

Pask, G. (1969), "The Architectural Relevance of Cybernetics", in *Architectural Design* 9

Schneider, T. and Till, J. (2007), *Flexible Housing*, Architectural Press

Weaver, W. (1948), "Science and Complexity", in *American Scientist*, 36: 536-544

Wiener, N. (1948), *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge, MA: The Technology Press

Yiannoudes, S. (2016), *Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing*. New York: Routledge.

Zevi, B. (1963), "Architettura e Società", *De Homine*, n.5-6, Sansoni, 118-128.

## Infrastrutture verdi per la rigenerazione urbana e territoriale

### La politica di mitigazione dell'effetto isola di calore urbana nella città di Boston

Silvia Cioci\*

#### Le infrastrutture verdi come strumenti di mitigazione

L'urbanizzazione è causa dell'aumento delle temperature nelle città e nei centri urbani rispetto alle aree rurali circostanti. La forma urbana di una città è in grado di intrappolare, immagazzinare e rilasciare lentamente le radiazioni solari, l'effetto isola di calore urbano (UHI-Urban Heat Island) è considerato l'esempio meglio documentato di modificazione climatica antropogenica (Arnfield, 2003). Le previsioni future sui cambiamenti climatici presagiscono una crescita della frequenza e dell'intensità delle ondate di calore che porteranno conseguentemente ad un aumento della mortalità legata a questo fenomeno (Jenkins, Hall, Glenis, Kilsby, McCarthy, Goodess, Birkin, 2014; Oleson, 2012; Kovats & Hajat, 2008).

L'effetto UHI viene affrontato attraverso la pianificazione delle infrastrutture verdi che predilige strategie quali l'aumento della vegetazione e l'implementazione di riconessioni territoriali che favoriscano spostamenti sostenibili. La ricerca che studia la relazione tra vegetazione e temperatura dell'aria, infatti, ha dimostrato come la vegetazione fornisca effetti combinati di una riduzione consistente della radiazione e una riduzione della temperatura dell'aria (Bowler, Buyung-Ali, Knight e Pullin, 2010; Scudo, de la Torre, 2003: 64-75, 155-172; Kurn, Bretz, Huang e Akbari, 1994; Scott, Simpson e McPherson, 1999).

Modello d'esempio rispetto ad altri contesti territoriali, la città di Boston insieme al Trust for Public Land (TPL)<sup>1</sup> ha lanciato nel 2015 un progetto pilota per informare e favorire la pianificazione di infrastrutture verdi (GI) con lo scopo di raggiungere obiettivi di resilienza e mitigare gli effetti dell'UHI delle aree altamente densificate della metropoli bostoniana.

#### Area di Studio

Dopo un processo durato due anni, che ha coinvolto migliaia di cittadini, il 7 marzo 2017, Boston - la città più grande del Massachusetts e del New England - ha pubblicato il piano di azione e visione "Go Boston 2030" (Vision and action plan, 2017) che prevede una serie di audaci iniziative di pianificazione per la città per i prossimi 5, 10 e 15 anni. Il vision and action plan, presenta un progetto a lungo termine che mira al miglioramento della sicurezza delle infrastrutture prediligendo una mobilità sostenibile. Attraverso il potenziamento di soluzioni resilienti volte a preparare la città ai repentini cambiamenti climatici, il Piano ha come obiettivo la salvaguardia degli habitat e dei servizi ecosistemici territoriali con lo scopo di facilitare l'accesso agli spazi verdi e aperti, urbani e metropolitani. Nel seguente scritto vengono illustrati i due progetti proposti dal dipartimento dei trasporti della città di Boston (MassDot, 2018) in collaborazione con la Metropolitan Area Planning Council (MAPC, 2018)<sup>2</sup> a livello di scala urbana: "Boston Green Links" e a livello di scala regionale: "Land Line".

#### Boston Green Links & Landline network

La città-regione di Boston è ricca di paesaggi naturali e di una fiorente economia, eppure, la continua estensione della rete di trasporti regionali minaccia la crescita economica e la possibilità di avere ambienti sani. Il piano a scala urbana dal nome Boston Green Link è stato pensato per una pianificazione volta alla riconnessione di ogni quartiere della città alla rete di greenbelt. Greenways e greenlinks, elementi costituenti la nuova rete di GI, permetteranno una ricucitura degli spazi verdi aperti garantendo, così, la salvaguardia e la tutela degli habitat naturali e la fornitura di servizi ecosistemi di livello urbano.

Per sfruttare a pieno il potenziale naturale delle regioni e i vantaggi che se ne possono trarre, compito della Metropolitan Area Planning Council (MAPC) è stato quello di studiare un nuovo programma di riconnessione regionale tra parchi, luoghi di lavoro, scuole e abitazioni con la missione di promuovere la crescita e la collaborazione a scala metropolitana. Fulcro del recente progetto dal nome Metro Future<sup>3</sup> è il piano Landline che contempla la realizzazione di 1.400 miglia di sentieri, greenways e foot trails studiati per "ri-unire" l'intero patrimonio naturale della città-metropolitana di Boston.

### *Dati e strumenti*

Attraverso le strategie di pianificazione delle GI, la MAPC lavora per preservare e collegare gli spazi aperti, bacini idrici, habitat della fauna selvatica, parchi e altri tipi di paesaggi. L'Esri<sup>4</sup>, global market leader in GIS (Geographic Information Systems), ha studiato e sperimentato dati e strumenti necessari per la progettazione di GI. La mappatura GIS attraverso l'uso dell'archivio Esri ha consentito alla MAPC la pianificazione di strategie di GI a scala regionale, comunale e urbana a Boston. Inoltre, i recenti studi sulla mappatura delle alberature stradali (Seiferling, Naik, Ratti, Proulx, 2017; Li & Ratti, 2018) ha portato allo sviluppo del Green View Index come coefficiente per il calcolo di copertura verde nelle aree urbane di differenti città degli Stati Uniti e Europee. Di particolare rilievo risulta lo studio condotto da Li e Ratti sulla conoscenza delle percentuali di copertura alberata nella città di Boston di seguito illustrata.

### *Layer GIS - Esri's Green Infrastructure Initiative*

L'Esri ha raccolto in un archivio le informazioni necessarie per la mappatura degli habitat e delle aree naturali in GIS su scala nazionale, regionale e urbana e, per agevolare la giusta pianificazione di GI, nel 2017 ha generato i layer: (i) Intact Habitat Cores<sup>4</sup> che rappresenta i nuclei di habitat naturali intatti o minimamente disturbati su una superficie  $\geq 100$  acri e non inferiore a 200 metri di larghezza; (ii) Habitat Connectors<sup>5</sup> che rappresenta il Least Cost Path (LCP) più vicino all' Intact Habitat Cores: i percorsi meno costosi riflettono i percorsi più agevoli tra habitat confinanti e sono presi in considerazione come possibili corridoi che facilitano il movimento delle differenti specie di fauna; (iii) Habitat Fragments che comprende le aree naturali minimamente disturbate non collocabili tra gli Intact Habitat Cores; (iv) Habitat Cost Surface<sup>6</sup> è la variabile generata secondo il movimento delle specie di fauna: a movimento elevato corrisponde un costo ridotto; a movimento ridotto segue un costo elevato; (v) Habitat Cores by Betweenness, layer che identifica i nuclei di habitat intatti di elevata importanza per la connettività (Betweenness Centrality - BC).

### *Green View Index (GVI)*

L'aumento di alberi in città contribuisce ad abbassare le temperature urbane bloccando le radiazioni solari e aumentando l'evapo-

razione dell'acqua, creando microclimi più consoni al nostro benessere e mitigando l'inquinamento atmosferico causato dalle attività urbane quotidiane. Le radici degli alberi, inoltre, permettono un maggiore assorbimento di acqua dovuta alle precipitazioni atmosferiche contribuendo, così, ad evitare inondazioni durante le stagioni più piovose. In sintesi, quindi, gli alberi servono sia a mitigare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sia come elementi di arredo urbano. Relativamente ai motivi sopra elencati, il Senseable City Lab<sup>7</sup> del Massachusetts Institute of Technology (MIT) in collaborazione con il World Economic Forum<sup>8</sup> ha sviluppato la metrica del Green View Index (GVI) con cui valutare e confrontare la copertura di alberature delle città americane ed europee. Introducendo le variabili dell'ambiente fisico, percentuali di copertura delle alberature, altezza della chioma e altezze degli edifici è stata calcolata la differenza (SVF = SVFs - SVFp)<sup>9</sup> che indica l'effettiva efficacia di ombreggiatura delle alberature stradali.

### *Metodo*

Prendendo in considerazione i dati analizzati precedentemente, secondo l'Esri, è possibile definire un processo di sei step per la pianificazione delle GI. Il metodo in adottato dalla città di Boston per la progettazione dei piani Green Links e LandLine ha previsto:

1. Set your Goal: tutti gli sforzi di pianificazione di GI devono iniziare con la definizione degli obiettivi.
2. Revisione dei dati: dopo aver stabilito gli obiettivi si devono visionare i dati di livello locale e regionale al fine di poter trovare la strategia migliore per mappare una GI che permetta la conservazione del paesaggio e che possa immaginare la riconnessione a una rete nazionale di infrastrutture verdi.
3. Mappatura dei beni ecologici e culturali: è necessaria, in questa fase, la mappatura del patrimonio naturale che contribuisce ad una sana ecologia e che sia di supporto ai valori culturali ed economici. Questa non è una mappa di tutte le risorse naturali, sarà la mappatura delle risorse ambientali di rango più elevato.
4. Valutazione del rischio: La valutazione delle attività più a rischio possono interessare: aree in zone di sviluppo che possono sovrapporsi alle risorse naturali; infrastrutture stradali che probabilmente porte-

rebbero alla frammentazione paesaggistica; corsi d'acqua che hanno bisogno di essere salvaguardati e messi in sicurezza in caso di forti piogge; strutture con rilevanza storica che andrebbero restaurate [...].

5. Determinare le opportunità: sulla base dei rischi individuati vengono determinate le opportunità per la riqualificazione, la rigenerazione, il ripristino o il miglioramento.

6. Implementazione delle opportunità nel tempo.

### *Risultati e Conclusioni*

Attraverso l'uso dei layer forniti dall'Esri è stato possibile evidenziare tre aree di particolare interesse per la riconnessione paesaggistica: Emerald Necklace; Mystic and Malden Rivers; East Coast. Secondo gli studi dei progettisti della MAPC, il nuovo piano Land Line permetterà al 72% della popolazione di trovarsi ad una distanza di circa 1/2 miglio dai futuri corridoi infrastrutturali (D. Loutzeheiser)<sup>10</sup>.

Alla luce dei risultati dello studio sulle alberature è evidente come la fornitura di ombre nella città di Boston sia distribuita in maniera non uniforme e che la parte sud-occidentale ha una maggiore copertura rispetto alla zona nord ed est della città (Li & Ratti, 2018). I risultati sulle proposte di riconnessione avanzate dai pianificatori e dai progettisti della città di Boston, mirano ad una continuità tra i differenti livelli di scala territoriale. Laddove la città di Boston si prefigge lo scopo di una ricucitura verde urbana, la regione predispone un piano e delle linee guida per far in modo che tali collegamenti non si fermino ai margini della città ma mettano in relazione paesaggio urbano, suburbano, agricolo e aree naturali protette (Figura 1).

Secondo i recenti studi, la metodologia adottata da molte politiche statunitensi risulta essere uno spunto di riflessione e trampolino di partenza per la pianificazione integrata multifunzionale di nuove infrastrutture che mirano alla salvaguardia del patrimonio naturale e alla mitigazione dei cambiamenti climatici sul territorio europeo. La conoscenza della distribuzione spaziale delle risorse naturali e le informazioni quantitative della produzione di ombra data dalle alberature stradali potrebbero essere un importante riferimento per i progettisti e i governi municipali. Si potrebbe così intervenire per migliorare e preservare i paesaggi favorendo

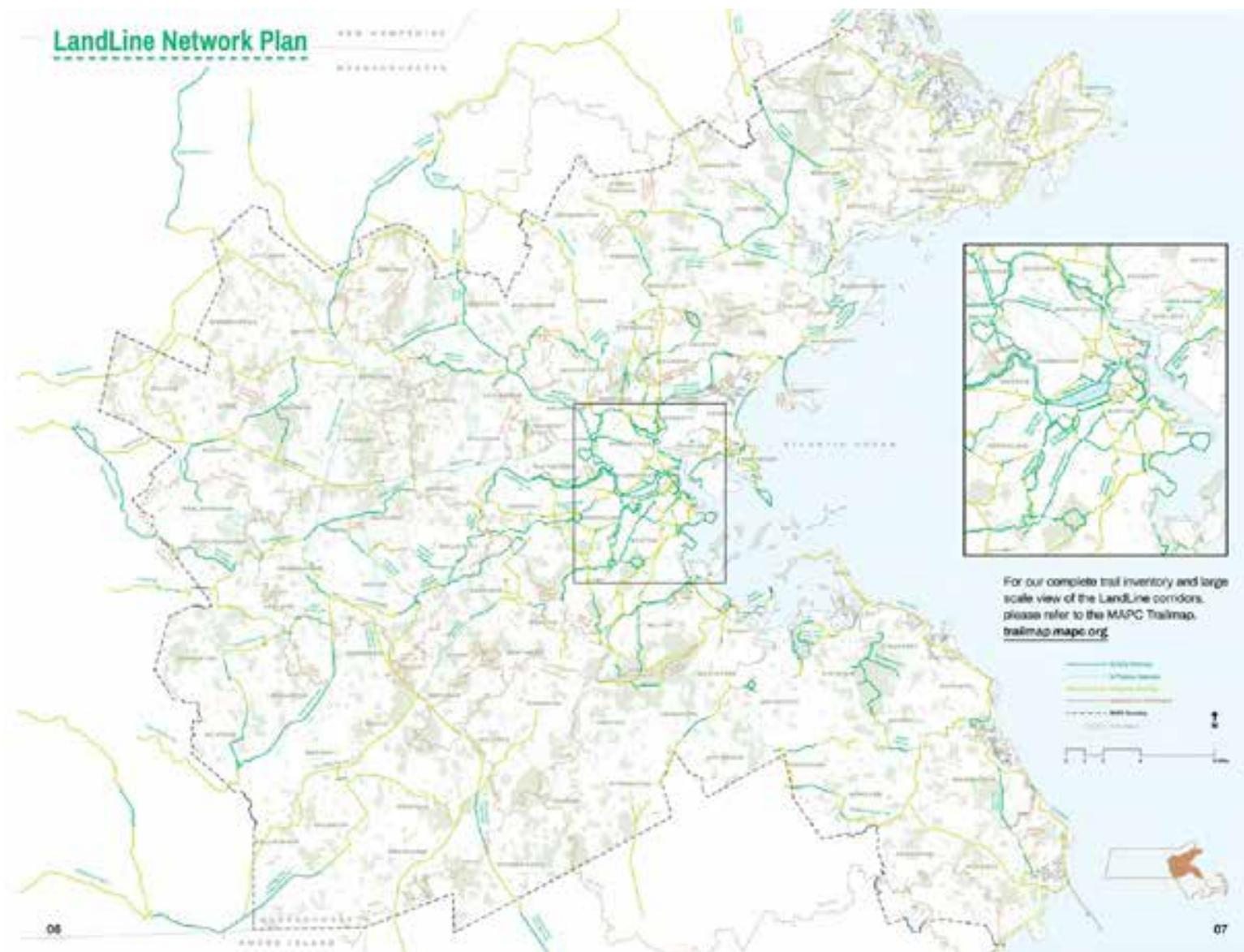


Figura 2. LandLine Network Plan. La mappa evidenzia i corridoi di Greenways e Foot Trail esistenti, in fase di realizzazione e proposti dalla MAPC. Fonte: Metropolitan Area Planning Council. Smart Growth & Regional Collaboration.

l'erogazione dei servizi ecosistemici e garantendo il confort termico nelle aree urbane con lo scopo di tutelare e salvaguardare la salute e il benessere umano.

Indipendentemente dall'approccio progettuale che le singole città-regioni preferiscono seguire, le GI potrebbero essere usate come uno strumento di pianificazione strategica multifunzionale di una rete in grado di fornire benefici seguendo un approccio socioculturale conservazionistico.

#### Note

\* DICEA- Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Roma "Sapienza", silvia.cioci@uniroma1.it

1 Il Trust for Public Land è un'organizzazione no-profit di livello federale negli U.S. che lavora a contatto con i quattordici leader della Metropolitan Area Planning Council (MAPC), fornendo strumenti chiave per la pianificazione in GIS di GI.

2 Metropolitan Area Planning Council (MAPC) è l'agenzia di pianificazione regionale che serve le 101 città e cittadine dell'area metropolitana di Boston. Fondata nel 1963, la MAPC è un ente pubblico ed è governata da rappresentanti di ogni città della regione. Ogni comune della regione fa riferimento ad una delle otto sottoregioni, ciascuna guidata da un membro del personale MAPC.

3 Metro Future è il piano 30ennale dell'area metropolitana di Boston che ha una visione dettagliata per il futuro della regione.

4 Esri, società

leader nella mappatura GIS, è stata fondata nel 1969 per affrontare le problematiche mondiali attraverso l'uso delle scienze, della sostenibilità, dell'educazione e della ricerca.

4 I dati sorgenti utilizzati per dare attribuzione alle aree sono: Number of endemic species; Priority Index areas; Unique ecological systems; Representation of Ecological Systems within the Protected Areas Network of the Continental United States; Ecologically relevant landforms; Ecologically-Relevant Maps of Landforms and Physiographic Diversity for Climate Adaptation Planning; Local Landforms; NWI – National Wetlands Inventory “ Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States.

5 Esri ha generato la rete LCP utilizzando lo strumento Habitat Cost Surface.

6 Layer generato usando Cost Connectivity tool per rappresentare la Least Costo Paths (LCPs).

7 Senseable City Laboratory è un'iniziativa di ri-

cerca presso il Massachusetts Institute of Technology che ha lo scopo di immaginare le città e l'innovazione sociale attraverso il design e la scienza. Il laboratorio sviluppa e predispone gli strumenti necessari per la conoscenza delle città ed è caratterizzato da un approccio interdisciplinare per la ricerca sui cambiamenti climatici al fine di anticiparli e studiarli da un punto di vista critico.

8 «Le grandi città avranno sempre bisogno di grandi progetti infrastrutturali, ma a volte, su piccola scala, le infrastrutture per le piste ciclopedonali e di bike sharing con l'implementazione di alberature per l'adattamento ai cambiamenti climatici, possono risultare elementi di grande impatto sulle aree urbane» (World Economic Forum, Rob MacKenzie, 2015).

9 SVFp: somma di tutte le frazioni anulari del cielo.  $SVFp = [(1/\sin(2\theta))(\theta/2n) \sum \sin((2i-1)/2n)\alpha_i]$  [dove:  $\sum$  di  $i=1$  a  $n$ ] dove:  $i$  è l'indice dell'anello,  $n$  è il numero di anelli, e  $\alpha_i$  è la larghezza angolare all'interno dell'anello.

SVFs: tensione all'ombra delle chiome delle alberature.  $SVFs = 1 - 1/360 \sum \sin^2 \beta \alpha$  [dove:  $\sum$  di  $\alpha=0$  a  $359$ ] dove  $\beta \alpha$  è l'angolo massimo dell'edificio di ostruzione nella direzione orizzontale di  $\alpha$ , e  $\alpha$  va da  $0$  a  $359$ .

10 Intervista a David Loutzeheiser, Senior Transportation Planner, 27 giugno 2018, presso la sede della Metropolitan Area Planning Council, 60 Temple Pl, 02111, Boston, Massachusetts. <https://www.mapc.org/staff-member/david-loutzenheiser/>

## Bibliografia

Arnfield A. J. (2003), "Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island", in *International Journal of Climatology*, n. 23(1), pp. 1-26.

Jenkins K., Hall J., Glenis V., Kilsby C., McCarthy M., Goodess C., Birkin M. (2014), "Probabilistic spatial risk assessment of heat impacts and adaptations for London", in *Climatic Change*, n. 124(1/2), pp. 105-117.

Li X., Ratti C. (2018), "Mapping the spatial distribution of shade provision of street trees in Boston using Google Street View panoramas", in *Urban Forestry & Urban Greening*, n. 31, pp. 109-119.

Mirzaei, P. A., Haghghat, F. (2010), "Approaches to study Urban Heat Island - Abilities and limitations", in *Building and Environment*, n. 45(10), pp. 2192-2201.

Oleson K. (2012), "Contrasts between Urban and Rural Climate in CCSM4 CMIP5 Climate Change Scenarios", in *Journal of Climate*, n. 25(5), pp. 1390-1412.

Oke T. R. (1982), "The energetic basis of the urban heat island", in *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, n. 108(455), pp. 1-24.

Rizwan A. M., Dennis Y. C. L., Chunho L. (2008), "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island", in *Journal of Environmental Sciences-China*, n. 20(1), pp. 120-128.

Seiferling I., Naikc N., Ratti C., Proulx R. (2017), "Green streets - Quantifying and mapping urban trees with street-level imagery and computer vision", in *Landscape and Urban Planning*, n.165, pp. 93-101.

## La luminosità come strumento di analisi dello sviluppo territoriale

Emanuela Coppola\*, Ferdinando Maria Musto\*\*, Valeria Vanella

### Abstract

Questo contributo vuole sperimentare la metodologia proposta dal progetto di ricerca "The light of the city" messo a punto dal prof. Oriol Nel-lo del Dipartimento di Geografia dell'Università Autonoma di Barcellona che utilizza le immagini satellitari notturne (ricavate dal sito del National Centers for Environmental Information) - incrociate con le Urban Morphological Zone della Corine Land Cover - per analizzare attraverso mappe della luminosità le aree di maggior sviluppo della penisola italiana e i processi di urbanizzazione correlati.

Si procederà poi a studiare più specificamente l'area compresa tra le due città metropolitane di Roma e Napoli per comprendere se questo tipo di analisi satellitare possa restituire un'immagine più realistica rispetto ai flussi e allo sviluppo regionale.

Il processo di urbanizzazione delle aree costiere del Mediterraneo è stato analizzato attraverso la metodologia messa a punto dall'Università Autonoma di Barcellona (Nel-lo et alii, 2017; Coppola 2017), che utilizza la luminosità delle mappe satellitari notturne insieme alle mappe dell'uso del suolo realizzate con il progetto Corine Land Cover.

Questa metodologia offre lo spunto per una riflessione sulla espansione delle macroaree urbane italiane in relazione allo sviluppo delle infrastrutture, in particolare quelle ferroviarie, in analogia a quanto recentemente proposto da Joan Checa e Oriol Nel-lo (Intensidades urbanas. La urbanización del litoral mediterráneo ibérico a la luz de la imagen satelital nocturna de la tierra) per l'arco latino nella penisola iberica.

Nello specifico, si sono presi a modello i due macrosistemi urbani di Roma e Napoli per verificare se le grandi direttrici di sviluppo, come la linea ferroviaria dell'alta velocità, abbiano anche generato una urbanizzazione oppure, come è accaduto in Spagna, se continua ad essere la fascia costiera l'area maggiormente attrattiva (la polpa che si contrappone all'osso, come ricordava Manlio Rossi Doria).