

Forme urbane che cambiano: la urban network analysis come strumento per rintracciare nuove tecniche di pianificazione spaziale

Maria Somma*

Introduzione

Nell'ultimo decennio lo studio della forma urbana ha acquisito sempre più interesse tanto da diventare una di quelle materie maggiormente discusse. Il processo di diffusione della città sul territorio è stato fin dai primi anni '90 descritto come momento di crisi e di dissoluzione del fenomeno urbano. In quest'ottica prendendo atto dell'irreversibilità di questo processo di crescita si cerca di interpretare questa nuova forma urbana attraverso nuovi metodi e nuovi strumenti che tentano di analizzare le trasformazioni del territorio. Molto spesso, quando si parla di metropoli si prendono in considerazione solo alcuni fattori escludendo a priori quelli propri della pianificazione. Fino ad ora, la morfologia è stata quasi sempre analizzata solo in piccola scala e gli unici studi a scala territoriale sono stati d'insieme. Tale aspetto, molto spesso viene sottovalutato, ma può essere, in ogni caso, la base per successivi studi circa la città. Per questa ragione, facendo fede a nuove strategie, in termini di nuove soluzioni, possono esserci le condizioni per parlare di nuovi modelli con cui operare, rinnovati dai contenuti che emergono dai fenomeni osservati, e non più da un ordine prestabilito da seguire e che ormai non esiste più. Quindi, introducendo un nuovo approccio basato su parametri urbani e morfologici, si pone particolare attenzione all'importanza che un sistema infrastrutturale può avere nel determinare caratteristiche proprie di una città. Ciò, per dimostrare che essendo la città in continua evoluzione necessita di essere indagata ed analizzata con le nuove tecnologie. In quest'ottica occorrono, strumenti di supporto alle decisioni, che siano in grado di gestire un'enorme quantità di dati ed elaborare una serie di informazioni utili per i processi di pianificazione territoriale, analizzando ogni strato del territorio al fine di intervenire puntando al loro sviluppo in chiave sia quantitativa che qualitativa. L'esito atteso è quello di studiare la forma della città metropolitana di Napoli, tramite l'ausilio degli strumenti presenti in ArcGIS, analizzando ed interrogando il peso che la rete infrastrutturale ha sul territorio nel determinare espansioni urbane o conglomerati disorganizzati, utilizzando come parametro di valutazione di questo cambiamento: la centralità, l'accessibilità e la densità abitativa. Questo permetterà di rintracciare quei luoghi che nel tempo hanno iniziato ad espandersi sempre di più in funzione anche del sistema delle infrastrutture.

La morfologia a scala urbana e territoriale

Intorno agli anni '80, gli studi sulla forma urbana si sono focalizzati su spiegazioni circa la frammentarietà delle aree urbane, in base all'idea che lo studio della forma potesse generare una conoscenza specifica rispetto alla loro fisicità e spazialità. In questo campo di ricerca si conferiva particolare enfasi al dato fisico delle logiche di aggregazione degli elementi urbani. Recentemente, il gruppo di ricerca ISUF ha riadattato l'eredità dei precedenti studi morfologici sugli attuali impianti urbani. Nell'ambito dell'ISUF, Moudon (1997:4), ha offerto una sintesi dei principali contributi degli anni '80 rispetto agli studi sulla morfologia urbana individuando nella scuola francese di Panerai e Castex (1960), in quella inglese e in quella italiana di Muratori, Caniggia e Rossi (1980) le basi per la teoria sulla morfologia contemporanea.

La città può essere letta attraverso la sua forma a varie scale e le proprietà spaziali che esistono tra edifici, strade ed usi del suolo ponendo lo sguardo alla città nella regione analizzando anche i processi di trasformazione e sostituzione che si sono susseguiti nella storia. Attraverso lo studio degli elementi principali della forma nei diversi periodi è possibile ricostruire il processo di occupazione di un'area, identificandone le configurazioni tipiche per i diversi periodi ed elementi che rimangono costanti durante le trasformazioni. Secondo queste logiche, nella trama stradale si può riflettere la crescita e la graduale stratificazione dei differenti quartieri, agganciata anche alle tecnologie di trasporto che prendevano piede in determinati periodi storici, così come le diverse

concezioni urbanistiche che negli anni si sono susseguite determinando l'importanza che le strade relazionate all'edilizia svolgevano come centro o arteria dell'attività umana. Il contributo vuole dare importanza alla forma urbana analizzandola a partire dal sistema delle infrastrutture viarie, infatti, per studiare la morfologia delle città- territorio occorre rinnovare il repertorio dei materiali che la descrivono definendo nuove tassonomie relative alla nuova scala. Si propone un'interpretazione del fenomeno urbano utilizzando l'infrastruttura viaria come chiave di lettura integrante del processo insediativo. Si scompone la complessa trama -territoriale, evidenziandone i singoli fatti e facilitandone l'interpretazione al fine di individuare i punti di centralità che risultano determinanti per le future evoluzioni.

La definizione di centralità

La nozione di centralità fu introdotta per la prima volta dai sociologi nel dopoguerra considerando la centralità strutturale come quell'elemento in grado di motivare l'importanza di un attore in un processo di comunicazione, infatti fu applicata alla comunità umana da Bevalas (1948) affermando che una posizione centrale nella struttura del network corrisponde a potere in termini di indipendenza da influenza e controllo sugli altri. Successivamente Freeman (1977), rifacendosi alla teoria dei grafi, individuò una serie di indici di centralità legati all'importanza di un nodo nella rete, alla loro distanza e vicinanza. Da quel momento in poi sono stati proposti numerosi indici di centralità strutturale per quantificare l'importanza di un individuo in una rete sociale, applicando l'analisi della rete. Successivamente con la sintassi spaziale Hillier e Hanson (1984) i metodi di analisi di rete sono stati applicati alla città per comprendere ed integrare la complessità dei tessuti urbani attraverso l'analisi di centralità. Oggi, la centralità ha un'accezione differente e risulta essere fondamentale per un'analisi di reti della mobilità; fattore chiave legato alla forma urbana tanto che gli spazi centrali beneficiano della diversità umana ed ambientale (Porta et al. 2007). La valutazione delle centralità consente di capire quanto gli spazi risultano essere dei potenziali per attrarre flussi pedonali, funzioni primarie e secondarie di tipo commerciale e di servizio. Infatti, un luogo centrale ha una caratteristica speciale da offrire a coloro che vivono o lavorano in una città: l'accessibilità facilitata dall'immediata vicinanza o da posti più distanti.

L'urban network analysis e gli indici di centralità

Il perfezionamento dei metodi e degli strumenti per le analisi di rete ha permesso di comprendere e descrivere lo stato di fatto dei sistemi urbani in maniera più esaustiva. All'interno delle analisi spaziali di reti si sono susseguite diverse tecniche di misurazione e valutazione della centralità dalla *Space Syntax* (Hillier & Hanson 1984), alla *MCA* (Porta & Latora 2006) fino alla *Urban Network Analysis (UNA)* (Sevtsuk & Mekonnen 2012). Quest'ultima, lavorando con informazioni geometriche e topologiche, descrive le relazioni che intercorrono tra gli elementi che compongono la rete: gli archi, che rappresentano i percorsi sui quali si verificano viaggi; i nodi dove si incrociano i percorsi formando spazi; gli edifici che sono i punti di destinazione finale in cui il movimento delle persone, delle merci e delle informazioni iniziano o finiscono. Inoltre, permette di descrivere i modelli spaziali complessi della città combinando l'analisi della rete urbana, attraverso gli strumenti *centrality* e *redundancy*, ai modelli d'analisi di rete matematica. Per lo studio si fa riferimento a *centrality* basata su metodi matematici che attribuiscono ad ogni nodo della rete una scala di importanza ed effettua cinque tipi di analisi: *reach*, *gravity* (Hansen, 1959), *betweenness* (Freeman 1977), *closeness* (Sabidussi, 1966) e *straightness* (Vrogovic, 2005). Le diverse centralità che restituisce descrivono la prossimità e l'adiacenza tra persone e luoghi. Per la ricerca viene utilizzato il *gravity index*, che misura il peso che le infrastrutture hanno sulla forma urbana, basandosi sull'intuizione che un centro quanto più è popoloso più è centrale restituendo il grado di accessibilità; e *betweenness index* (Freeman 1977), che descrive la centralità di un nodo rispetto ad altri nodi, quindi la frazione di percorsi più brevi tra coppie di altri nodi della rete che passano per quel nodo restituendo il grado di vicinanza.

Gli indici di centralità della città metropolitana di Napoli: Gravity e Betweenness

La ricerca si basa sulla rappresentazione della struttura morfologica ed insediativa del territorio napoletano mediante il grafo stradale composto da nodi ed archi, spezzati o uniti rispetto alle intersezioni reali (svincoli, circumvallazioni). Per questo motivo, è stata necessaria una ricostruzione dell'intero reticolo stradale individuando i reali nodi rappresentanti gli incroci presenti alla stessa quota in quanto le misure di centralità della rete sono indici capaci di captare una serie di interessanti fenomeni urbani. Queste aiutano a capire su quali strade o edifici è più probabile trovare il commercio locale, o dove si può prevedere che il traffico pedonale sia maggiormente sviluppato, e perché i valori delle terre cittadine variano da un luogo all'altro (Sevtsuk 2012), attraverso una struttura che consente di descrivere la relazione tra movimento, luoghi e istituzioni. Inoltre, le metriche di centralità si concentrano principalmente sulla centralità di ciascun elemento grafico rispetto agli elementi circostanti. Queste sono analoghe alle misure di accessibilità spaziale, ma applicate sulla rete piuttosto che sullo spazio euclideo (Bhat et al. 2000). La gravità è direttamente proporzionale alla massa ed inversamente proporzionale alla distanza, più ci si allontana dall'intersezione meno essa gravita. Quindi, l'accessibilità è proporzionale all'attrattività e inversamente proporzionale alla distanza di raggiungimento delle destinazioni circostanti:

$$Gravity^r[i] = \sum_{j \in G - \{i\}; d\{i,j\} \leq r} \frac{W(j)}{e^{\beta \cdot d\{i,j\}}} \quad (\text{Sevtsuk 2012}).$$

dove β è l'esponente che controlla l'effetto del decadimento della distanza su ciascun percorso più breve tra i e j , mentre $W(j)$ è il peso di una destinazione che è raggiungibile dall'interno della soglia del raggio. La specificità di β dipende sia dalla modalità di viaggio assunta nell'analisi (ad esempio camminare, pedalare, guidare), sia dalle unità di misura della distanza. Nel caso di questa analisi si utilizza come modalità di viaggio la guida con velocità precisa a seconda del tipo di strada che si percorre. In particolare, l'indicatore determina il grado di accessibilità del territorio calcolato attraverso un'interpolazione tra sezioni censuarie della popolazione e degli occupati all'anno 2011 della città metropolitana di Napoli e il grafo stradale aggiornato con nuovi attributi relativi a velocità, tempo di percorrenza in minuti e lunghezza. Successivamente la creazione del network dataset puntuale ha permesso di delineare una matrice in cui la popolazione e gli occupati rappresentavano i pesi incidenti sulle infrastrutture.

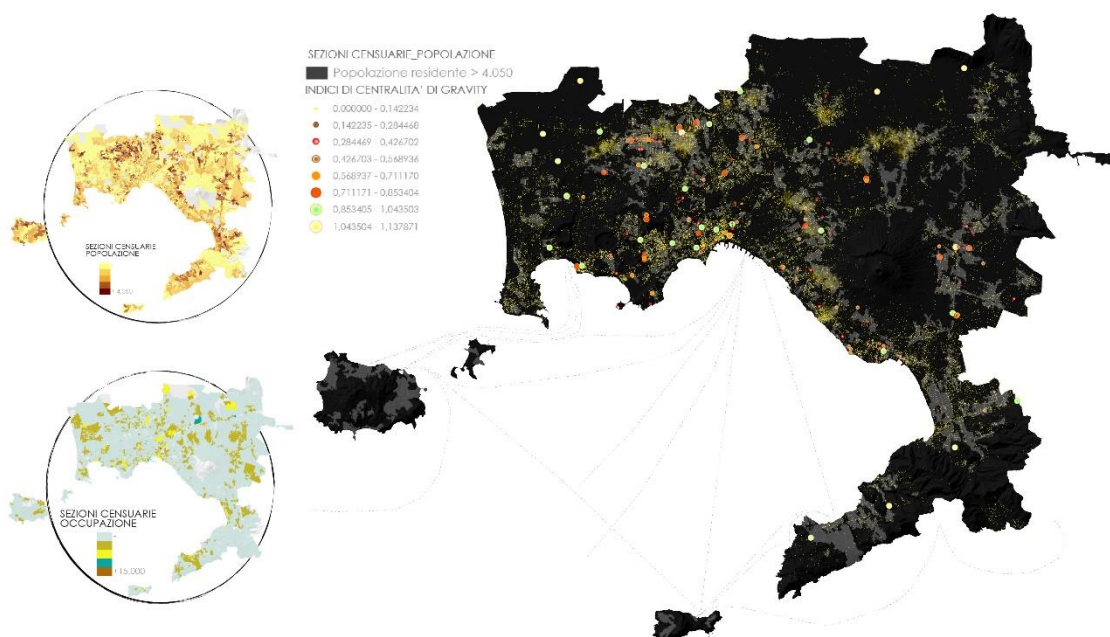


Figura 1 Centralità di gravity un punto è considerato accessibile e centrale se l'indice è elevato.
Fonte: elaborazione dell'autrice.

L'elaborato ottenuto (fig. 1) ha riportato centralità in gran parte del territorio napoletano, nel territorio Giuglianesse fino ad Acerra ed in alcune località vesuviane. L'infittimento del tessuto infrastrutturale ha determinato la tipologia di centralità che acquistano maggior peso man mano che ci si avvicina ai territori urbani. Si determina l'indice di accessibilità di alcuni luoghi dato dalla diversa tipologia di strade (locali, provinciali, statali, autostrade) e dalla velocità di percorrenza.

Si può affermare che l'analisi relativa al *gravity index* riguarda non solo la geometria di un territorio, ma anche i pesi, con carattere più funzionale che morfologico. In fig. 2 si possono notare i comuni di San Sebastiano al Vesuvio, Pollena Trocchia, Massa di Somma e Cercola con centralità dovute alla fitta concentrazione di differenti infrastrutture e alla densità di popolazione e occupati. Queste coincidono sia con le aree maggiormente popolate ma anche con quelle più accessibili; invece, Sant'Antimo risulta essere abbastanza centrale, in quanto oltre al peso che può dare la popolazione, la presenza di infrastrutture determina centralità.

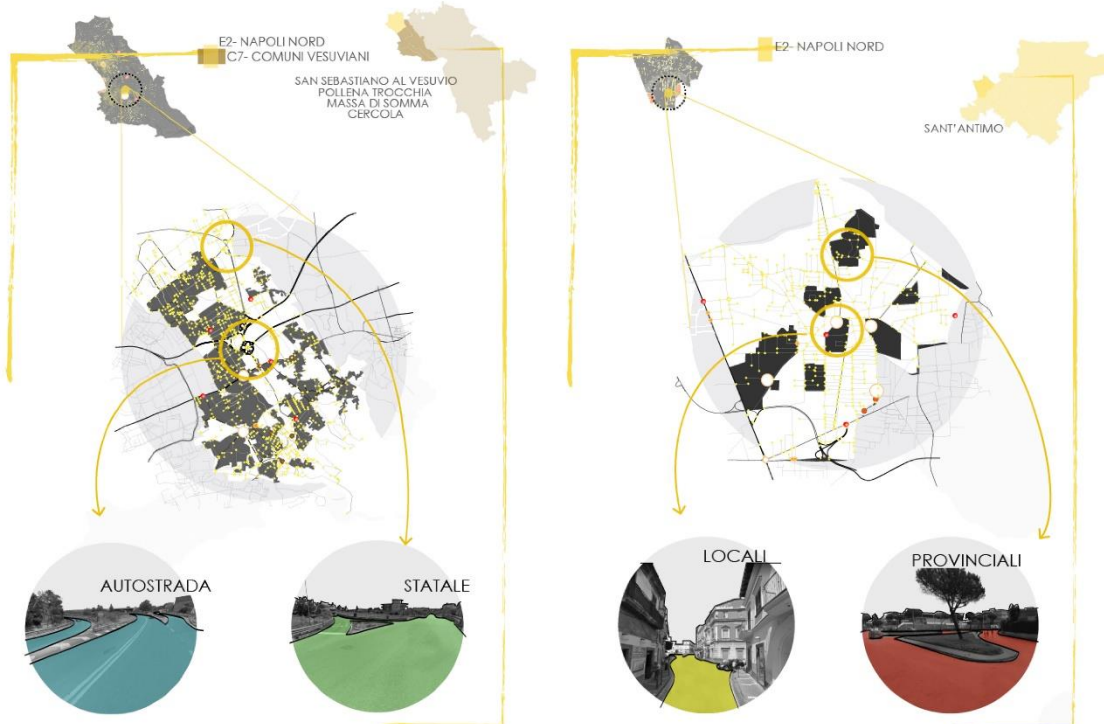


Figura 2 approfondimento su due STS per l'indice di gravità. Fonte: elaborazione dell'autrice.

Betweenness index stima il potenziale dei passanti in diversi punti della rete o la forma urbana considerando alcuni indici rispetto alle strade. Individua la forma di una città considerando il peso che hanno le infrastrutture sul territorio. Definito come:

$$Betweenness^r[i] = \sum_{j,k \in G - \{i\}; d\{i,k\} \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j]$$

dove n_{jk} è il numero dei percorsi più brevi tra le coppie di nodi. Questa può essere utilizzata per stimare o il potenziale dei passanti in diversi punti della rete, o la forma urbana considerando alcuni indici rispetto alle strade. In fig. 3- 4 si determinano diverse centralità date dalla lunghezza degli archi dei differenti tessuti urbani: 1) Centralità compatta: il comune napoletano con il suo tessuto compatto e a scacchiera determina archi di infrastruttura di pochi metri forma un unico polo a sé stante con numerose centralità diverse da zona a zona, attenuandosi o aumentando rispetto al tipo di infrastruttura che serve quel luogo; 2) Centralità a corona circoscrivendo il Monte Vesuvio; 3) Centralità continua da Giugliano in Campania fino a Tufino dove la fitta rete di strade, poco distanti tra loro, e le principali infrastrutture di collegamento determinano diverse tipologie di strutture morfologiche con gradienti di centralità e vicinanza diversi

tra loro, creando un'agglomerazione - serpentone di centralità; 4) Centralità di dispersione comprende i territori della penisola sorrentina, dove la morfologia territoriale delinea un tessuto a macchia d'olio con territori composti da edifici unifamiliari o ville poste in modo disorganizzato. In modo particolare, si nota quasi una rottura con il tessuto urbano napoletano ed una continuità con i territori che da Castellammare portano alla Penisola Sorrentina. I comuni flegrei e del giuglianesi, presentano un tessuto a dispersione dato dalla presenza di aree agricole.

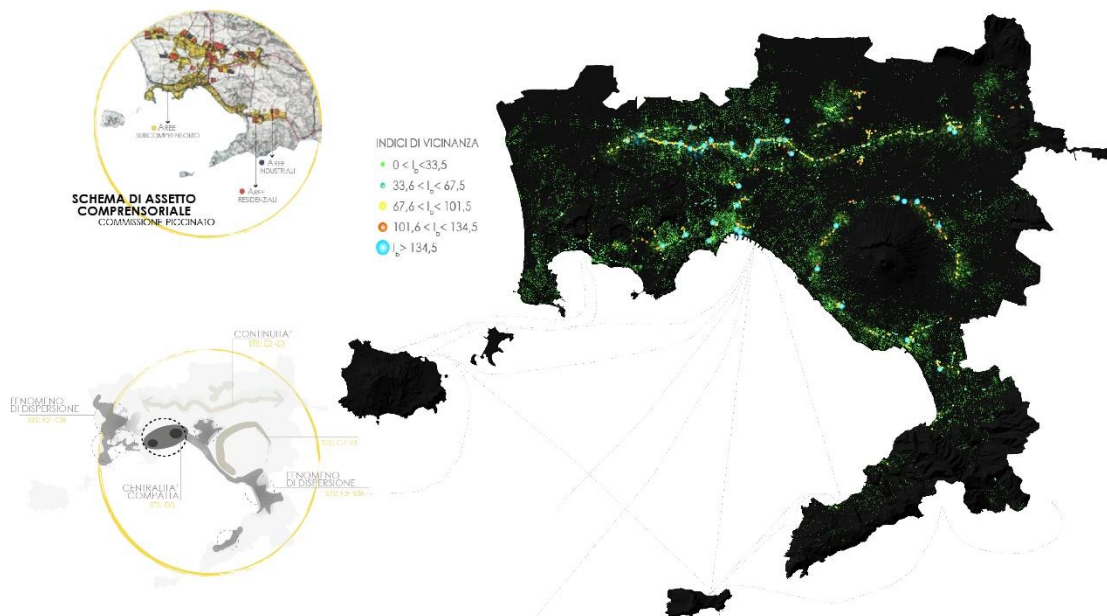
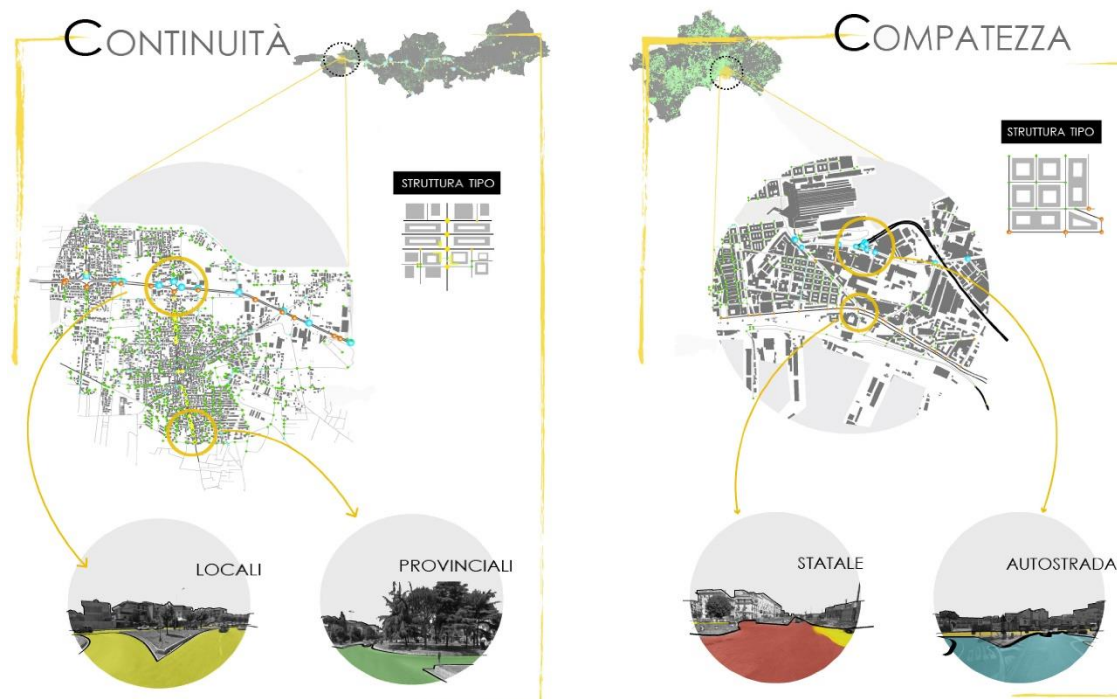


Figura 3- 4 Centralità di betweenness e approfondimento su due STS per individuare la forma urbana e i fenomeni definiti delle centralità delle infrastrutture. Fonte: elaborazione dell'autrice.



Riflessioni sul metodo e conclusioni

La toolbox UNA fa capo ad un'analisi qualitativa e quantitativa che, per creare mappe di analisi territoriale, valuta diverse informazioni e dati. Per le infrastrutture, occorre un grafo con archi e nodi formati dall'intersezione dei reali incroci stradali differenziando un percorso pedonale da uno carrabile, agricolo o di montagna, valutando le diverse caratteristiche ed i diversi elementi da poter considerare. Permette di rappresentare la geometria e la topologia nelle reti di input usando la distanza metrica e topologica ponderando gli edifici o le strade in base alle loro caratteristiche (volume, densità, grado di importanza del trasporto) in modo da definire diversi esiti. Inoltre, includendo il terzo elemento, che fino ad ora risultava assente, all'analisi di rete, è possibile definire risultati di accessibilità anche tra due edifici limitrofi sugli stessi segmenti di strada che apparentemente possono sembrare restituire lo stesso grado di centralità. Quindi, alla luce delle diverse analisi svolte si nota come le centralità non germogliano in modo sparso, ma formano percorsi ed aree leggibili, ordinati in una distribuzione spaziale gerarchica che varia da indice ad indice, dando luogo ad una gerarchia multifattoriale di città. Infatti, i luoghi urbani che sono centrali in termini di vicinanza possono essere non centrali in termini di accessibilità in quanto la geografia delle centralità che emerge per un determinato indice calcolato a livello globale si differenzia da quello calcolato alla scala locale (ogni nodo è collegato ad un sottoinsieme di nodi situati all'interno di una certa distanza da esso). Se si analizza una sola località, senza rapportarla alle altre, i risultati cambiano, in quanto si valutano solo alcuni fattori differenti rispetto a quando si considera un intero territorio a scala metropolitana. Non tutte le strutture della città sono complesse allo stesso modo e nella stessa misura. Si notano differenze anche per quelle pianificate, che hanno una geometria precisa, con strade distanziate e ben orientate, ed auto-organizzate dove non si riconosce un solo centro, ma differenti. Inoltre, durante i processi di pianificazione di una città emergono questioni differenti: dove collocare attività commerciali e servizi; come integrare un quartiere periferico nel contesto territoriale. L'analisi delle centralità può essere una forza trainante per rispondere a tali questioni. Ogni modello ha in sé una caratteristica, tale da renderlo uno strumento utile per la gestione delle centralità in sistemi spaziali reali e a tutte le scale, supportando i decisori nei processi di pianificazione o progettazione architettonica e urbana. L'applicazione dell'analisi UNA a questioni di pianificazione della città è una delle principali direzioni di sviluppo per l'attuale ricerca. Da tale analisi è possibile comprendere anche quali sono le aree prive di centralità, sulle quali soffermarsi per garantire una maggiore accessibilità ad un luogo, e le aree più centrali che oggi garantiscono maggiori servizi.

Note

* Department of Architecture, University of Naples Federico II, maria.somma@unina.it

Bibliografia

- Abarca J.F. et al (2016), "Centralities in the city border: a method to identify strategic urban-rural interventions", *Ri-vista*, vol. 2, p. 38-53.
- Barthelemy M. (2011), "Spatial Networks", in *Physics Reports*, vol 499, n.1-3, p. 1- 101.
- Batty M., Sidkar P.K. (1982), "Spatial aggregation in gravity models: 2. One-dimensional population density model", *Environment and Planning A*, vol. 14, p. 525-553.
- Batty M., Longley P. (1994), *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*, Academic Press, London.
- Batty M. et al (1995), "Morphology from imagery: detecting and measuring the density of urban land use", *Environment and Planning A*, vol. 27, p. 759-780.

Batty M. (2002), "A decade of GIS: what next?", *Environment and Planning B: Planning and Design* 2002, vol. 29, p. 157 – 158.

Batty M. (2007), "Model Cities", *The Town Planning Review*, vol. 78, n. 2, p. 125-151.

Batty M. (2008), "The Size, Scale, and Shape of Cities", *Science, New Series*, vol. 319, n. 5864, p. 769-771.

Batty M. (2012) "Smart cities, big data", *Planning and Design* 2012, vol. 39, p. 191 – 193.

Batty M. (2013), *The new science of cities*, The Mit press Cambridge, Massachusetts.

Cardillo, A., Scellato, S., Latora, V., & Porta, S. (2006), "Structural Properties of Planar Graphs of Urban Street Patterns", *Physical Review E: Journal of the American Physical Society*, vol. 73(6).

Christaller W. (1933,1966), *Central place in south Germany*, Prentice Hall, Englewood Cliff.

De Luca G., Moccia F. D. (2017), a cura di, *Pianificare le città metropolitane in Italia. Interpretazioni, approcci, prospettive*. INU Edizioni, Roma.

Freeman L.C. (1977), "A set of measures of centrality based on betweenness", *Sociometry* vol. 40, n.1, p. 35-41.

Geddes P. (1970), *Città in evoluzione*, Il saggiatore, Milano.

Giberti M. (2012), "La doppia dimensione della città", *(h)ortus*, Sapienza Università di Roma, n. 58.

Hansen W. (1959), "How Accessibility shapes Land Use", *Journal of the American Planning Association*, vol. 52, n. 2, p. 73-76.

Hillier B., Hanson J. (1984), *The Social Logic Space*, Cambridge University Press, Cambridge.

Hillier B. (1998), "From Research to Design", *Urban Design Quarterly*, n. 68, p. 35-37.

Hansen W. (1959), "How Accessibility shapes Land Use", *Journal of the American Planning Association*, vol.52, n. 2, p. 73-76.

Indovina F. (2011), "Province e metropoli territoriali", in *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, p. 101-102.

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

Latora V., Marchiori M. (2004), "A Measure of Centrality Based on Network Efficiency", *New Journal of Physics*, vol. 9, n. 6, p. 188-203

Moratti L. (2016), *Milano tra storia, realtà e sogno. Conversazione con Maria Luisa Agnese*, Mondadori, Milano.

Moudon A. V. (1997), "Urban morphology as an emerging interdisciplinary field", in *Urban morphology*, n. 1, p. 3-10.

Porta S., Crucitti P., Latora V. (2006a), "The Network Analysis of Urban Streets: A Dual Approach", in *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, vol. 369, n. 2, p. 853-866.

Porta S. et al. (2006b) "Centrality and Connectivity in Public Transport Networks and their Significance for Transport Sustainability in Cities", *World Planning Schools Congress, Mexico DF, 13-16 giugno 2006*.

Porta S. et al (2006c), "Centrality in networks of urban streets", *Chaos an Interdisciplinary journal of nonlinear science*, vol. 16, p. 015113-015119.

Porta S. et al. (2006d), "Multiple Centrality Assessment. Centralità e ordine complesso nell'analisi spaziale e nel progetto urbano", *Territorio*, no. 39, p. 189-202.

Porta S. et al (2008a), "Centrality Measures in Spatial Networks of Urban Streets", *physical review*, vol. 73, p. 036125-5.

Porta S. et al. (2008b) "Multiple centrality assessment in Parma: a network analysis of paths and open spaces", *Urban Design International*, vol. 13 n. 1, p. 41-50.

Porta, S. et al. (2009), "Street centrality and densities of retails and services in Bologna, Italy", *Environment and Planning: Planning and Design* 2009, vol. 36, p.450 – 465.

Porta S. et al., (2012), "Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona", *Urban Studies*, vol. 49, n. 7, p. 1471-1488.

Sevtusk A., Mekonnen M. (2012), "Urban Network Analysis. A new toolbox for ArcGis", *International Journal of Geomatics and Spatia Analysis*, vol. 22, n. 2, p. 287-305.

- Porta S., Latora V., Strano E., "Networks in Urban Design. Six Years of Research in Multiple Centrality Assessment", *Network science complexity in nature and technology*, Springer, p. 107-130.
- Porta S. et al. (2011a) "Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona", *Urban Studies*, p.1-18.
- Porta S. et al. (2011b), "Street centrality and land use intensity in Baton Rouge, Louisiana", *Journal of Transport Geography*, vol. 19, n. 2, p.285-293.
- Sabidussi G. (1966), "The Centrality index of a graph", *Psychmetrika*, vol. 31, n. 4, p. 581-603.
- Sevtsuk A., Mekonnen M. (2012), "Urban Network Analysis. A new toolbox for ArcGis", *International Journal of Geomatics and Spatia Analysis*, vol. 22, n. 2, p. 287-305.
- Sevtsuk A. et al. (2016), "Pedestrian accessibility in grid layouts: the role of block, plot and street dimensions", *Urban Morphology*, vol. 20, n.2, p. 89-106.
- Thisse J.F. (2014), "The New Science of Cities by Michael Batty: The Opinion of an Economist", *Journal of Economic Literature*, vol. 52, n. 3, p. 805-819.