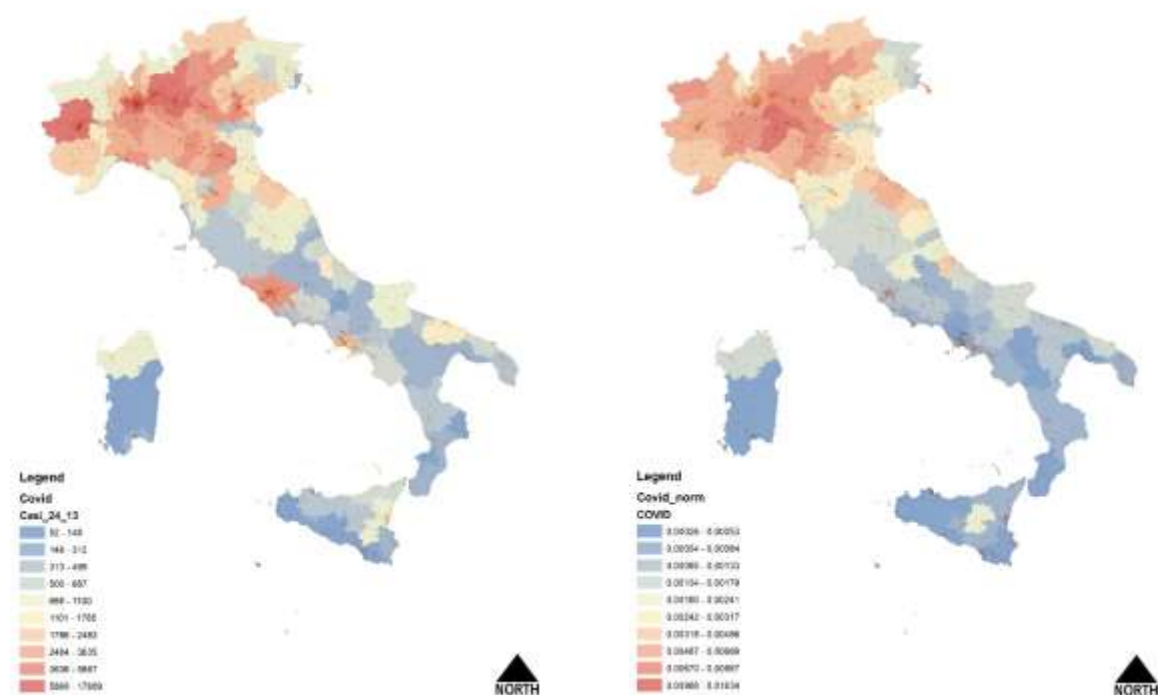


Figura 1 Valori assoluti vs valori relativi del contagio Covid per Provincia italiana. Fonte: Urbanistica Informazioni Online, sezione Urbanistica e Pandemie. “Qualche cosa (in più) per conoscere (di meno)...” S. Salata 2020

La positività al Covid pro capite è molto più alta ad Aosta, Piacenza, Cremona, le citate Bergamo, Brescia e Lodi, Reggio Emilia o Trento, Mantova, Pesaro e Urbino piuttosto che a Milano o Torino. Per semplificare, l'indicatore esprime la probabilità che incontrando una persona nelle Province elencate sia positiva al Covid 19.

Una verifica preliminare della correlazione tra il suolo consumato in numero assoluto a livello provinciale (indicatore CSUOLO1 su foglio Province 2018, ISPRA) e Covid positivi (numero assoluto) restituisce un valore importante (0,6). In questo caso, i due valori assoluti sono molto somiglianti nelle loro distribuzioni territoriali, evidenziando la relazione tra la carta del contagio e la carta del consumo di suolo per ogni Provincia. In aggiunta, una forte dipendenza positiva si verifica tra Covid e suolo consumato per classe di pendenza 0-10% indicatore CALTIM10, e una forte correlazione negativa con la variazione del Valore Agricolo Medio dal 2012 al 2018 (indicatore ECOSIS24), probabilmente segnalando che vi è stata una associazione tra le aree che hanno sviluppato contagio e le aree che stanno ancora subendo processi di *sprawl* e *sprinkling*, legate a processi di antropizzazione degli areali di pianura con perdita di produzione agricola in corso.

Questi dati preliminari però non indicano “dipendenze”, ma certamente “relazioni” territoriali, ovvero la tendenza del contagio ad essere relazionata spazialmente ad alcune variabili che occorre ancora indagare con maggior precisione. Tali informazioni di livello più generale lasciano pertanto spazio ad una necessaria analisi più approfondita, che richiede una valutazione sito-specifica e basata su dati georeferiti ad unità minime più piccole, come ad esempio i comuni. Pertanto, la seconda fase della ricerca è dedicata all’analisi del contagio in Piemonte, alla scala comunale.

### **3. Risultati. Geografie della pandemia in Piemonte**

La visualizzazione degli areali di clusterizzazione del contagio alla data di massimo contagio in Piemonte (20 Aprile 2020) sembra delineare la seguente situazione: l’areale di clusterizzazione più rilevante riguarda l’area del Monferrato astigiano e delle colline del Po orientali, l’area della pianura vercellese e novarese; l’area del tortonese e della piana alessandrina orientale e due clusterizzazioni circoscritte nei territori del Lago d’Orta/Fascia Costiera del Lago Maggiore e nell’alta Valle d’Orco.

Al contempo, emergono come aree di clusterizzazione di basso contagio le Alte Langhe, la Val Grana e Val Maina e la Val Chiusella, aree a bassa densità edilizia e di popolazione (aree interne della SNAC).

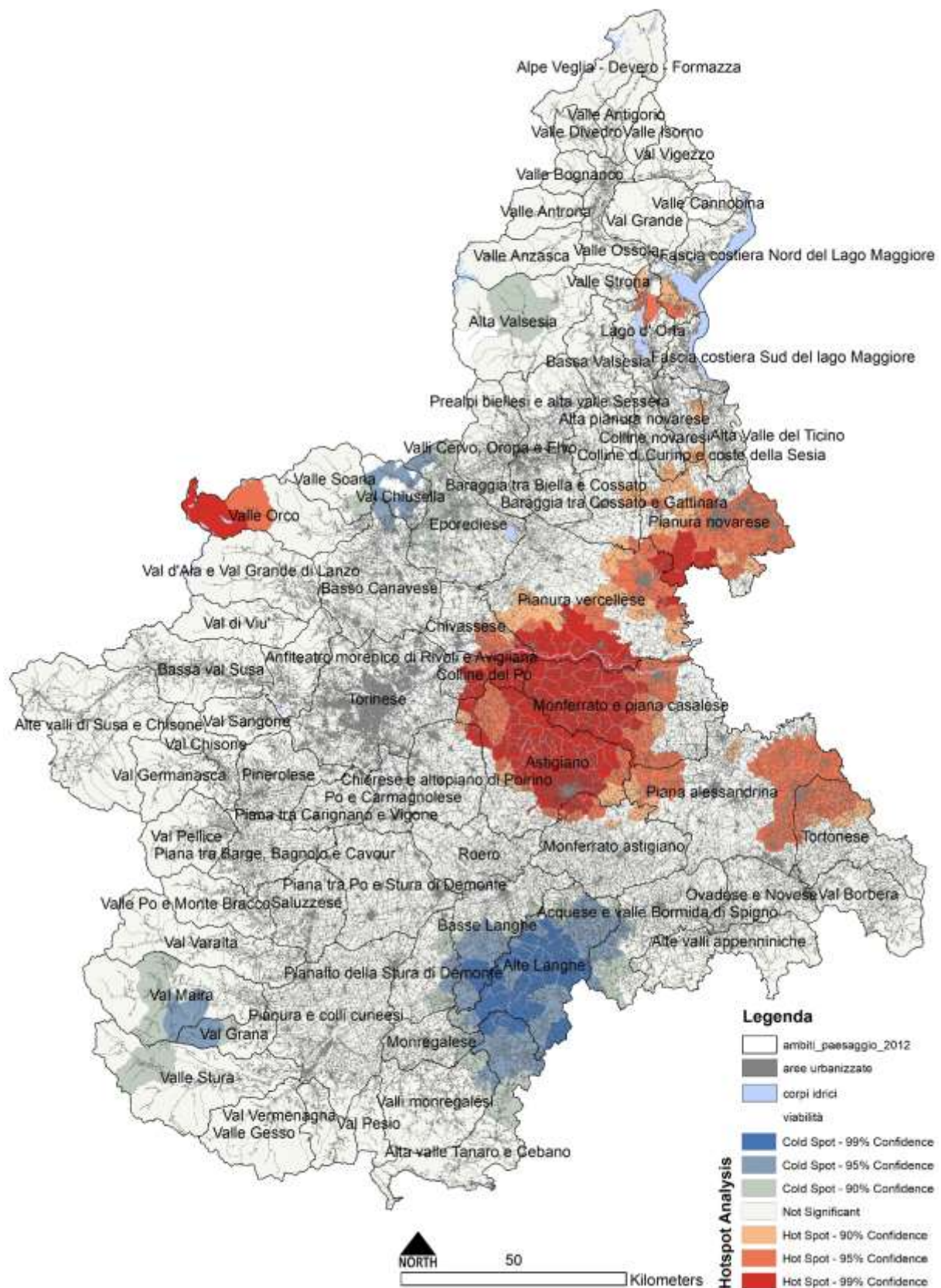


Figura 2 Hotspot analysis degli areali di contagio Covid-19 (20 aprile 2020)

Ad una prima valutazione, le aree di maggior contagio, pertanto, sembrano appartenere ai territori dell'est Torinese, lungo le direttrici di pianura e verso l'asse milanese di Vercelli e



Novara. Un secondo areale è quello pedecollinare del tortonese, mentre i territori montani non sono stati oggetto di specifiche clusterizzazioni di contagio, al netto degli areali sopra menzionati, i quali sono contraddistinti dalla presenza di Laghi.

Per avanzare una interpretazione spaziale del contagio sono stati quindi confrontati a tale elaborato gli output analitici degli indici di Vecchiaia, Affollamento e Frammentazione, nonché l'indicatore di Mobilità veicolare.

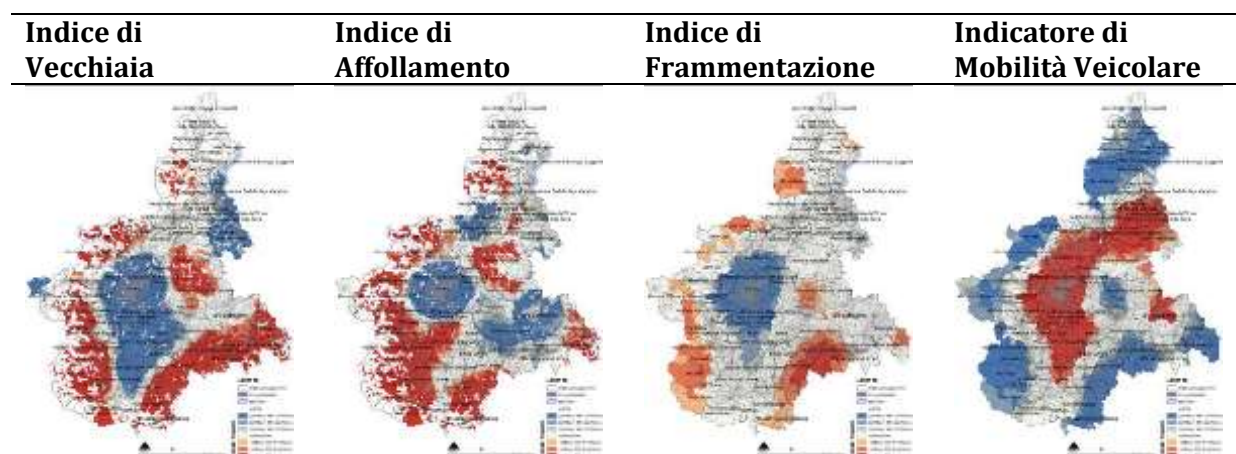


Figura 3 Hotspot analysis degli indici analizzati

La rappresentazione dell'Indice di vecchiaia, elaborato sulle geometrie delle sezioni di censimento (e quindi di maggiore precisione geolocalizzativa rispetto ai Comuni) offre una panoramica interessante nella visualizzazione delle geografie distributive della popolazione over 65 in Regione. È chiara, infatti, una clusterizzazione nell'areale del Monferrato e piana Casalese che sconfina nella pianura vercellese occidentale, con un'areale presente anche nell'astigiano. È evidente, però, anche la restante distribuzione "a corona" che dal tortonese alle valli d'Orco e Soana, fino all'alta Valsesia "cingono" la piana piemontese, in netta controtendenza con la clusterizzazione del virus che, invece, non ha interessato in maniera diffusa i territori della montagna, e invece si è ben radicato nelle zone del Monferrato e piana Casalese.

L'indice di affollamento ha una distribuzione analoga, con una spiccata collocazione nella pianura vercellese occidentale e nel Monferrato occidentale, un addensamento nelle colline di Curino del Novarese e, nuovamente, nel Tortonese e in tutti i territori della montagna nell'arco sud orientale e nordorientale. A differenza dell'Indice di Vecchiaia, l'affollamento riguarda anche i Comuni di pianura di prima cintura torinese (Piana del Po e Stura di Demonte, fino a Carignano) che, invece, non vedono la presenza di popolazione over 65. In larga parte però, è possibile affermare che le aree di concentrazione della popolazione over 65 si sovrappongono a quelle più affollate (in termini di numero di abitanti per alloggio).

La frammentazione riguarda invece una caratteristica fisica dello spazio costruito, che non è propria della popolazione ma riguarda una variabile morfologica dello spazio costruito. In questo caso, la geografia delle clusterizzazioni è sensibilmente diversa: anzitutto, le aree hotspot indicano dove l'indicatore tende a concentrarsi su valori molto alti, ovvero sono le aree dove i sistemi insediativi sono maggiormente sparsi, dispersi e frammentati (di fatto, l'indice rileva la dimensione media di una geometria poligonale rappresentate un isolato costruito). Pertanto, interpretando in maniera complessiva la carta, si può molto bene individuare che il sistema costruito continuo e denso del torinese presenta caratteristiche di continuità e densità che vanno dal basso Canavese (nord) fino al pianalto della Stura di Demonte (sud), spaziando dalla collina torinese (est) fino alla val Sangone (ovest). Spiccano, al contrario, le aree del sistema insediativo più discontinuo e puntiforme che si concentrano, nuovamente, nel Monferrato e

Piana casalese, nell'est tortonese e Val Borbera, nelle alte valli appenniniche, Valle Bormida di Spigno, alte langhe e alta Valle del Tanaro; nonché in pressoché tutto l'arco alpino occidentale, al netto della bassa Val di Susa e di Viù (densamente urbanizzate), e nelle alpi del Verbano-Cusio-Ossola. In questo caso, è possibile affermare che non tutto il territorio montano sia caratterizzato da un sistema insediativo frammentato e che, nuovamente, la parte collinare del Monferrato e dell'astigiano rientrino nelle aree oggetto di contagio.

La mobilità è una seconda variabile non riguardante la popolazione, ma ha a che fare con i flussi di mobilità privata attraversanti la rete stradale del Piemonte. In questo caso, salta all'occhio che la carta hotspot della mobilità veicolare sia pressoché l'opposto della carta della Frammentazione. Ad indicare che i sistemi più attraversati da flussi veicolari sono quelli meno frammentati e dispersi, e dove, evidentemente, si registra un minor flusso di traffico di attraversamento. Delle tre carte analizzate, l'andamento dei flussi è quello che intercetta meno le clusterizzazioni del contagio (in maniera controintuitiva): l'area della piana alessandrina non è la stessa del tortonese dove si verificano alti contagi, mentre gli addensamenti settentrionali del vercellese e del novarese non corrispondono all'areale della bassa pianura dove invece il contagio è più evidente. Si nota, invece, come tutto l'areale centrale di pianura tra novarese, ticinese vercellese, eporediese basso canavese, torinese fino alla pianura e colli cuneesi, sia di fatto contraddistinto da concentrazioni di valori elevati di flussi veicolari e non sia stato oggetto di una proporzionale concentrazione degli areali del contagio.

Tre variabili su quattro, pertanto (Vecchiaia, Affollamento e Frammentazione) sembrano parzialmente sovrapporsi al contagio, mentre la mobilità sembra avere una dinamica differente. Va tenuto in considerazione, però, che tali descrizioni analitiche degli indici/indicatori, devono tener conto della variabile temporale, ovvero che la clusterizzazione spaziale del virus in (almeno) due soglie temporali può raccontare con maggior precisione i rapporti di causa-effetto che le variabili demografiche e ambientali possono avere avuto nell'ambito della diffusione del Covid 19 (anche rispetto al fatto che le registrazioni rappresentate riguardano la fase di lockdown).

L'importanza della dimensione temporale del contagio, si rileva più chiaramente comparando due finestre temporali di clusterizzazione del contagio, ovvero la "prima fotografia" disponibile (che risale al 26 marzo 2020) e quella relativa alla data di massimo contagio precedentemente esposta (ovvero del 20 aprile 2020).



26 marzo 2020

20 aprile 2020

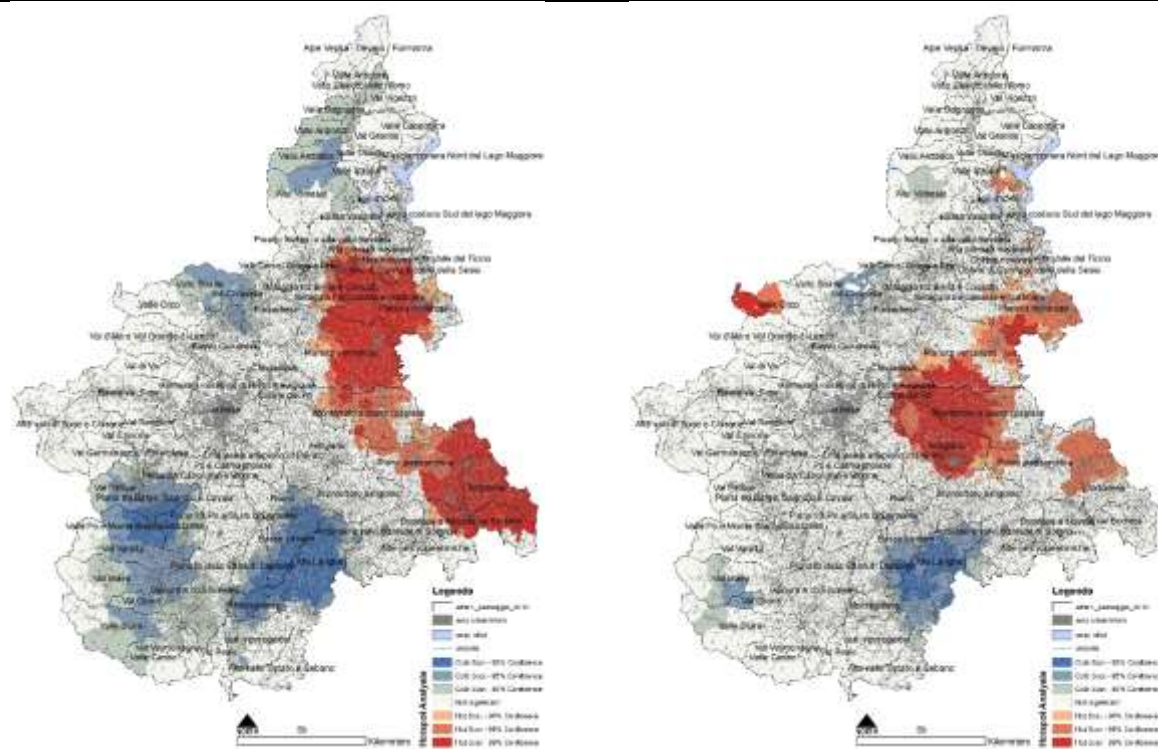


Figura 4 Hotspot analysis degli areali di contagio Covid su due soglie temporali

Si evince chiaramente che, mentre la direttrice di “entrata del virus” è nettamente connessa a tutto l’areale di confine con la Regione Lombardia, questo aspetto è meno evidente nella fase più avanzata del contagio, dove invece il virus si è diffuso localmente e più “internamente”, concentrandosi nel territorio più prossimo al capoluogo torinese e con alcune pendici episodiche negli areali di montagna (e particolarmente, come anticipato, dei Laghi).

#### 4. Discussione dei risultati ottenuti

Da quanto analizzato emergono alcuni punti che verranno sinteticamente riportati quale spunto per la discussione e una più ampia trattazione, anche con riferimento ad altre variabili e profili di interazione tra la diffusione del virus e il territorio oggetto di indagine.

Anzitutto, appare chiaro che la geografia del contagio si approssimi alla distribuzione dell’Indice di Vecchiaia solamente nella sua fase più acuta. È possibile, pertanto, che il virus abbia avuto una dinamica del tutto particolare (ovvero inizialmente legata ad un focolaio di contagio proveniente da territori limitrofi e solo successivamente propagata nelle aree di concentrazione di maggior affollamento dei locali e in cui vive popolazione over 65).

Il punto sostanziale da discutere è che nella prima fase di restituzione cartografica dei dati sul contagio (26 marzo 2020) il Piemonte era già entrato in lock-down. La prima zona rossa, infatti, nata da una “estensione” della Lombardia alle sole province di Alessandria e Asti (7 Marzo 2020), è stata poi estesa a tutte le province eccetto Torino, Biella e Cuneo (8 Marzo 2020). Per cui, nell’analisi comparativa della dinamica del contagio tra 26 Marzo e 20 Aprile, si può tenere in considerazione che lo “spostamento” del virus non sia avvenuto secondo i driver “canonici” del contagio (ovvero il movimento di popolazione e il successivo contatto per cause di lavoro/svago), ma si sia diffusa in ragione di contatti di necessità o di prossimità, o comunque

legati a fenomeni “straordinari” o “episodici,” legati ad una fase di netta restrizione degli spostamenti quotidiani.

Tale assunto è sostanziale nel dare una interpretazione più circoscritta agli elementi che possono avere influenzato la fase diacronica dello sviluppo del virus, poiché elimina dal campo la variabile dei flussi di popolazione in fase di ordinario funzionamento dei sistemi territoriali. Nelle immagini che seguono pertanto, la dinamica di concentrazione del contagio non è influenzata dagli ordinari flussi di spostamento quotidiano, ma solo da quelli che sono stati mantenuti durante la fase di lock-down (assistenza alle persone, quarantena forzata e divieto di ogni spostamento da casa).

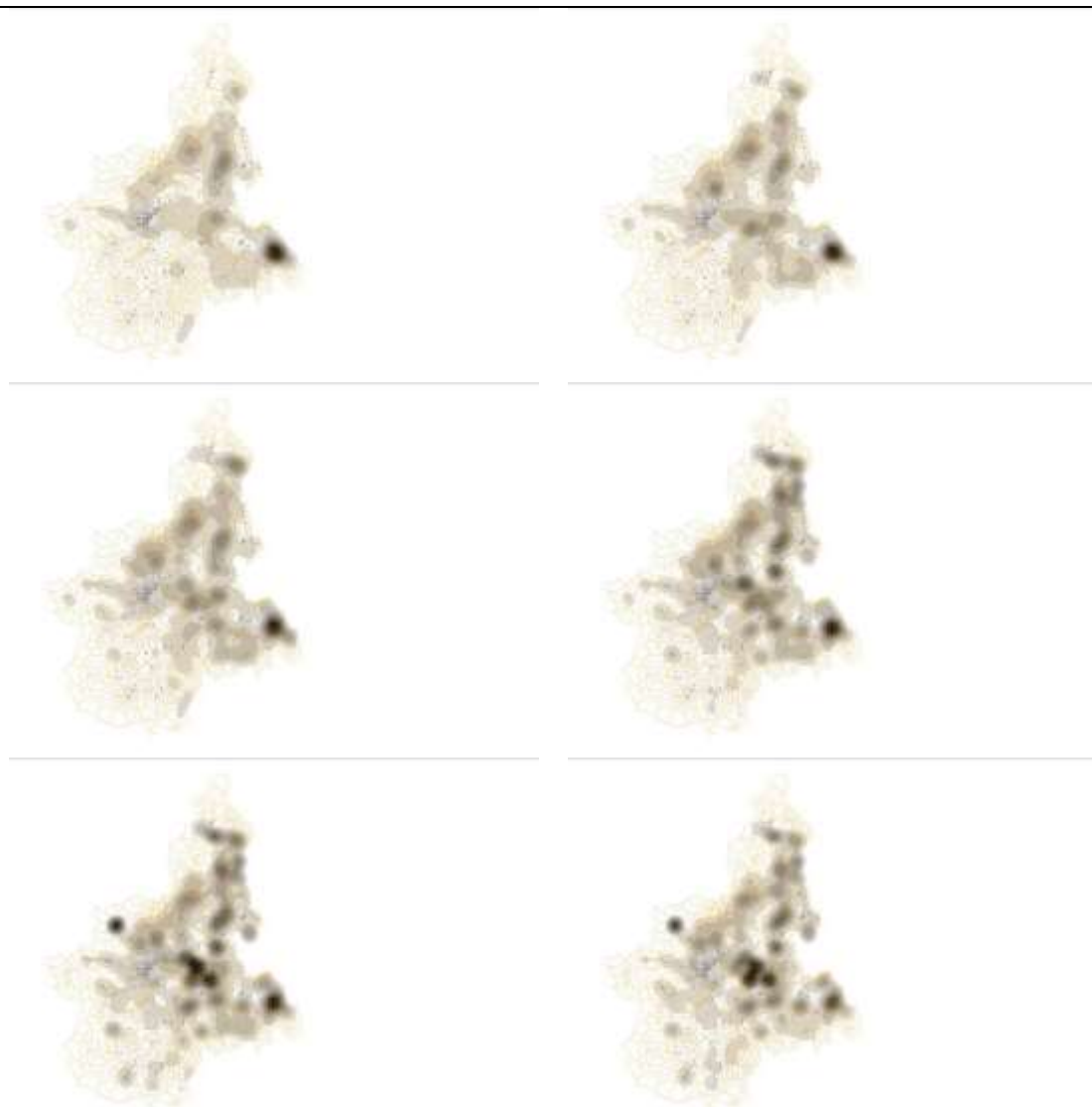


Figura 5 Kernel Density diacronica del contagio Covid dal 26 Marzo al 20 Aprile 2020

Come possiamo evincere dall’analisi diacronica, da un primo focolaio attivo nel tortonese e lungo gli areali di pianura e verso la direttrice milanese di Vercelli e Novara, l’“approfondimento” del virus nelle aree di maggior contagio dell’est Torinese e dei Laghi avviene successivamente e progressivamente con una dinamica che sembra seguire la distribuzione concomitante degli indici di Vecchiaia (con maggiore evidenza), Affollamento e di Frammentazione.

Anche se contro intuitivo, tali territori sono quelli dove l’accesso ai servizi di prossimità è legato all’utilizzo dell’auto e dell’assistenza porta a porta: presenza di popolazione anziana su territori contraddistinti da specifiche morfologie abitative di case singole, con un maggior numero di

componenti per famiglia e con accessibilità locale basata sull'automobile. Pertanto durante la fase di lock-down, seppur limitando al minimo il contatto tra persone, il virus si è propagato per prossimità "in casa", nelle aree di maggior concentrazione di anziani, in alloggi con un elevato numero di componenti (non è un caso la tristemente conosciuta vicenda delle RSA posizionate in territori "periferici" e duramente colpite da infezione dove la diffusione è stata immediata e molto estesa ai pazienti e al personale sanitario).

Tale interpretazione, ossia che lo "spostamento" del virus sia determinato da fattori di "prossimità", sembra emergere dal fatto che non pare esistere un "driver" dominante nella dinamica del contagio: se tutte le aree dove si concentra la popolazione anziana in condizione di sovraffollamento e in case sparse fossero state ugualmente oggetto del contagio si sarebbero dovuti rilevare tutti i territori della montagna come areali di clusterizzazione del virus. Invece, la montagna appare come cluster del contagio solo nelle zone dei laghi dell'alta Valle d'Orco e la fascia costiera del Lago Maggiore. Tali aree risultano essere zone di frequentazione turistica e rimangono episodi legati con buona probabilità alla "fuoriuscita" di qualche contagiato dalle proprie abitazioni. Non è rintracciabile, infatti, una dinamica legata al tema dell'umidità al suolo o della presenza di specchi d'acqua tali da poter suggerire una interpretazione "estesa" di tali variabili ambientali quali driver del contagio (diverso è, invece, il caso della mortalità dove un nesso di relazione tra condizioni ambientali e probabilità di contrarre il Covid in forme molto acute sembra essere dimostrato).

Una possibile interpretazione delle relazioni tra "prima" e "seconda" fotografia del contagio potrebbe essere legata al fenomeno delle seconde case, divenute meta di una prima domiciliazione di persone durante le prime fasi di lock-down<sup>8</sup>. Allo stesso modo, è possibile che da tali prime aree del contagio il virus si sia propagato nel Monferrato astigiano non per dinamiche di relazione "quotidiana" tra territori, ma per prossimità di spostamento e di contatto anche durante la fase di lock-down.

Di seguito si riporta in sintesi quanto emerge nei territori del Piemonte riguardo alla dinamica del contagio:

- 1) il virus "entra" nelle zone di "relazione" con la Lombardia nei territori di contatto con il bacino milanese lombardo;
- 2) poi si approfondisce nel territorio piemontese andando a concentrarsi nelle aree dell'est Torinese oltre collina, lungo le direttrici di pianura e verso l'asse milanese di Vercelli e Novara e, con minor intensità rispetto alla dinamica iniziale, nel tortonese;
- 3) l'approfondimento diacronico del virus durante le fasi di lock-down avviene secondo gli areali di concentrazione della vecchiaia, ma non nelle zone di montagna o nel resto del sistema periferico e più frammentato del territorio piemontese;
- 4) il contagio nella sua fase più acuta si diffonde nei laghi che appaiono una eccezione ed è possibile dipendano dalla mobilità interna Piemontese: Pian del Re (Ceresole Reale e Lago Maggiore, aree molto frequentate e turistiche);
- 5) non si rintracciano relazioni con fattori esogeno/ambientali (umidità relativa, verificata con indice SWIR – Sentinel-1 L1C o Modello Digitale del Terreno).

---

<sup>8</sup> Che il basso Piemonte dal Tortonese al Casalese e Langhe sia una meta di seconde case (soprattutto per i milanesi e lombardi) è quanto emerge dall'intervista "Le seconde case in Piemonte? Il Corriere della Sera intervista Andrea Monti" (<https://magazine.greestestate.it/it/la-seconda-casa-in-piemonte-il-corriere-della-sera-intervista-andrea-monti-0319.html>) dove emerge la stretta relazione tra i territori del basso Piemonte orientale e la Lombardia, focolaio del primo contagio.

## **5. Conclusioni. L'analisi spaziale a supporto della gestione dell'emergenza e del progetto di rigenerazione urbana**

Nell'Italia della fase post-emergenziale, la transizione verso modelli di resilienza locale richiede una conoscenza, uno studio e una riflessione più articolata e precisa nei rapporti tra emergenza ambientale e sanitaria. Appurato che esiste un nesso tra i numeri del contagio ed alcuni macroscopici indicatori di qualità dell'ambiente, per avere un'idea più esatta delle relazioni tra variabili ambientali e del contagio, si dovrebbe includere un repertorio di indicatori multidimensionali, variabili temporali, morfologiche, di affollamento dei locali abitati relazionati con indicatori climatici, sociali ed economici. È opportuno avviare con un approccio interdisciplinare analisi delle dinamiche delle relazioni tra "salute" e "territorio" con indicatori spazializzati alla scala delle morfologie urbane (domicilio/tracciamento degli infetti), studiando le relazioni tra contagio e ambiente in specifici contesti. Solo tracciando l'infezione fino all'areale della quarantena si potrebbe verificare la portata del contagio effettivo e, solo a questo punto, mettere a disposizione dei Sindaci e degli amministratori locali strategie di contenimento basate su una reale conoscenza del fenomeno.

Nella recente lettera aperta della Rete delle Università per lo Sviluppo sostenibile (Rus) viene per la prima volta indentificato un percorso per la Resilienza dell'Italia, attraverso la transizione a un modello sostenibile (<https://www.greenplanner.it/2020/04/17/resilienza-italia-sostenibilita/>).

Il documento esplora le condizioni necessarie per il percorso adattivo alla resilienza italiana, partendo dall'assunto che è sempre più evidente che per trovare soluzioni a problemi complessi sia necessaria una reale conoscenza spaziale ed articolata nel territorio locale dei fenomeni osservati.

A partire da tale riflessione appare evidente, da un lato, quanto scarsa sia ancora la conoscenza dei fenomeni distributivi spaziali del Covid-19, dall'altro quanto tale conoscenza sia in realtà necessaria all'adeguamento/adattamento e perfezionamento delle politiche connesse alla governance del territorio contemporaneo e in risposta alle sue vulnerabilità (non solo epidemiche).

Uno sviluppo approfondito dei primi elaborati cartografici può efficacemente essere utilizzato, in contesti circoscritti, per elaborare eventuali strategie di chiusura o di limitazione degli spostamenti verso/da specifiche destinazioni. L'obiettivo è evitare in via precauzionale fenomeni di trasmissione del contagio, senza adottare l'approccio di chiusura totale che ha caratterizzato la prima fase di contenimento dell'emergenza epidemica.

Tale primo scenario potrebbe essere integrato dallo sviluppo di dispositivi automatizzati di geolocalizzazione dei focolai in grado di delineare in via preventiva la perimetrazione delle zone rosse sulla base della "conoscenza" storica dal contagio. L'output potrebbe essere conseguito con un contributo analitico più approfondito, se alle variabili "territoriali", si aggiungessero consistenti informazioni climatiche relative alle aree del contagio per capire se, e in che modo, l'eventuale influenza del microclima possa avere giocato un ruolo decisivo nella dinamica del contagio (cosa che sembra venire esclusa da un primo accostamento tematico tra dataset sociali e geografici e quelli relativi all'umidità al suolo, ma che non esclude una serie di possibili relazioni tra micro temperatura, ventilazione, orientamento degli edifici in aree urbane, ecc.).

Diverso, e di più ampia prospettiva, è invece l'utilizzo dell'analisi spaziale a supporto di più ampi processi di rigenerazione e trasformazione dello spazio costruito e non, con particolare riferimento alle condizioni di salubrità sicurezza e reale utilizzabilità degli spazi della città contemporanea.

In questo senso, il lavoro da svolgere riguarda la diretta connessione tra le analisi di vulnerabilità e il progetto trasformativo alla scala dell'edificio e del suo spazio di relazione (Brunetta & Salata, 2019; Meerow & Newell, 2017). Le analisi alla scala della morfologia urbana dimostrano come le sezioni delle strade, degli spazi di relazione ai piedi degli edifici, la qualità dello spazio pubblico e l'influenza dell'ombreggiamento e dell'arredo urbano possano avere

pesanti influenze nella modalità di gestione degli spazi urbani, specialmente quando questi dovranno essere fruiti maggiormente a piedi, senza dipendenza dall'uso delle automobili e con un utilizzo dei mezzi pubblici limitato.

A questo riguardo, un approccio di ricerca di questo tipo può introdurre e sperimentare un modello di pianificazione e organizzazione territoriale, quali *Unità di Resilienza Locali* (URL) orientate a promuovere strategie *place-based* per l'adattamento dei territori ai fenomeni di cambiamento.

Le URL potrebbero trovare nell'analisi spaziale un adeguato supporto per la definizione sito-specifica di azioni di adattamento e resilienza co-evolutiva (ovvero capace di reagire agli effetti delle crisi) mediante il repertorio di azioni sito-specifiche da attuare per diminuire le vulnerabilità e definire le azioni di accompagnamento e monitoraggio alla resilienza territoriale (includendo non solo la mitigazione ai potenziali impatti da agenti esterni, ma anche la più lunga azione di adattamento). Tali processi di ri-progettazione e rigenerazione devono, da un lato definire criteri e parametri urbanistici ed ecosistemici per la pianificazione e progetto dello spazio pubblico e privato adattivo; dall'altro, includere una governance adattiva che riporti al centro la partecipazione della società civile alla fase della ripresa.

In questo senso, pertanto, una nuova, rinnovata e più circoscritta attenzione all'analisi spaziale può effettivamente caratterizzarsi quale reale elemento di supporto alla gestione dell'emergenza e al progetto per la rigenerazione urbana e la resilienza dei territori.

## Riferimenti bibliografici

- Alam, M., Dupras, J., & Messier, C. (2016). A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological Indicators*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.035>
- Béné, C., Al-Hassan, R. M., Amarasinghe, O., Fong, P., Ocran, J., Onumah, E., ... Mills, D. J. (2016). Is resilience socially constructed? Empirical evidence from Fiji, Ghana, Sri Lanka, and Vietnam. *Global Environmental Change*, 38, 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.03.005>
- Bertazzon, S., Johnson, M., Eccles, K., & Kaplan, G. G. (2015). Accounting for spatial effects in land use regression for urban air pollution modeling. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*, 14–15, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2015.06.002>
- Brenner, N., & Schmid, C. (2015). Towards a new epistemology of the urban? *City*, 19(2–3), 151–182. <https://doi.org/10.1080/13604813.2015.1014712>
- Brunetta, G., & Salata, S. (2019). Mapping Urban Resilience for Spatial Planning—A First Attempt to Measure the Vulnerability of the System. *SUSTAINABILITY*, 11, 1–24. <https://doi.org/10.3390/su11082331>
- Curci F, Galuzzi P, Munafò M, & Salata S. (2017). Processi e pattern di antropizzazione del suolo nell'Italia post-metropolitana. In A. Balducci V. Fedeli F. Curci (Ed.), *Ripensare la questione urbana. Regionalizzazione dell'urbano in Italia e scenari di innovazione* (pp. 53–76). MILANO - ITA: Guerini e Associati.
- Davidson, K., Hallberg, A., McCubbin, D., & Hubbell, B. (2007). Analysis of PM<sub>2.5</sub> Using the Environmental Benefits Mapping and Analysis Program (BenMAP)\*. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 70(3–4), 332–346. <https://doi.org/10.1080/15287390600884982>
- Dizdaroglu, D., & Yigitcanlar, T. (2016). Integrating urban ecosystem sustainability assessment into policy-making: insights from the Gold Coast City. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(11), 1982–2006. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1103211>
- Doost, D. M., Buffa, A., Brunetta, G., Salata, S., & Mutani, G. (2020). Mainstreaming energetic resilience by morphological assessment in ordinary land use planning. The case study of Moncalieri, Turin (Italy). *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114443>
- Larsen, L. (2015, November). Urban climate and adaptation strategies. *Frontiers in Ecology and*

- the Environment*. Ecological Society of America. <https://doi.org/10.1890/150103>
- Lelieveld, J., Klingmu, K., Pozzer, A., Po, U., Daiber, A., & Mu, T. (2019). Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal*, 0, 1–7. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>
- Meisner, C., Gjorgjev, D., & Tozija, F. (2015). Estimating health impacts and economic costs of air pollution in the Republic of Macedonia. *South Eastern European Journal of Public Health*, 10(April), 1–8. <https://doi.org/10.12908/SEEJPH-2014-45>
- Romano, B., & Zullo, F. (2014). The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: Fifty years of unsustainability. *Land Use Policy*, 38, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.001>
- United Nations-Department of Economic and Social Affairs-Population Division. (2018). *The World's Cities in 2018 - Data Booklet*. *The World's Cities in 2018 - Data Booklet*.
- Zhang, J., Niu, J., Buyantuev, A., & Wu, J. (2014). A multilevel analysis of effects of land use policy on land-cover change and local land use decisions. *Journal of Arid Environments*, 108, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.04.006>