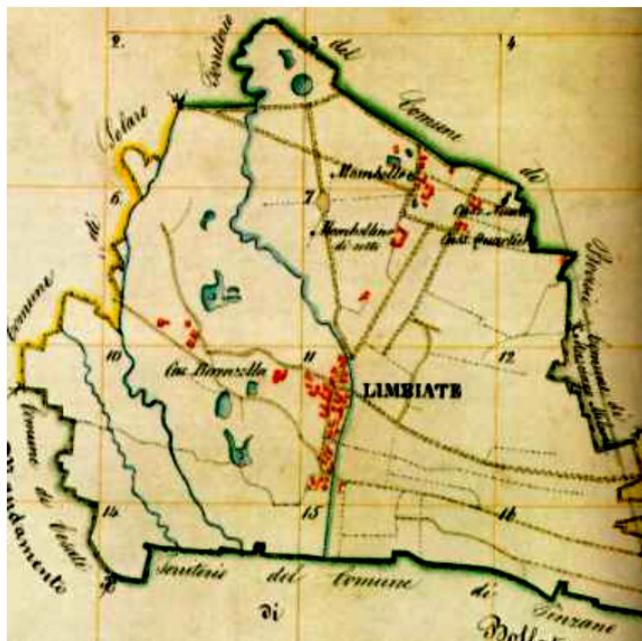


Parte III Il riconoscimento dei tessuti storici

1. La stratificazione nel tempo delle relazioni insediative



Per circa due secoli, prima delle grandi ondate migratorie del Novecento, la *forma urbis* di Limbate è stata improntata da un ridotto nucleo agricolo di case distribuite lungo gli assi viari delle attuali via Dante e via Mazzini, dai caratteri del tutto simili alla moltitudine degli insediamenti rurali presenti nell'alta pianura asciutta lombarda: cascina e casa a corte, dove dimora quotidiana e lavoro rurale si fondono, rappresentano i tipi edilizi prevalenti; ma, come in tutti i comuni della corona estesa milanese, una situazione secolare di stabilità andava mutando radicalmente negli ultimi cinquant'anni e il piccolo borgo affiancato dal pianalto (che rientra oggi per l'intera sua estensione nel contesto vincolato del Parco regionale lombardo delle Groane) cominciò così a estendersi verso la pianura, di fatto saldandosi a oriente con Varedo e Paderno, a meridione con

Senago, a settentrione con Bovisio e Cesano Maderno, in quel tessuto disomogeneo di dimore singole, volumi monofamiliari, ville, chalet, descritto nella sua sublime descrizione della Brianza da Carlo Emilio Gadda, accrescendosi poi coi capannoni e i grandi volumi pluriplano sparsi che caratterizzano oggi le frange dell'intera area metropolitana milanese.

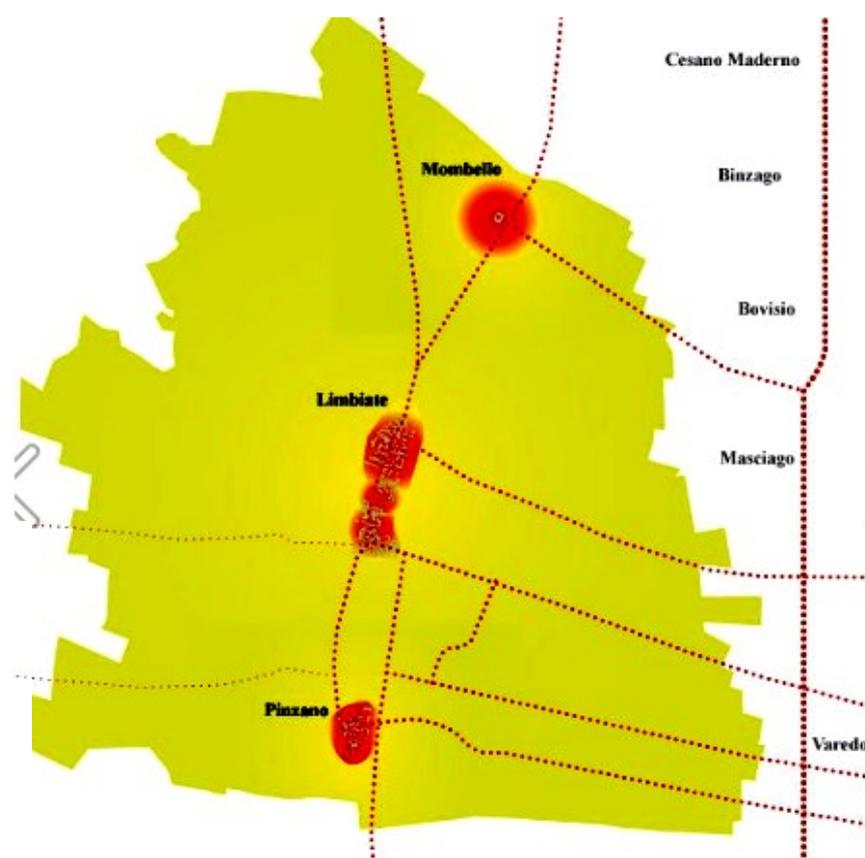
A Libiate, com'è noto, l'espansione incontrollata trova origine nel fatto che dapprima gli strumenti di pianificazione proprio non esistono e, quando vengono finalmente assunti, non riescono a seguire la rapidità del cambiamento dettato da un bisogno abitativo sempre più forte: soltanto del 1972 è il primo Programma di fabbricazione, seguito nel 1978 dal primo Piano regolatore generale e nel 1990 dalla sua Variante generale, mentre la porzione occidentale del comune viene preservata dal forsennato processo urbanizzativo dapprima per le carenze infrastrutturali e, quindi, dal vincolo di in edificabilità posto attraverso la creazione del Parco regionale delle Groane.

Tuttavia, la situazione limbiatese non fa registrare l'insediamento dei grandi ensembles pubblici che hanno improntato la crescita urbana di molti comuni della corona milanese (soprattutto a meridione) ma, piuttosto, una diffusa disseminazione immobiliare spontanea, autocostruita e di modesta qualità (le cosiddette "coree") il cui paradosso consiste nell'aver dato vita a un organismo insediativo non regolato ma, al contempo, dotato di proprie identità etnografiche di piccoli centri autonomi, seguiti poi da alcuni tratti di qualità architettonica: a Pinzano negli anni '70 il complesso Iacp di Alberto Rosselli, nel 1959 la villa Pogliani di Asnaghi e Vender, nel 1992 il centro civico del Villaggio dei Giovi di Marco Lucchini, Renato Calamida e Fabrizio Schiaffonati.

Ma il vecchio borgo e il nucleo di Pinzano hanno in ogni modo conservato la loro natura di frontiera verso un territorio che, per i suoi caratteri geologici, è stato storicamente uno dei contesti meno antropizzati della regione, rimanendolo è tuttora; infatti, lo spazio delle torbiere lombarde è del tutto racchiuso nei limiti del Parco regionale delle Groane, particolarità che attribuisce al centro storico di Limbate un fattore caratterizzante pressoché unico: non è al centro della città, ma si pone al suo limite di ponente, in un contesto d'alta qualità ambientale.

Inoltre, il territorio comunale di Limbate è racchiuso fra gli assi della Varesina e della Comasina, fra i rami delle ferrovie Nord Milano per Saronno e per Erba/Asso, senza che nessuna di tali infrastrutture

lo interessi direttamente; è vero pertanto che storicamente Limbiate presenta una maggior debolezza infrastrutturale rispetto ad altre realtà, come la vicina Varedo sviluppatasi in direzione est/ovest, sulle principali direttrici; è vero perciò che l'insieme delle vicende storiche, le grandi ondate migratorie e la particolarità geografica stanno alla base del progressivo degrado del nucleo storico che, al di là del recupero di Villa Mella, non ha mai fatto registrare nel tempo episodi, neanche puntuali, di recupero e valorizzazione ma, al contrario, ha assistito al graduale abbandono dei residenti originari e alla loro progressiva e graduale sostituzione con famiglie meno abbienti di derivazione asiatica o nordafricana. Nel seguito s'intende individuare, mediante applicazioni di *Multiple Centiality Assessment (Mca)* in ambiente Gis, quali siano le centralità primigenie studiando il grafo stradale odierno (aggiornato alla soglia temporale del 2011) e i grafi derivanti dalla cartografia storica: con l'utilizzo dell'applicativo *Mca* è indagabile il rapporto archi/nodi (assi viari/loro intersezioni) valutandone la densità in alcune aree e attendendosi la conferma della maggior densità del network stradale in corrispondenza del nucleo originario che, storicamente, ha rivestito il ruolo spaziale d'aggregazione e snodo commerciale; poi si procederà all'individuazione del grado di vivacità ed eterogeneità degli isolati, individuando tali ambiti quale unità d'indagine per determinare il rapporto oggi rivestito dal tessuto consolidato e dalle le attività qui insediate, per poi stimare l'indice di dinamismo del tessuto urbano, scelta effettuata in funzione dei caratteri storici e morfologici del centro storico in cui tradizionalmente sono andate insediandosi le funzioni commerciali e i servizi, infine, le analisi sul centro storico si concludono identificando – tramite applicazioni di *Visibility Graph Assessment* – l'integrazione visiva globale, ossia la continuità/integrazione visiva e la percezione spaziale dell'utenza che l'attraversa: in questo caso ci si attende una maggiore integrazione visiva in corrispondenza degli ambiti consolidati.



Esiti della sovrapposizione della cartografia storica

2. L'evoluzione e lo stato attuale dell'assetto urbano

Nel prosieguo si esamina l'assetto urbano per identificarne le centralità che caratterizzano Limbiate; dopo le analisi fin qui condotte, ci si attende la restituzione di una realtà policentrica caratterizzata

dalla presenza di diverse centralità, sviluppatasi nel dopoguerra, che hanno sollecitato/generato un successivo processo diffusivo dell'urbanizzato.

2.1. Riconoscere le centralità urbane quale elemento propedeutico per l'indagine

Riflettere sul tema delle centralità è ancor più stimolante laddove si consideri che «*un posto centrale ha alcune qualità speciali da offrire in molti modi a chi vive e lavora in una città: è più visibile, è più accessibile dall'immediato contesto del quartiere così come dal contesto più grande della città e della metropoli, è più frequentato in termini di flussi di persone a piedi e potenziali clienti, ha più probabilità di evolvere in un polo di attrazione e in un catalizzatore sociale, di configurare una localizzazione adeguata per funzioni primarie come teatri o sedi centrali di aziende così come di offrire una più vasta varietà di beni commerciali e opportunità*»¹.

Perciò è utile che le reali (ed effettive) centralità d'un contesto dato emergano attraverso la sua trama infrastrutturale: saranno più centrali i luoghi più accessibili e, perciò, più prossimi all'intersezione della viabilità principale, in una condizione in cui l'espansione storica del reticolo ha moltiplicato gli isolati e, dunque, la loro attuale configurazione permette d'individuare sia l'ultima fase del processo dia-cronico della crescita urbana, sia le interdipendenze tra la gerarchia infrastrutturale e la centralità di-svelabili; esaminiamo allora nel seguito il complesso teorico che ha accompagnato tali riflessioni, esaminando alcune idee che nel tempo sono andate consolidandosi: la *Network Community*, lo *Space Syntax* e il *Multiple Centrality Assessment*.

Intanto, la nozione di *Network Community* apre a quell'«*area della ricerca scientifica che indaga i sistemi complessi attraverso l'uso della metafora della rete (network) e della matematica dei grafi*»², e alcune applicazioni di rilievo della teoria delle reti s'individuano in Watts and Strogatz, 1998³, quando delineano la possibilità d'individuare una qualche forma di regolarità dentro i "piccoli mondi", rappresentativi di reti (di relazioni, di soggetti o di elementi) dove ogni nodo risulta legato ad altri in maniera apparentemente casuale: in effetti, è sempre risultata evidente una certa dicotomia tra reti del tutto ordinate, in cui ogni nodo è collegato agli altri secondo una regola esplicita⁴, e reti i cui nodi appaiono connessi agli altri in termini del tutto casuali e dove, tuttavia, possano individuarsi forme di regolarità nascosta tra eventi accidentali.

La possibilità d'individuare un ordine matematico in realtà e contesti apparentemente privi d'ordine ha permesso quindi di constatare, nell'ambito dello studio dei fenomeni urbani, che «*i pianificatori ortodossi [...] usano gli strumenti giusti per il problema sbagliato: le città sono fenomeni complessi organizzati di tipo organico e devono essere indagati con le scienze della complessità*»⁵, per cui «*solo attraverso le nuove scienze della complessità l'ordine meraviglioso della città vecchia può essere colto e trattato, un ordine che, a differenza della geometria euclidea, non è visibile alla prima occhiata, non è imposto da un'agenzia centrale, ma all'opposto è il risultato del contributo di piccolissimo taglio e graduale nel tempo di innumerevoli soggetti agenti nell'ambiente sociale, fisico e culturale, e in costante reciproco rapporto, ognuno impegnato dalla sua individuale traiettoria*»⁶.

Ricordiamo come nell'evoluzione della *Network Community* – area della ricerca scientifica che indaga appunto i sistemi complessi attraverso l'uso della metafora della rete e della matematica dei grafi – sia stata sviluppata una capacità computazionale senza precedenti, che ha permesso di comprendere come tutti i network condividano proprietà topologiche del tutto simili alla corrispondente struttura

¹ Porta S. e Latora V., 2006, "Multiple Centrality Assessment. Centralità e ordine complesso nell'analisi spaziale e nel progetto urbano", *Territorio*, n. 39.

² Porta e Latora, cit.

³ Watts D.J. and Strogatz S.H., 1998, "Collective Dynamics of Small-world Networks", *Nature*, n. 393.

⁴ Modelli perfetti, ideali, utili ad avanzare qualche teoria esplicativa ma tuttavia assai poco rappresentativi della realtà.

⁵ Jacobs J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, New York.

⁶ Porta e Latora, cit.

relazionale; in tal senso, di qualche peso appaiono alcuni studi su network urbani (Porta *et al.*, 2006a⁷, b⁸, c⁹; Cardillo *et al.*, 2006¹⁰; Crucitti *et al.*, 2006a¹¹, b¹²; Scellato *et al.*, 2006¹³) per riconoscere gli ordini nascosti nelle città auto/organizzate, un passo «verso il superamento dell'eredità modernista nella pianificazione e nel progetto urbani, così come verso una nuova generazione di strumenti di analisi e di opportunità di progetto per gli urban designers»¹⁴; la centralità risulta pertanto il fattore cruciale di quel percorso, ed emerge sia come variabile principale che rende possibile il riconoscimento delle regole comuni dei sistemi auto/organizzati, sia anche come fattore cardine nell'evoluzione della geografia dei sistemi urbani complessi.

In materia di centralità, l'evoluzione delle *Network Analysis* ha raramente coinvolto gli studi urbani e, anche se alcuni primi contributi sono ascrivibili alla metà del Novecento, è l'apporto di Freeman (1977¹⁵, 1979¹⁶) che individua indici e proprietà dei network complessi muovendo dal presupposto che – di qualsiasi natura siano – essi condividono alcune proprietà strutturali comuni; i punti base di Freeman coinvolgono un insieme di indici (di *centralità di grado* = *Degree*, di *vicinanza* = *Closeness*, di *medietà* = *Betweenness*) e le corrispondenti proprietà comuni coinvolgono la distanza e l'aggregazione (*clustering*)¹⁷, oltre alla centralità e al grado (*degree*) dei singoli nodi, pari al numero di connessioni esistenti tra i medesimi e altri nodi della rete.

A partire da tali premesse è stata poi introdotta negli anni Ottanta l'analisi configurazionale, oggi «uno dei più interessanti e fruttuosi approcci allo studio dei sistemi urbani»¹⁸, in grado di riprodurre la distribuzione dei livelli di accessibilità (e, dunque, l'andamento dell'attrattività delle parti di un aggregato urbano) rendendosi strumento utile sia per un'approfondita lettura dell'assetto insediativo, sia per il planning.

Ma, prima di considerare come, in termini operativi, sia possibile stimare il grado di centralità dei nodi d'un network, presentiamo nel seguito in termini formali i concetti e gli indici alla base delle teorie fin qui richiamate, illustrando i modi in cui il network infrastrutturale risulta rappresentato dagli indicatori di centralità attraverso l'evoluzione applicativa dallo *Space Syntax* al *Multiple Centrality Assessment*; intanto, s'assuma che un network possa risultare rappresentato in termini formali come un grafo $G = (N, K)$, entità matematica definita da due insiemi di nodi (N) e di coppie non ordinate di nodi (K), vale a dire archi (nel caso in cui due nodi siano sottesi al medesimo arco, risulteranno adiacenti); poi, stabiliti i modi di rappresentazione del network, consideriamo ora i tre indici di centralità individuati originariamente da Freeman, raggruppabili nelle due famiglie distinte: **i**) essere centrali come essere vicini agli altri, dove confluiscono la centralità di grado (*Degree, CD*) e la centralità di vicinanza (*Closeness, CC*); **ii**) essere centrali come essere tra gli altri, in cui confluisce la centralità di medietà (*Betweenness, CB*).

⁷ Porta S., Crucitti P. and Latora V., 2006, "The Network Analysis of Urban Streets: A Dual Approach", *Physical A, Statistical mechanics and its applications*, vol. 369, n. 2.

⁸ Porta, Crucitti and Latora, cit.

⁹ Porta S., Crucitti P. and Latora V., 2006, "Multiple Centrality Assessment in Parma: A Network Analysis of Paths and Open Spaces", *Urban Design International*, in print.

¹⁰ Cardillo A., Scellato S., Latora V. and Porta S., 2006, "Structural Properties of Planar Graphs of Urban Street Patterns", *Physical Review E, Journal of the American Physical Society*, vol. 73, n. 6.

¹¹ Crucitti P., Latora V. and Porta S., 2006, "Centrality Measures in Spatial Networks of Urban Streets", *Physical Review E, Journal of the American Physical Society*, vol. 73, n. 3.

¹² Crucitti P., Latora V. and Porta S., 2006, "Centrality in Networks of Urban Streets, Chaos", *Quarterly of the American Institute of Physics*, vol. 16, n. 1.

¹³ Scellato S., Cardillo A., Latora V. and Porta S., 2006, "The Backbone of a City", *The European Physical Journal B*, vol 50, n. 1-2.

¹⁴ Porta e Latora, cit.

¹⁵ Freeman L.C., 1977, "A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness", *Social Networks*, n. 1.

¹⁶ Freeman L.C., 1979, "Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification", *Social Networks*, n. 1.

¹⁷ Giacché è dimostrato che la distanza topologica tra singoli nodi è molto limitata se comparata con la dimensione del network, da cui l'appellativo "small worlds".

¹⁸ Cutini V., Petri M. e Santucci A., "Mark Point Parameter Analysis (MaPPA): metodo Gis di analisi configurazionale", *VII conferenza nazionale degli utenti Esri*, aprile 2004, Roma.

Negli anni tali indici sono stati modificati in corso d'applicazione a diversi contesti settoriali, tra cui la pianificazione dei trasporti dove l'accessibilità d'un nodo è definita dalla sua proprietà d'essere raggiunto in breve dagli altri nodi (*CC*); quindi, molti altri nuovi indici di centralità sono stati poi introdotti rispetto a quelli già considerati, tra cui quello di efficienza (*Efficiency, CE*), di direttività (*Straightness, CS*) e d'informazione (*Information, CI*).

Nel seguito, consideriamo singolarmente gli indicatori di centralità, descritti schematicamente in relazione alla categoria d'appartenenza:

1 – Essere vicini agli altri: *CD* e *CC*

Centralità di grado (*Degree, CD*)
Centralità di vicinanza (*Closeness, CC*)

Esprime l'idea che i nodi siano tanto più importanti quanto maggiore risulti il numero d'archi che vi convergono, e viene stimata sommando appunto quanti archi convergono in quel nodo, il cui grado di centralità rappresenta una delle proprietà comuni riconosciute ai network complessi, determinato dal numero di connessioni che il nodo considerato intrattiene con gli altri nodi appartenenti al sistema, sulla base del concetto di percorso minimo.

2 – Essere tra gli altri: *CB*

Centralità di medietà (*Betweenness, CB*)

Esprime come l'interazione tra due nodi non adiacenti dipenda dai nodi intermedi, in grado di giocare un ruolo strategico di controllo e influenza sugli altri; la posizione centrale d'un nodo in un network è data dalla capacità d'influenzare e controllare gli altri nodi della rete.

3 – Essere raggiungibili linearmente dagli altri: *CS* e *CE*

Centralità di efficienza (*Efficiency, CE*)
Centralità di direttività (*Straightness, CS*)

Esprime quanto bene i nodi comunichino attraverso il network, ed è inversamente proporzionale alla lunghezza del percorso minimo che li connette; indica quanto i percorsi reali che connettono un nodo con tutti gli altri nodi della rete deviano dai percorsi lineari, e l'efficienza nella comunicazione tra due nodi è uguale all'inverso della lunghezza del percorso minimo tra quei nodi.

4 – Essere critici per gli altri: *CI*

Centralità di informazione (*Information, CI*)

Incorpora *CC* e *CB* ed esprime la perdita d'efficienza del network qualora vengano eliminati dal nodo gli archi incidenti, generando così l'incremento della lunghezza dei percorsi minimi.

In apertura di paragrafo è stata richiamata l'esistenza di due metodi/applicazioni delle *Network Analysis*, lo *Space Syntax* e il *Multiple Centrality Assessment*; in particolare, il primo è stato introdotto negli anni Ottanta da studi mirati a costruire un processo configurazionale «in cui il sistema urbano viene individuato come un'intima compenetrazione di pieni e di vuoti»¹⁹ attraverso il grado d'integrazione degli spazi convessi; tra l'altro, lo *Space Syntax* assume una relazione esplicita tra l'accessibilità topologica delle strade e i fenomeni della dinamica socio/economica urbana, e alcune critiche sul metodo – pri-

ma di giungere a formulare una nuova impostazione, poi sfociata nel *Multiple Centrality Assessment* – hanno sollecitato l’adeguamento degli aspetti deboli dello *Space Syntax*: una sua prima forma evolutiva è stata sperimentata presso il Casa (Center for Advanced Spatial Analysis) dell’University College of London sviluppando il nuovo strumento «*Axwoman*», orientato all’analisi configurazionale in ambiente Gis e tale da prevedere il passaggio dalle «*Linee assiali*», rappresentative delle direzioni interrotte di movimento e visibility, ai «*Punti caratteristici*» (*Mark points*) in cui cambia la percezione umana dello spazio urbano (intersezioni di strade, etc.: nient’altro, a ben vedere, che i nodi della rete); i valori di connettività s’intendono a tal proposito calcolati, rispetto a ogni elemento (punto), in relazione al numero di punti direttamente visibili o alle linee intersecanti.

Sebbene la *Space Syntax* non sia stato abbandonato come metodo operativo, per le criticità emerse e soprattutto per l’avvenuta intersezione con percorsi disciplinari differenti (relativi, in particolare, alla fisica dei sistemi complessi e alla sociologia strutturale), è stata sviluppata un’innovazione che generalizza, articola e supera la *Space Syntax*, vale a dire la *Multiple Centrality Assessment (Mca)*, configurata come applicazione di analisi urbana e spaziale fondata sulla scienza dei sistemi complessi a rete e rivolta alla pianificazione sostenibile.

Il concetto di centralità è nodale poiché evita il ricorso a qualunque «*processo di riduzione della complessità utilizzato dai geografi nella riduzione di scala di una mappa, costituito da un primo momento di unione dei segmenti stradali in un’unica entità e da una successiva selezione per importanza nella visualizzazione*»²⁰: la *Space Syntax* ricorre a una particolare procedura «*Axial Mapping*» che funziona come modello generalizzabile (in quanto due strade adiacenti sono unite nell’entità superiore “asse” se sono allineate in termini rettilinei), procedura in buona parte soggettiva che permette, tuttavia, di sfuggire all’effetto bordo prima ricordato; in tal senso, procedere con *Mca* risolve il problema alla radice poiché non si basa esclusivamente sulla «*Closeness*» ma, al contrario, risultano utilizzabili gli altri indici disponibili (possibilità offerta dal molteplice e non univoco approccio di *Mca* alla nozione di centralità).

È stato ricordato come un punto di forza di *Multiple Centrality Assessment* insista nelle differenti applicazioni di stima della centralità e, se ciò mostra che ai luoghi centrali corrispondono determinate attività, qui potenzialmente localizzabili, è altrettanto vero che il risultato muta radicalmente laddove si consideri lo stesso contesto territoriale a una scala diversa, per cui luoghi considerabili centrali potranno così ritenersi marginali: in alcune analisi urbane è emerso come luoghi centrali per «*Betweenness*» siano senz’altro più vocati a sostenere attività quali il piccolo commercio e i servizi di comunità ma anche a rappresentare i nuovi centri economico/sociali nei nuclei più antichi o altrove nelle città²¹. È in ogni modo assodato che ogni struttura urbana risulta caratterizzata da un «*ordine nascosto [...] organico ed evolutivo, lontanissimo da una geometria visibile di tipo euclideo*», che «*assicura al sistema storico tradizionale il miglior rapporto tra efficienza e costo*»²² e che fa intuire un valore predittivo del *Multiple Centrality Assessment* come supporto alle pratiche di piano soprattutto per individuare i siti di riqualificazione urbana²³.

²⁰ Cutini V., 2010, *La rivincita dello spazio urbano. L’approccio configurazionale allo studio e all’analisi dei centri abitati*, Plus Pisa University Press, Pisa.

²¹ Piani di governo del territorio di Buccinasco (Mi), 2007/2008; Como, 2008/2011; Seveso (Mb), 2010/2011; Barzio (Lc), 2010; Martinengo (Bg), 2010/2011; Robecco sul Naviglio (Mi), 2010/2011; Cremona (2011/2012); Rapporto ambientale della Vas del Pgt di Sondrio (2011).

²² Porta S. e Latora V., 2006, “Multiple Centrality Assessment. Centralità e ordine complesso nell’analisi spaziale e nel progetto urbano”, *Territorio*, n. 39; la ricerca di Porta e Latora ha chiarito aspetti essenziali della centralità spaziale e della sua distribuzione in network di strade urbane, mostrando come essa caratterizzi l’ordine che presiede alla forma della struttura urbana e come i tessuti di matrice storica presentino caratteri d’efficienza che li avvicinano ai sistemi «*Small Worlds*».

²³ Applicazioni di tal genere sono da almeno tre decenni il *core business* di due strutture, Space Syntax Ltd. e Intelligent Space Partnership Ltd., nate direttamente come spin-off di attività di ricerca interna ad ambiti universitari; se, in quest’ottica, si è trattato prevalentemente di *Multiple Centrality Assessment*, ciò non vuol dire che lo *Space Syntax* sia del tutto superato: diversi sono gli esperimenti recenti che hanno mostrato l’utilità dello strumento integrato alle nuove *releases* di strumenti Gis, tramite cui sono effettuabili ulteriori analisi spaziali integrando i dati provenienti dall’analisi configurazionale con altre informazioni: tramite *Visual Basic for Application*, comando interno agli oggetti di *ArcObjects*, con l’utilizzo dei dati territoriali sugli assi delle strade urbane e sugli edifici del centro esaminato; una particolare applicazione di *Space Syntax* è riportata in Lom-

È possibile così individuare *Multiple Centrality Assessment* come strumento d'esame di un'armatura urbana, e la valutazione di centralità consente di stimare i potenziali dei suoi spazi nell'attrarre i flussi pedonali, l'attenzione collettiva, le funzioni primarie e secondarie di tipo commerciale e di servizio, facendo produrre in ambiente Gis mappe dettagliate di centralità dei luoghi, facendo procedere oggi lo sviluppo delle corrispondenti applicazioni di campo in quattro direzioni:

- a) un primo approfondimento concerne le relazioni tra centralità e dinamiche localizzative urbane (esperimenti in tal senso hanno avuto luogo a Barcellona²⁴ e nel Regno Unito con «*City Form*»²⁵);
- b) un secondo filone riguarda l'evoluzione storica delle forme urbane, alla ricerca del ruolo delle centralità nello sviluppo dell'assetto spaziale (in tal direzione ci si muove nel nostro caso, esaminando le soglie storiche nell'evoluzione dell'armatura urbana e del reticolo infrastrutturale a Limbiate);
- c) un terzo punto è rappresentato dalla sperimentazione di *Multiple Centrality Assessment* per valutare quanto una porzione urbana sia centrale rispetto alla sua posizione locale (l'area studio) e globale (il network reale), senza dimenticare le funzioni distintive del tessuto socio/economico²⁶ della realtà comunale analizzata;
- d) infine, un ultimo sviluppo in atto concerne l'applicazione della «*modellistica convenzionale della simulazione dei trasporti e del traffico di diversi indici di centralità*»²⁷, derivandone una ponderazione del network più complessa rispetto alla semplice distanza metrica.

Diamo conto nel seguito delle definizioni operative dei possibili indicatori di *Multiple Centrality Assessment*, che verranno poi considerati nel caratterizzare l'assetto spaziale urbano limbiatese.

Betweenness Globale

La centralità di *Betweenness* misura quanto ogni arco è connesso al network storico originale, e quella d'un nodo s'ottiene calcolando quanti l'attraversano tra i percorsi più brevi che lo connettono a ogni altro nodo: ripetuta la stima per ogni nodo, la *Betweenness* dell'arco è la media di quella dei suoi due nodi iniziale e finale; in un sistema urbano, la *centralità di Betweenness* risulta in genere assai correlata alla localizzazione dei negozi e servizi, rappresentando una misura rilevante specie per le politiche di riqualificazione urbanistica dei quartieri, in quanto consente d'individuare le strade di maggior potenziale per l'assunzione del ruolo di "spine" dei quartieri, centri erogatori dei servizi di base e ordinatori dell'assetto urbanistico complessivo; in tali spazi dovrebbero concentrarsi le azioni di "*Traffic Calming*" o i progetti d'interazione sociale per sostenere la vitalità delle reti di piccolo commercio e d'erogazione di servizi.

Straightness Globale

La centralità di *Straightness* d'un nodo s'ottiene calcolando quanto il percorso minimo stradale, che collega quel nodo con ogni altro nodo, si discosta dal percorso virtuale topologico (per così dire, in linea d'aria): se esiste realmente un percorso rettilineo, la sua *Straightness* è = 1, al contrario è tra 0 e 1; l'interpretazione della misura è meno immediata della *Betweenness*, ma la *Straightness* cattura una

bardo S. and Petri M., 2007, "The simulation of spatial change: what relation between knowledge and modelling? A proposal and its application" in Albeverio S., Andrey D., Giordano P. and Vancheri A. (edited by), *The Dynamics of Complex Urban Systems. An Interdisciplinary Approach*, Physica-Verlag Heidelberg, New York, pp. 335-356; rispetto a tali esperienze di configurazione urbana, dalla mappa delle centralità è emerso come gli spazi a maggior grado di centralità siano quelli che gli psicologi gestaltici considerano "più aperti", ma risultano anche alcuni spazi nel centro cittadino a bassi valori di centralità: la difficoltà di raggiungere tali aree, accessibili tramite vicoli e strade strette, si presenta a livello sia di percezione gestaltica ("forme ostili") sia di calcolo vettoriale (basso grado di centralità).

²⁴ <http://www.bcnecologia.net/>

²⁵ <http://www.city-form.com/>

²⁶ Si ricorda che ogni spazio, da intendersi come realtà/sistema complesso, esprime propri caratteri e possibili elementi ricorrenti; ma, per far emergere le più caratteristiche correlazioni spaziali occorre effettuare un'esplorazione socio economica locale effettuata, in questo caso, partendo dall'analisi della banca dati Tarsu (Db del Servizio tributi, utilizzato per le riscossione della tassa dei rifiuti solidi urbani rispetto ai mq a ruolo delle utenze domestiche e non, ora in molte realtà comunali divenuta tassa di igiene ambientale), assumendo d'escludere le attività produttive e considerando invece tutte le attività commerciali e artigianali, il terziario avanzato e quello specializzato, le attività di servizio alla residenza e i luoghi di aggregazione.

²⁷ Porta e Latora, cit.

componente ritenuta rilevante dalla psicologia ambientale e dalle discipline cognitive, e i fenomeni connessi alla percezione e all'orientamento nei sistemi ambientali complessi fanno ritenere come luoghi con più *Straightness* siano più presenti e riconoscibili nelle mappe mentali degli utilizzatori come componenti dell'ossatura percettiva dello spazio.

Closeness Globale

La centralità di *Closeness* d'un nodo viene stimata calcolando la sua distanza da tutti gli altri nodi (misura globale) o da un sottoinsieme di nodi posti entro una distanza d da quel nodo (misura locale) rappresentando la misura più vicina all'accessibilità di tradizione trasportistica e geo/economica ma assumendo, nel nostro contesto analitico, un significato diverso: al variare della d , infatti, la *Closeness* individua i sistemi spaziali più compatti e interconnessi, quelli dove le opportunità territoriali si presentino più a portata di mano e facciano loro assumere, come componente nodale degli *Hot Spot* urbani, significato di rilievo nel piano consentendo di localizzare i nodi su cui articolare sia il network dei trasporti pubblici di linea sia il reticolo insediativo dei quartieri e distretti sia, infine, l'armatura dei servizi.

Minimum Spanning Tree

La nozione di *Mst* si traduce nella particolarità d'alcuni archi e nodi del grafo, caratterizzati per grado di *Betweenness* particolarmente elevato attestando il loro requisito particolare di strutturare l'intero grafo; un *Minimum Spanning Tree* è il più corto (quello con minore lunghezza globale dei lati) tra tutti i possibili sottogruppi di lati che non presentano cicli mantenendo, allo contempo, il sistema interamente connesso; il valore dell'indicatore può considerarsi come la versione minima del network originale, perché ne connette tutti i nodi col minor numero possibile di lati più corti, e la grandezza del *Minimum Spanning Tree* rappresenta il valore del grafo corrispondente agli archi minimi sul quale si struttura il network, quando sia in grado di controllare nel percorso minimo possibile gli spostamenti tra tutti i nodi della rete o, in altri termini, d'individuare gli archi minimi senza i quali l'intero grafo decade: il *Mst*, pertanto, esprime l'efficienza nella comunicazione tra i nodi del network spaziale.

2.2. Gli elementi di stima assunti per valutare le centralità del territorio

A partire dal grafo²⁸ limbiatese alla soglia del 2011 sono stati ritracciati gli archi interrompendo ognuno d'essi in corrispondenza d'ogni intersezione, come nella rappresentazione successiva con la rappresentazione degli assi viari (*archi*, in blu) e dei corrispondenti incroci (*nodi*, in verde, giallo, rosso) classificati per centralità di grado (*degree, CD*) espressiva del numero d'archi che vi convergono; poi è stata ricavata la matrice di connettività ottenendo uno strato informativo identico (dal punto di vista fisico) al network di input, col valore aggiunto d'aver associato a ogni arco del network la lunghezza reale e le coordinate (rispetto al sistema di riferimento assunto) del *TNode* e del *FNode*, come nella tabella seguente.

| OID | EDGE_ID | FNODE | X_FNODE | Y_FNODE | TNODE | X_TNODE | Y_TNODE | LENGTH |
|-----|---------|-------|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|------------|
| 0 | 1 | 747 | 511265.50764 | 5047640.7459 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 299.570748 |
| 1 | 2 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 745 | 511356.53014 | 5047881.19 | 100.848311 |
| 2 | 3 | 739 | 510735.16 | 5048044.37 | 746 | 511104.42014 | 5047944.2 | 522.819908 |
| 3 | 4 | 744 | 511205.85014 | 5047814.04 | 746 | 511104.42014 | 5047944.2 | 170.095656 |
| 4 | 5 | 746 | 511104.42014 | 5047944.2 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 85.330852 |
| 5 | 6 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 121.496936 |
| 6 | 7 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 741 | 511072.53 | 5048009.79 | 96.246498 |
| 7 | 8 | 741 | 511072.53 | 5048009.79 | 742 | 510945.79 | 5048023.76 | 127.507602 |
| 8 | 9 | 742 | 510945.79 | 5048023.76 | 737 | 510804.49 | 5048037.46 | 141.963203 |
| 9 | 10 | 737 | 510804.49 | 5048037.46 | 740 | 510746.87 | 5048043.2 | 57.905198 |
| 10 | 11 | 740 | 510746.87 | 5048043.2 | 739 | 510735.16 | 5048044.37 | 11.768305 |

²⁸ Consiste nell'elaborazione d'una matrice di connettività partendo dal trattamento degli archi e dei nodi del network reale.



Grafo stradale predisposto per l'analisi MCA, e corrispondenti intersezioni individuate con ET Geo Wizard

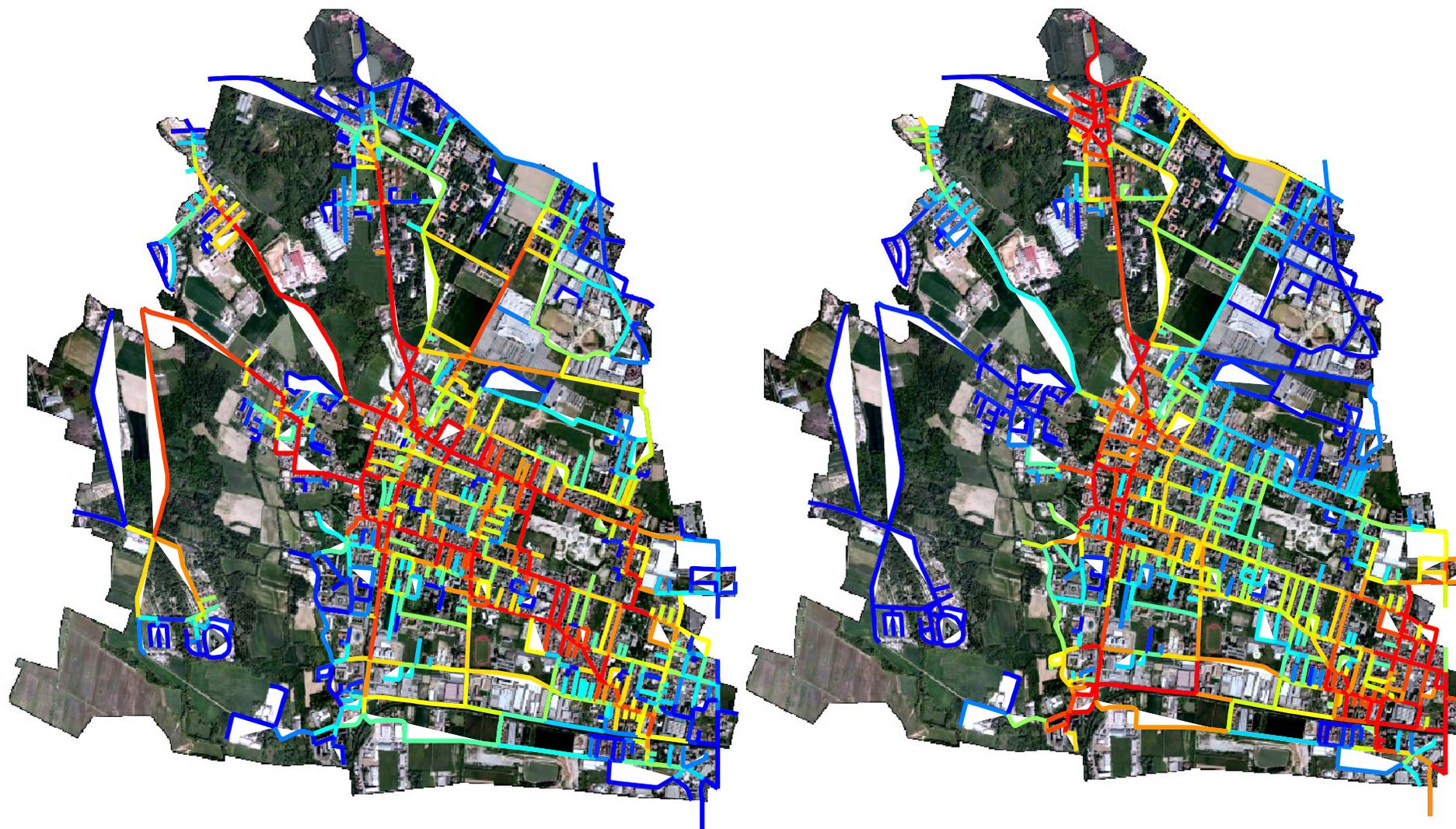
La matrice di connettività ottenuta è stata trattata con l'applicativo CLI²⁹ per calcolare la centralità dei nodi d'un network, risultato dal valore medio dei nodi estremi, elaborando le tabelle di sintesi: **1) Nodes Betweenness**; **2) Mst (Minimum Spanning Tree) Betweenness**; **3) Nodes Straightness**; **4) Nodes Global Closeness**; **5) cinque intervalli, 50 m, 100 m, 200 m, 500 m, 1000 m di Nodes Local Closeness**; si veda sotto uno stralcio della tabella attributi, dopo il *join* con gli esiti di questi indicatori:

| FID | Shape | EDGE_ID | FNODE | X_FNODE | Y_FNODE | TNODE | X_TNODE | Y_TNODE | LENGTH | Bet | MST | Straig | Clos | LC50 | LC100 | LC200 | LC500 | LC1000 |
|-----|----------|---------|-------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | Polyline | 1 | 747 | 511265.50764 | 5047640.7459 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 299.570748 | 250.331 | 0.002503 | 77081.4 | 31.9718 | 0 | 0 | 449.751 | 281.914 | 138.896 |
| 1 | Polyline | 2 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 745 | 511356.53014 | 5047881.19 | 100.848311 | 270.429 | 0.002704 | 78254.7 | 33.0893 | 0 | 0 | 945.545 | 284.906 | 146.76 |
| 2 | Polyline | 4 | 744 | 511205.85014 | 5047814.04 | 746 | 511104.42014 | 5047944.2 | 170.095656 | 133.869 | 0.001339 | 73979.4 | 32.9186 | 0 | 585.955 | 637.199 | 294.632 | 138.666 |
| 3 | Polyline | 5 | 746 | 511104.42014 | 5047944.2 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 85.330852 | 1031.29 | 0.010313 | 74927.4 | 34.3372 | 0 | 1136.68 | 764.85 | 326.35 | 149.605 |
| 4 | Polyline | 6 | 748 | 511273.19014 | 5047937.96 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 121.496936 | 1147.75 | 0.011478 | 76880.9 | 34.1664 | 0 | 550.729 | 871.355 | 308.542 | 151.577 |
| 5 | Polyline | 7 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 741 | 511072.53 | 5048009.79 | 96.246498 | 2042.67 | 0.020427 | 76682.6 | 35.4138 | 0 | 1070.23 | 754.95 | 316.672 | 156.838 |
| 6 | Polyline | 8 | 741 | 511072.53 | 5048009.79 | 742 | 510945.79 | 5048023.76 | 127.507602 | 2674.86 | 0.026749 | 77977.8 | 36.8263 | 2416.78 | 1408.61 | 765.072 | 308.807 | 165.902 |
| 7 | Polyline | 9 | 742 | 510945.79 | 5048023.76 | 737 | 510804.49 | 5048037.46 | 141.963203 | 1759.32 | 0.017593 | 75490.2 | 36.9366 | 2416.78 | 1672.94 | 792.674 | 320.681 | 165.385 |
| 8 | Polyline | 11 | 740 | 510746.87 | 5048043.2 | 739 | 510735.16 | 5048044.37 | 11.768305 | 532.425 | 0.005324 | 70833.3 | 36.3752 | 8497.4 | 1809.6 | 928.459 | 387.936 | 155.366 |
| 9 | Polyline | 12 | 742 | 510945.79 | 5048023.76 | 738 | 510946.354432 | 5048044.44096 | 20.688663 | 3284.09 | 0.032841 | 78996.9 | 37.7996 | 3925.17 | 1867.26 | 899.292 | 303.027 | 172.52 |
| 10 | Polyline | 13 | 738 | 510946.354432 | 5048044.44096 | 735 | 510986.169094 | 5048040.13276 | 40.047071 | 1754.47 | 0.017545 | 78342.7 | 37.6536 | 2756.92 | 1813.63 | 917.978 | 295.398 | 170.816 |
| 11 | Polyline | 14 | 739 | 510735.16 | 5048044.37 | 736 | 510651.54 | 5048055.35 | 84.340436 | 707.387 | 0.007074 | 70260.2 | 36.5282 | 5521.12 | 1587.41 | 908.675 | 380.482 | 151.679 |
| 12 | Polyline | 15 | 736 | 510651.54 | 5048055.35 | 733 | 510612.45 | 5048059.36 | 39.295142 | 1057.85 | 0.010578 | 69674.5 | 36.7504 | 2544.84 | 1955.03 | 799.505 | 358.991 | 148.046 |
| 13 | Polyline | 16 | 738 | 510946.354432 | 5048044.44096 | 734 | 510948.98 | 5048083.04 | 38.708145 | 3756.58 | 0.037566 | 78922 | 38.1972 | 3084.85 | 1835.58 | 959.725 | 305.944 | 175.031 |
| 14 | Polyline | 17 | 734 | 510948.98 | 5048083.04 | 732 | 511002.4604 | 5048075.7 | 53.999647 | 2002.11 | 0.020021 | 78163.4 | 38.0675 | 1576.46 | 1522.82 | 923.589 | 297.247 | 172.641 |
| 15 | Polyline | 18 | 730 | 511292.17 | 5048085.73 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 161.640825 | 897.423 | 0.008974 | 73942.4 | 33.9112 | 0 | 550.729 | 730.931 | 298.484 | 146.599 |
| 16 | Polyline | 19 | 734 | 510948.98 | 5048083.04 | 729 | 510949.07 | 5048107.58 | 24.725155 | 4757.19 | 0.047572 | 78896.1 | 38.6318 | 3598.69 | 1637.28 | 946.806 | 313.927 | 179.427 |
| 17 | Polyline | 20 | 743 | 511168.10948 | 5047998.4851 | 731 | 511157.3596 | 5048122.2461 | 128.258883 | 897.423 | 0.008974 | 71955.8 | 34.0944 | 0 | 550.729 | 811.44 | 306.615 | 147.681 |
| 18 | Polyline | 21 | 715 | 509129.06014 | 5048125.17 | 728 | 509195.18964 | 5048015.9142 | 157.140326 | 133.869 | 0.001339 | 76428.1 | 37.7164 | 0 | 929.322 | 712.104 | 302.218 | 166.28 |
| 19 | Polyline | 23 | 733 | 510612.45 | 5048059.36 | 725 | 510081.08 | 5048128.58 | 535.881284 | 1337.43 | 0.013374 | 72463.7 | 39.2317 | 1272.42 | 1272.42 | 655.114 | 318.222 | 134.196 |
| 20 | Polyline | 24 | 723 | 511089.89 | 5048129.66 | 741 | 511072.53 | 5048009.79 | 121.282549 | 1145.24 | 0.011452 | 72646.7 | 35.2393 | 0 | 519.499 | 745.607 | 295.212 | 153.917 |
| 21 | Polyline | 25 | 729 | 510949.07 | 5048107.58 | 721 | 510865.5 | 5048153.26 | 112.649761 | 3282.12 | 0.032821 | 74836.9 | 38.0287 | 3037.21 | 1576.46 | 799.698 | 311.357 | 173.942 |

²⁹ Shell in ambiente Dos che restituisce in output dieci files *.txt di analisi.

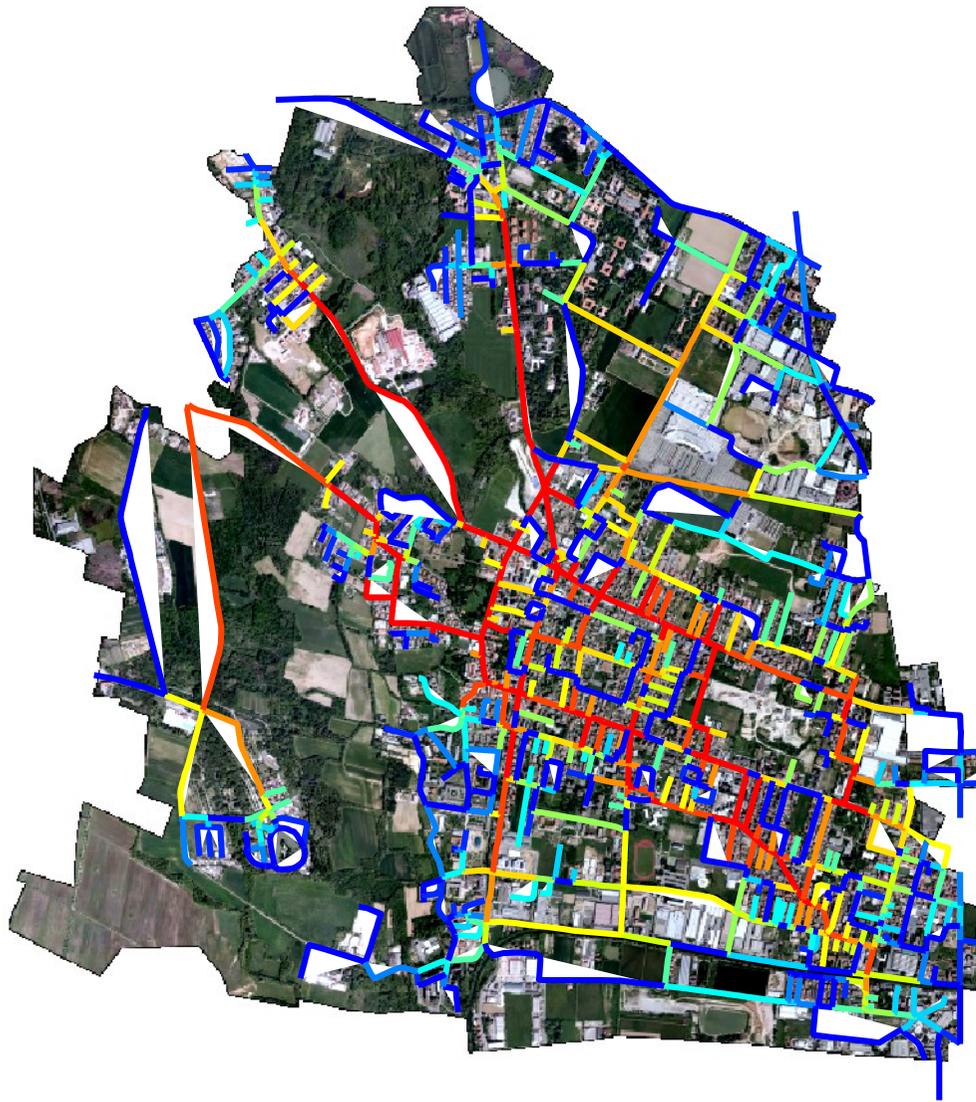


Ogni indice di centralità viene rappresentato su base ortofoto; nel seguito la rappresentazione delle misure prodotte, network aggiornato al 2011.

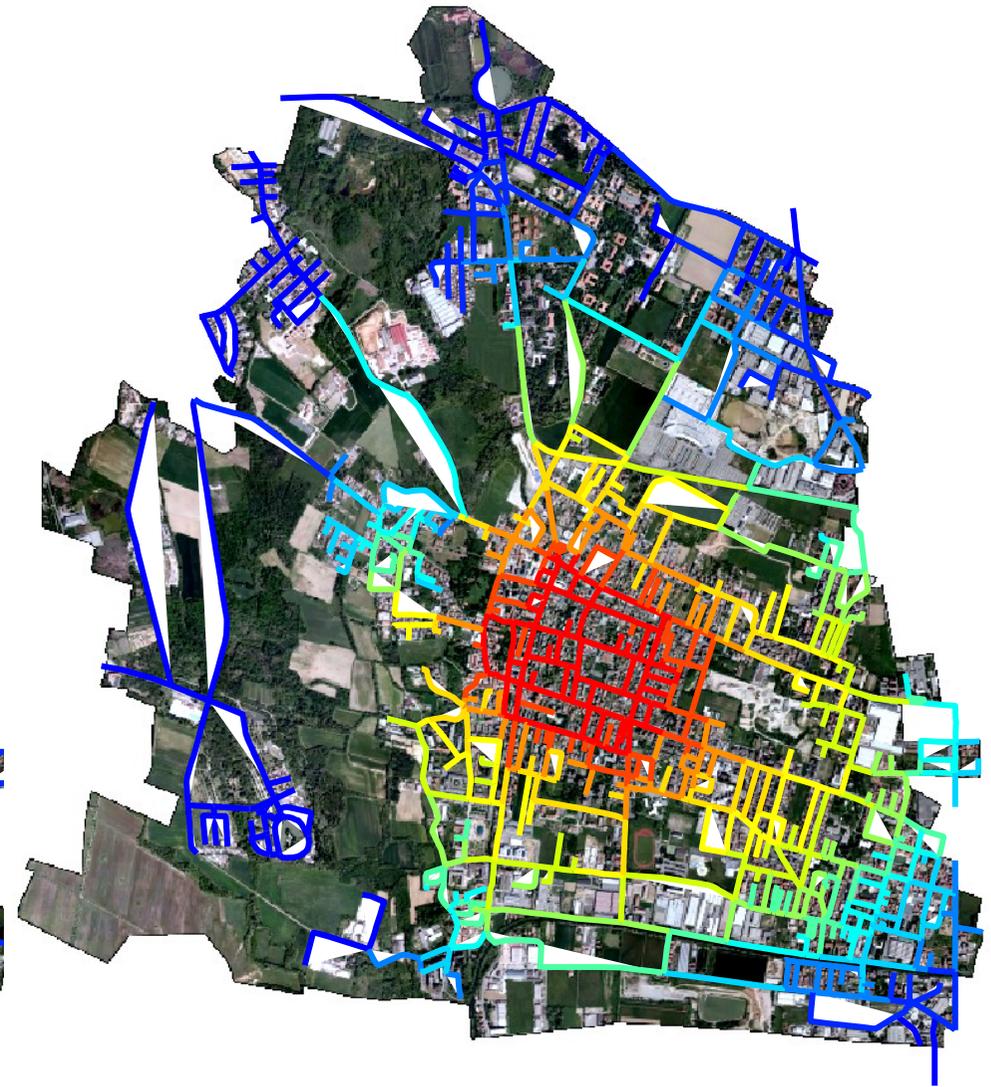


Betweenness (classificazione in quantili, 15 classi)

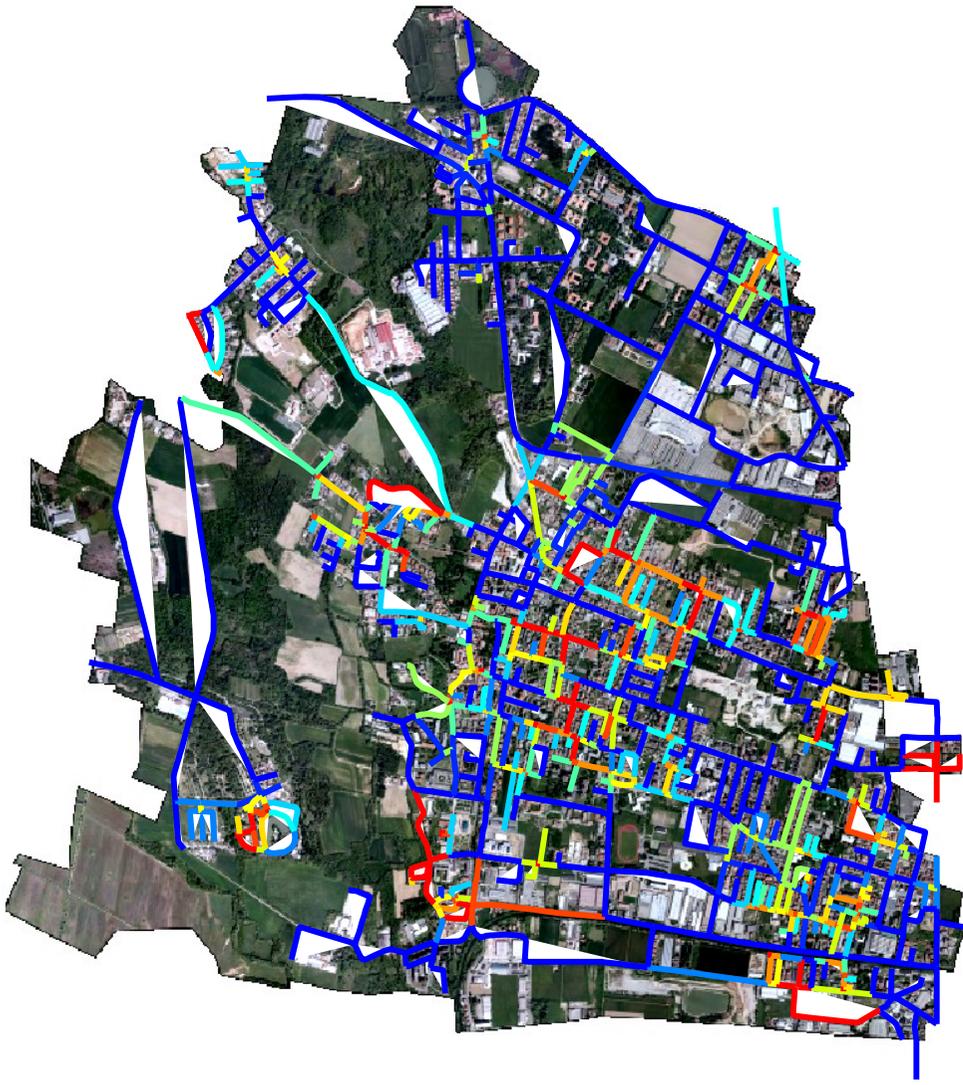
Straightness (classificazione in quantili, 15 classi)



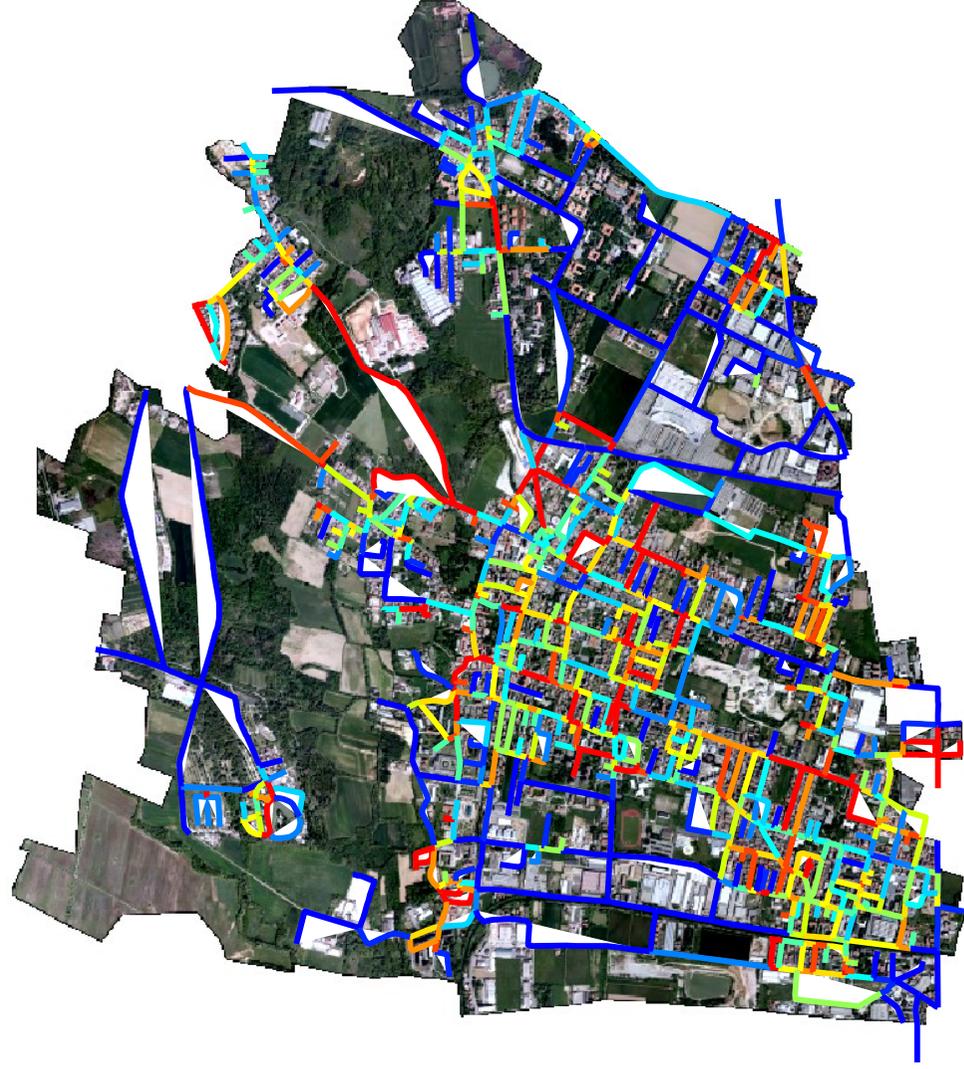
Mst (Minimum Spanning Tree), 15 classi quantile



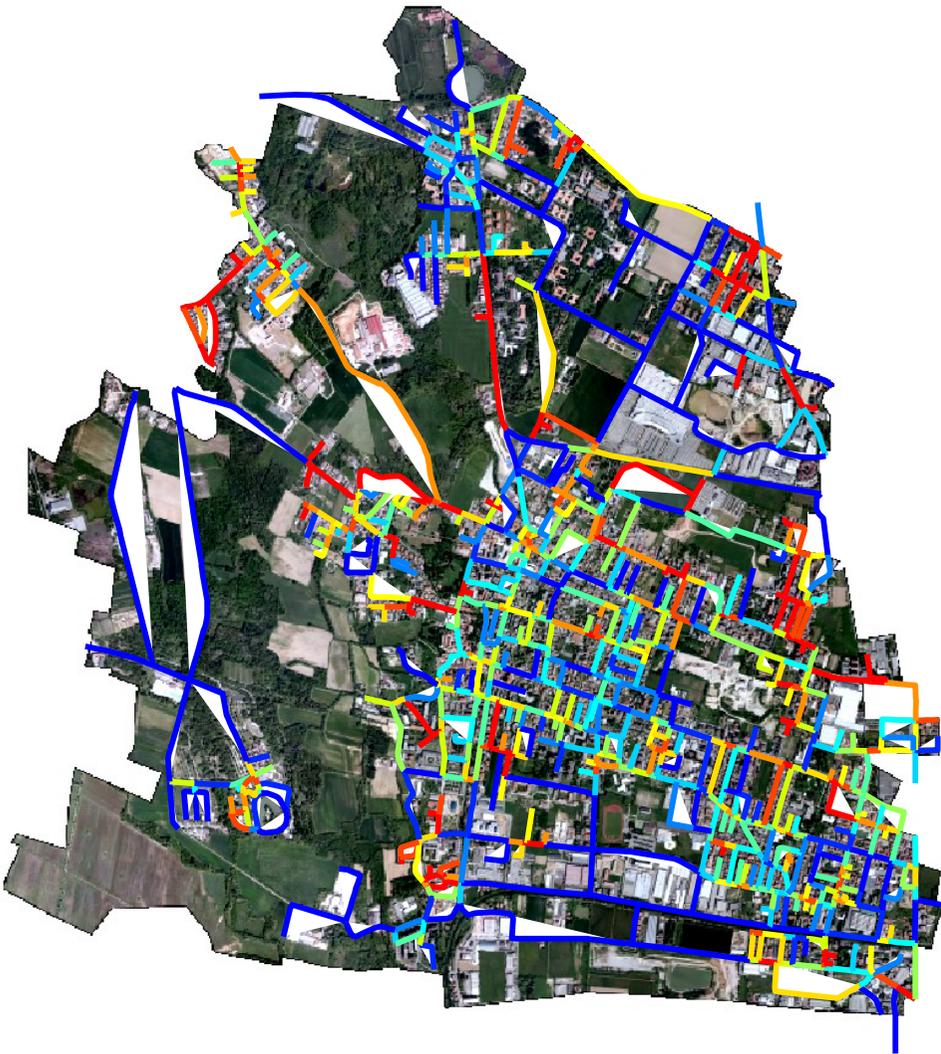
Global Closeness (classificazione in quantili, 15 classi)



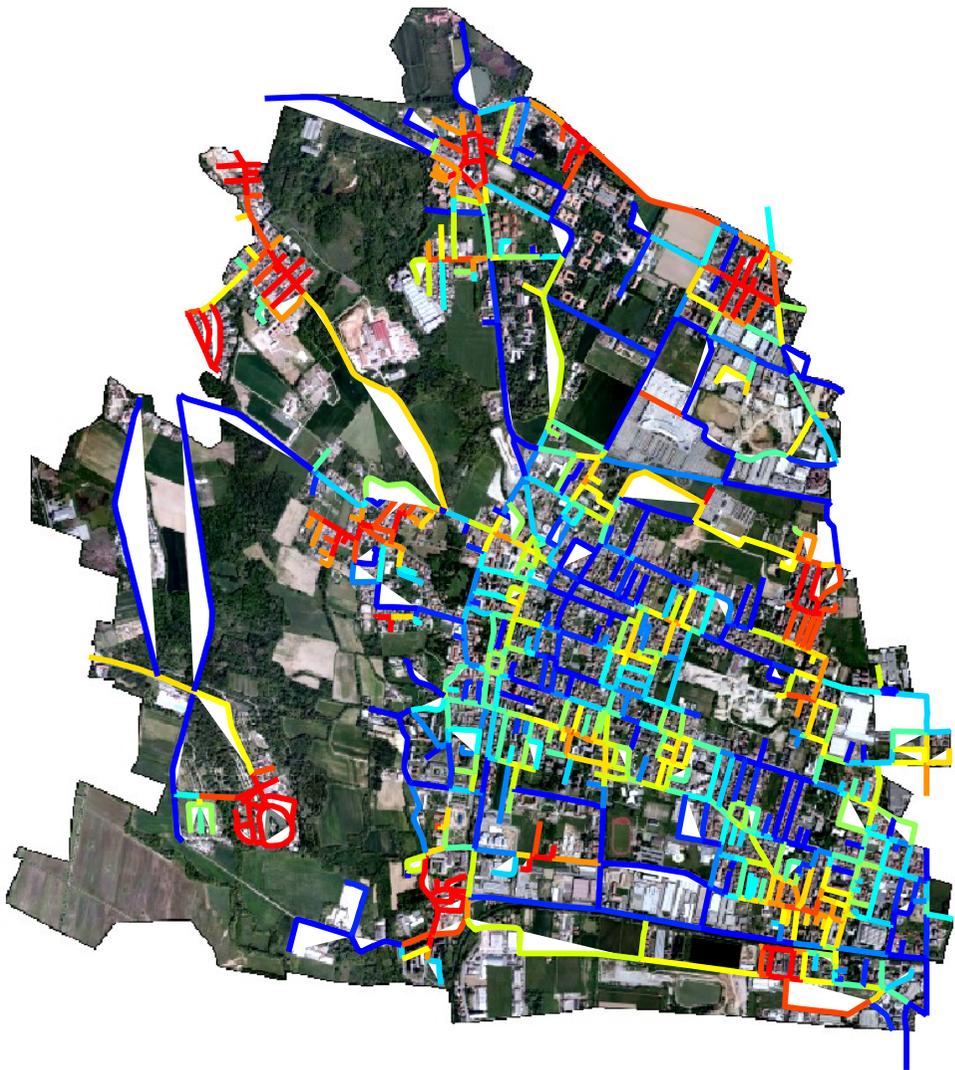
Local Closeness 50 m



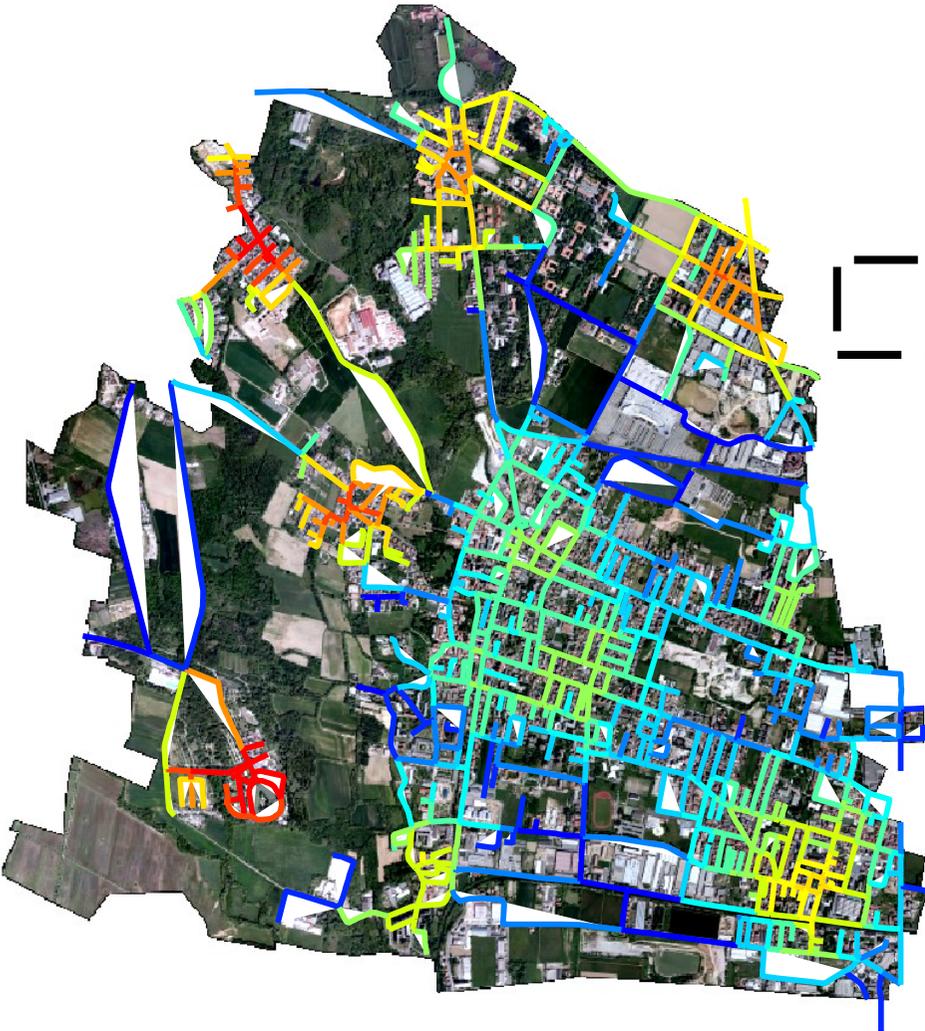
Local Closeness 100 m



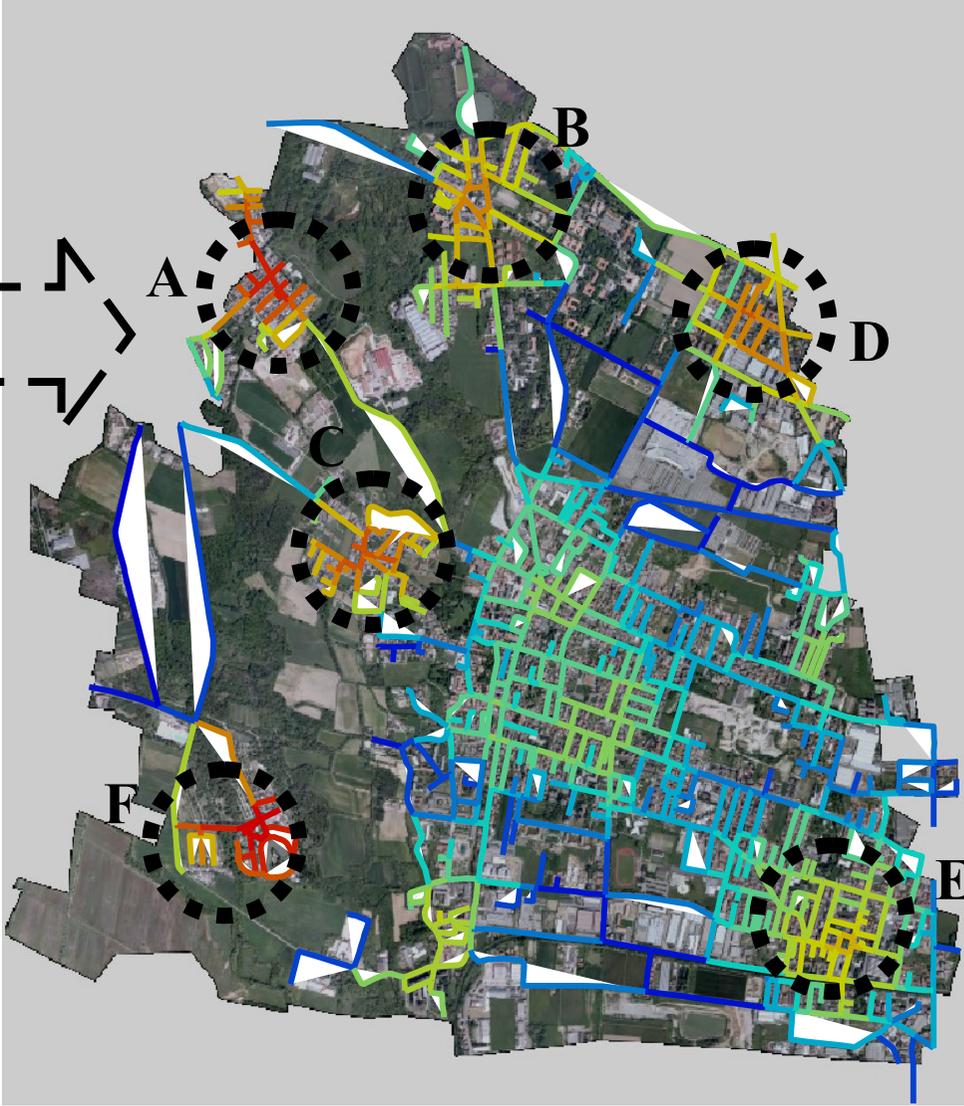
Local Closeness 200 m



Local Closeness 500 m



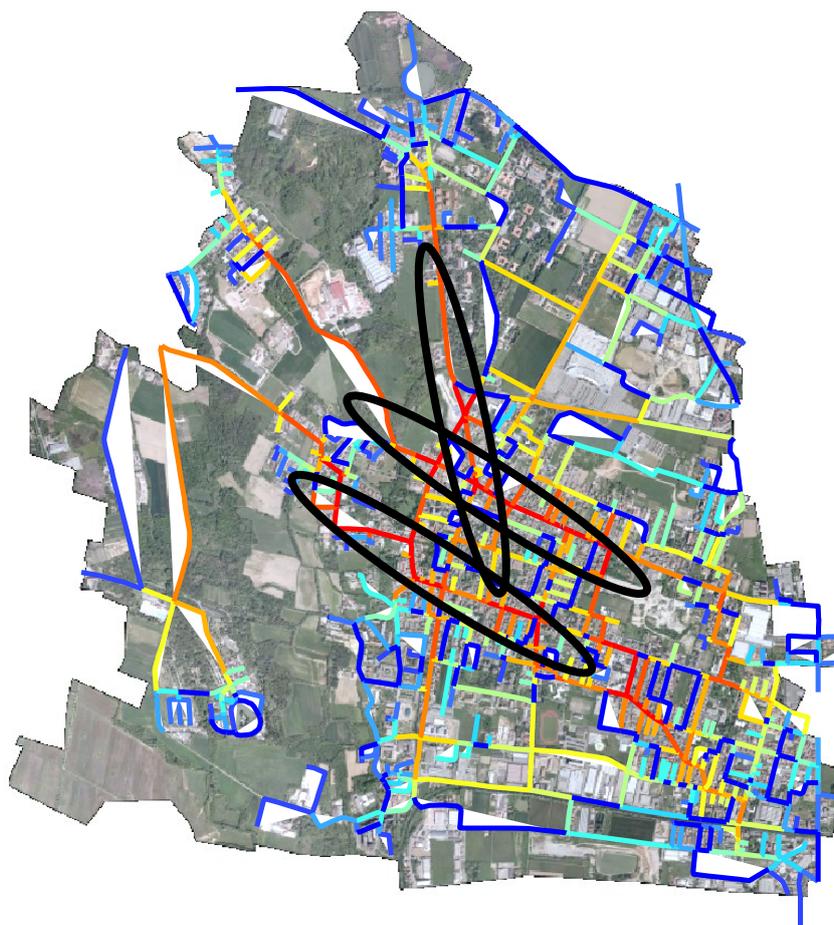
Local Closeness 1000 m



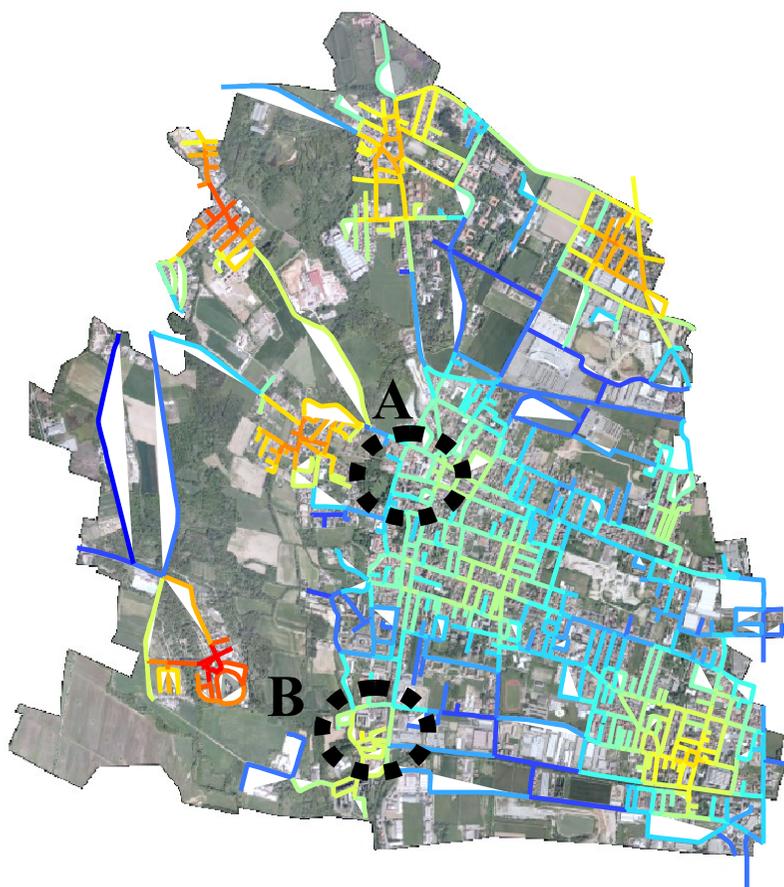
Schema esplicativo delle centralità evidenziate

2.3. L'assenza d'una centralità principale: le caratteristiche della policentralità limbiatese

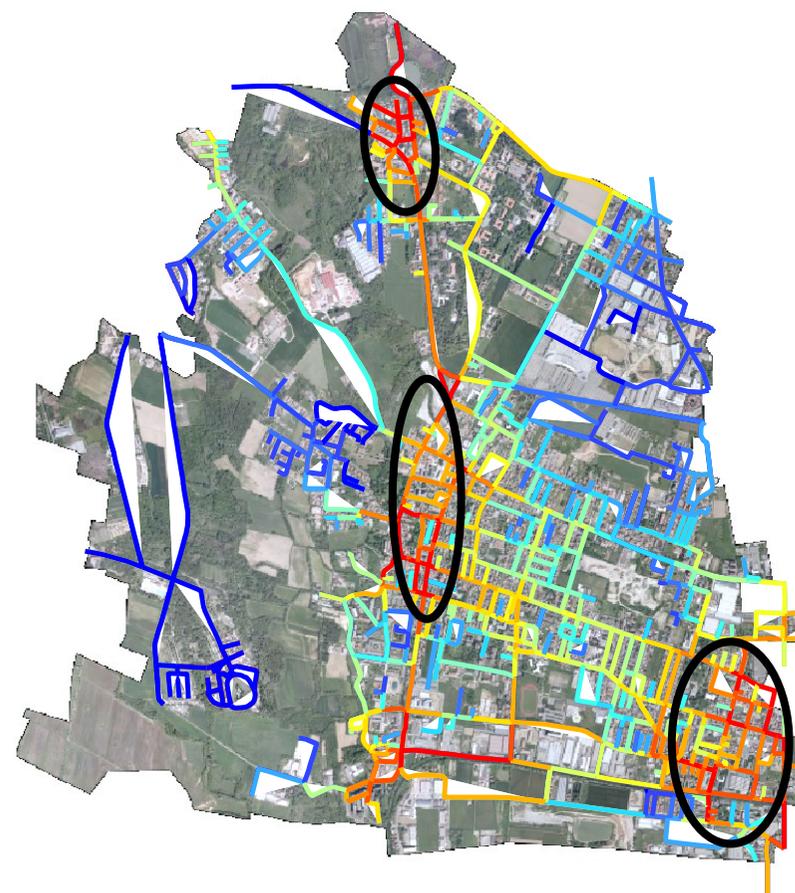
Gli approfondimenti, effettuati per individuare le centralità presenti nel territorio limbiatese, non ne hanno evidenziato alcuna in grado d'assumere ruoli preminenti nel tessuto storico ma, al contrario, hanno fatto emergere un insieme di centralità di corona identificate dall'applicazione di *Mca Closeness* all'esterno dell'aggregato centrale d'abitazioni monofamiliari; trova perciò conferma tramite *Multiple Centrality Assessment* la presenza in Limbiate di quartieri – satellite quali Risorgimento, Villaggio dei Giovi, Pinzano (il più antico per formazione), Monbello – Fiori, nati dall'urbanizzazione degli anni Cinquanta e Sessanta che hanno condotto questo comune dall'originario nucleo rurale all'odierno insieme, in verità del tutto pulviscolare ed eterogeneo, d'elementi edilizi; si tratta d'un risultato analitico apprezzabile applicando il package *Local Closeness* al dettaglio 500 e 1000 m dove, nei colori caldi dello spettro cromatico (la classificazione è in quantili, suddivisi in 15 classi), ricadono le centralità della corona dei satelliti mentre, all'ulteriore dettaglio 50, 100 e 200 m, le medesime conclusioni non sono raggiungibili: infatti, in quest'ultimo caso il risultato appare assai disomogeneo e frammentato anche se, nonostante non s'individui il nucleo storico come importante centralità odierna (a differenza dell'assetto ottocentesco), emerge il ruolo assunto da alcuni quartieri nel tempo; inoltre, va sottolineato come il *Mst* (*Minimum Spanning Tree*) evidenzi tre differenti direttrici nord – sud, particolarmente significative poiché attraversano il nucleo originario di Limbiate; inoltre il package *Straightness* evidenzia come portante l'asse nord – sud (sempre attraverso colori caldi) sulla base d'una classificazione in quantili delle attuali via Dante e viale Lombardia, longitudinali alla struttura comunale, e del Villaggio dei Giovi, determinante nell'assetto viabilistico di Limbiate.



Attraverso il Mst è possibile riconoscere le due maggiori direttrici, presenti all'interno del tessuto urbano



Nella Straightness (classificazione in quantili, 15 classi), visibile nella prima rappresentazione, risulta ben evidenziato l'asse verticale e il quartiere del Villaggio dei Giovi.



Nella seconda mappa si veda come Limbiate Centro e Pinzano, i due nuclei storici originari, non vengono evidenziati dall'analisi Minimum Spanning Tree: solo l'antico nucleo di Pinzano presenta un colore lievemente più caldo, mentre vengono evidenziati chiaramente i quartieri satellite.

2.4. L'assenza di centralità esclusive: uno stimolo per approfondire l'analisi dei tessuti attraverso il grafo storico

L'obiettivo dell'analisi *Minimum Spanning Tree* era quello d'identificare in termini espliciti i sedimi storici della città di Limbiate (come ha in parte evidenziato l'applicazione *Straightness*), e quanto è emerso ha confermato l'ipotesi secondo cui Limbiate rappresenta un organismo urbano composito, espanso seguendo diverse direttrici affermatesi nel tempo e divenendo centralità separate dal nucleo originario: infatti, dell'antico villaggio rimane ben poco e quello che, un tempo, rappresentava il nucleo sostanziale della storica Limbiate (case a corte, negozi, depositi della produzione agricola), oggi si trova all'estrema periferia occidentale dell'edificato, alle porte della brughiera, nei pressi del principale asse di attraversamento nord – sud della città comprendente le vie Trento, Mazzini e Dante; gli abitanti per la quasi totalità risiedono oggi nelle espansioni (i nuovi quartieri satellite), lasciando spazio nel nucleo originario alle comunità asiatiche e africane che lì, grazie ai prezzi non elevati degli affitti, riescono a vivere con sufficiente dignità, ma più o meno consapevoli dell'originaria genesi urbana: a testimonianza di ciò del Garbogera, il limite naturale che segnava il confine tra le brughiere e la pianura inferiore, ormai s'è persa memoria da quando è stato interrato, e sul suo antico alveo oggi è presente una pista ciclopedonale degradata.

L'identificazione d'un (del) centro storico non è quindi ascrivibile alla mera individuazione d'un insieme d'edifici storici che hanno via via perso d'importanza diventando paradossalmente una periferia "datata" e, in questo caso, per identificare il valore della storia urbana senza materialmente avvalersi della cartografia storica è stato scelto d'applicare l'analisi *Minimum Spanning Tree (Mst)* su una serie di grafi evolutivi dell'insediamento a partire dal 1721, opportunamente digitalizzati per soglie rappresentative dei dati storici applicando i criteri richiesti dall'applicazione software³⁰.

Nelle rappresentazioni seguenti tali soglie sono state organizzate secondo il criterio cronologico, digitalizzando innanzitutto la viabilità a partire dalla base cartografica di riferimento da cui è stato tratto il grafo originario e, quindi, rintracciando gli archi della trama stradale esistente, per soglie storiche successive, opportunamente interrotti in corrispondenza d'ogni intersezione ed evitando qualunque ridondanza d'area; poi, tramite le routines in ambiente Gis per valutare la bontà del network, è stata ricavata la matrice di connettività³¹ assegnando come output uno strato informativo identico (dal punto di vista fisico) al network di input, col valore aggiunto d'aver associato a ogni suo arco la lunghezza reale e le coordinate del *TNode* e del *FNode* del sistema di riferimento assunto.

La matrice di connettività, così ottenuta, è stata poi trattata con l'applicativo CLI (*Shell* in ambiente Dos, tale da restituire in output dieci files *.txt) per ottenere i valori di **1) Nodes Betweenness; 2) Mst Betweenness; 3) Nodes Straightness; 4) Nodes Global Closeness; 5)** quattro intervalli a 50, 100, 200, 500 m di *Nodes Local Closeness* per i grafi fino al 1888 e cinque intervalli a 50, 100, 200, 500 e 1000 m per i grafi dei periodi successivi, sulla base d'una scelta guidata dalla dimensione intrinseca d'ogni grafo: infatti, i grafi più datati spesso non raggiungono che poche centinaia di metri, e aggiungere un ulteriore intervallo superiore all'estensione complessiva del grafo sarebbe risultato vano.

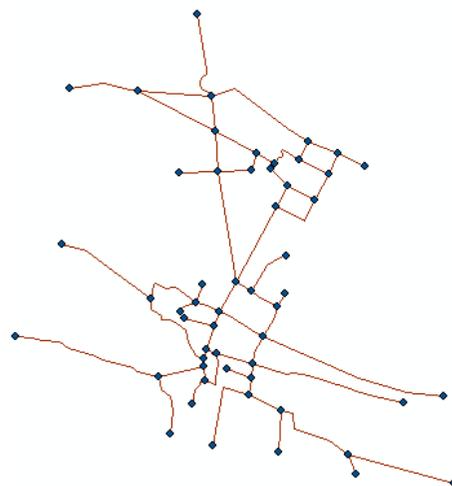
Inoltre va sottolineato che, per mantenere le medesime caratteristiche dei grafi storici anche in quelli delle epoche via via più recenti, è stato utilizzato il grafo di base più antico con l'aggiunta delle integrazioni di nuova viabilità apportate da ogni soglia storica per l'espansione urbana, specie verso levante (e lì dove possibile giacché, sovente, la diversità della base cartografica non l'ha permesso come, per esempio, nel passaggio dal 1721 al 1888).

Le soglie storiche considerate iniziano con quella più datata, risalente al Catasto Teresiano del 1721, per arrivare a quella più recente della soglia Igm 1980: onde non generare ridondanze è stato deciso d'arrestarsi a tale soglia non risultando, le integrazioni successive, di rilevanza tale da modificarne il risultato finale.

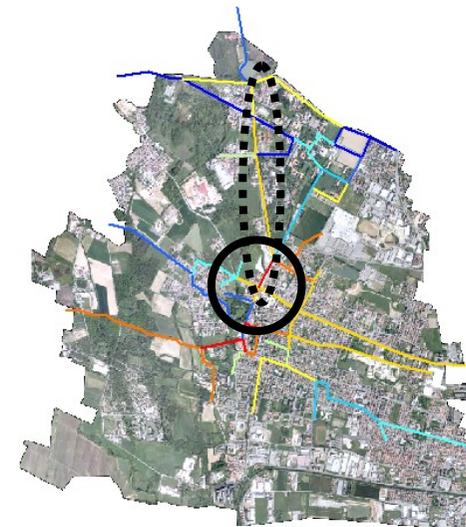
³⁰ Per approfondire le modalità analitiche si veda il precedente par. 1.2 (*La ricostruzione del processo evolutivo storico*, p. 73).

Cartografia storica di riferimento

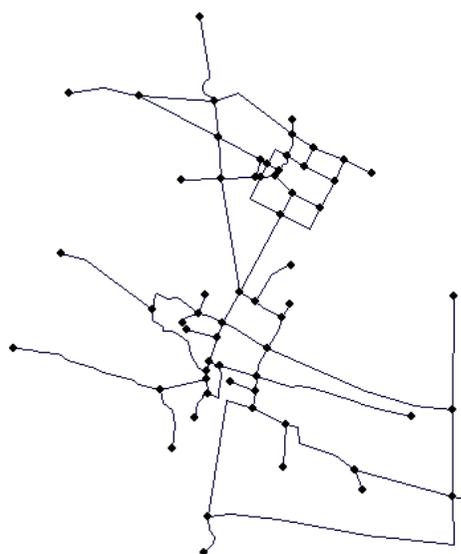
1850 Catasto Lombardo Veneto

**Il grafo stradale ottenuto****Il risultato della Mca (Beetwennes, 9 classi quantile)**

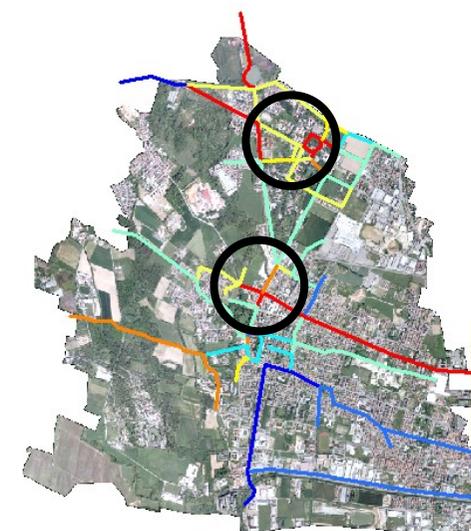
Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate



1888 Igm

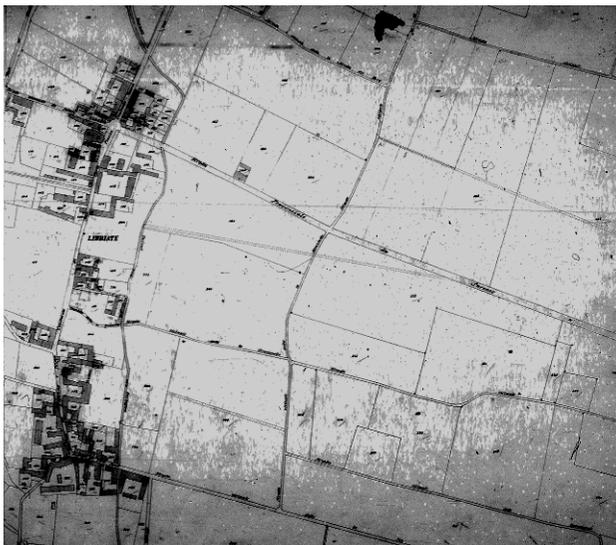
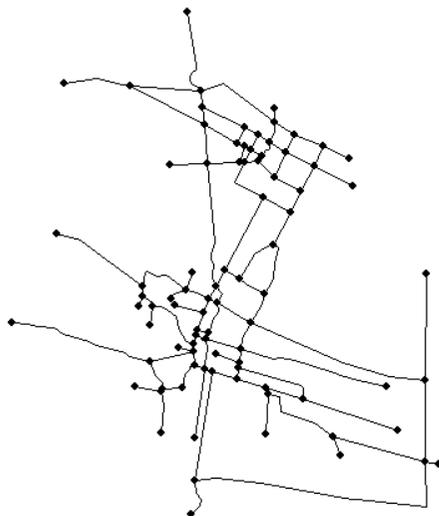


Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate

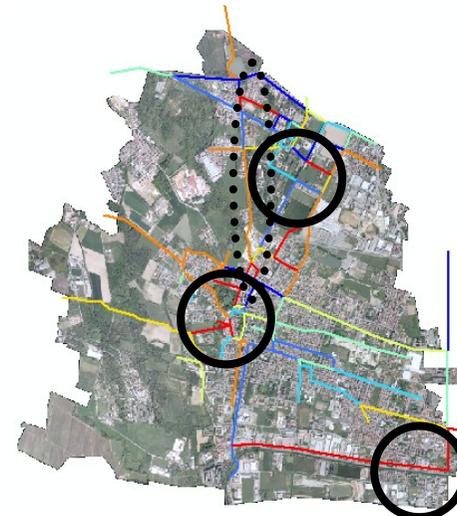


Cartografia storica di riferimento

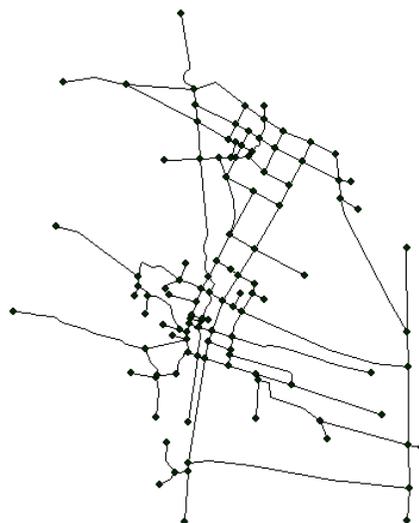
1897 Cessato Catasto

**Il grafo stradale ottenuto****Il risultato della Mca (Beetwennes, 9 classi quantile)**

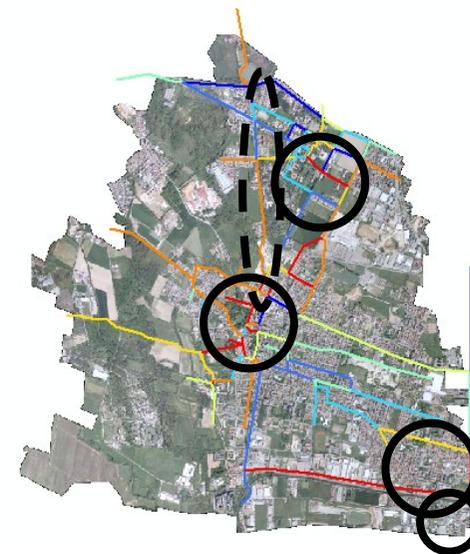
Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate



Igm 1937

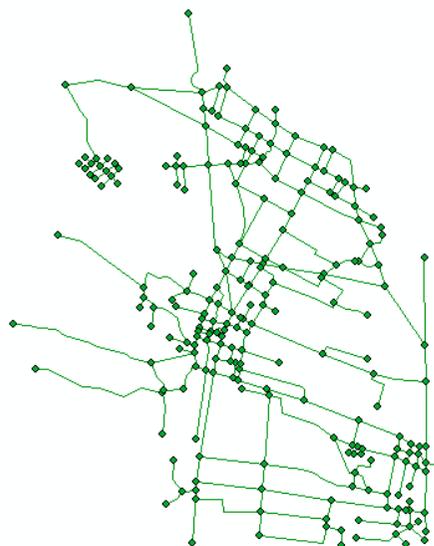


Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate

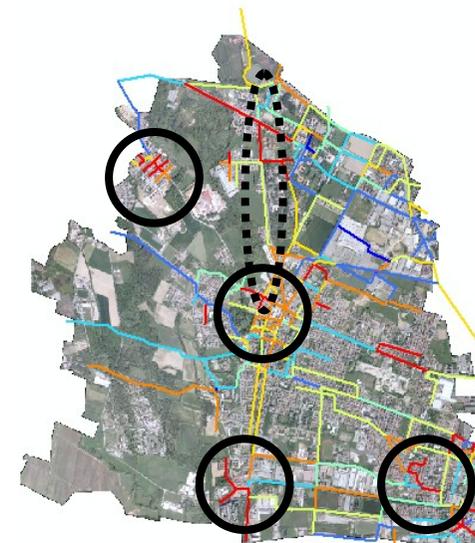


Cartografia storica di riferimento

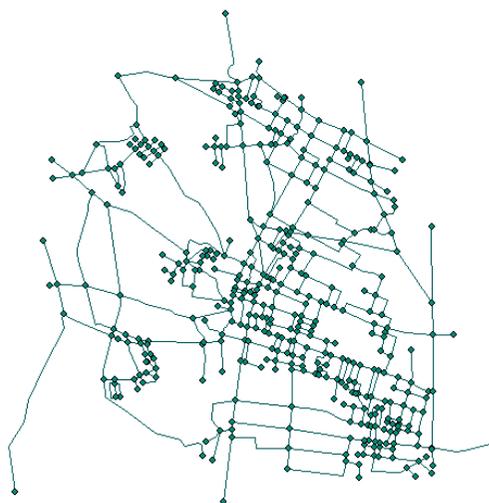
1956 Catasto

**Il grafo stradale ottenuto****Il risultato della Mca (Beetwennes, 9 classi quantile)**

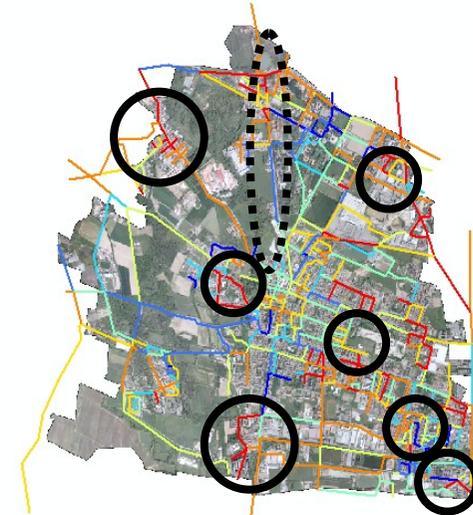
Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate



1980 Ctr



Nei cerchi neri sono evidenziate le centralità individuate



2.5. Tracciati storici parzialmente riconoscibili: un motivo per ricostruire le relazioni

In un sistema urbano, la *centralità di Betweenness* risulta in genere assai correlata alla localizzazione dei negozi e servizi ed essendo, il centro storico lombardo, strettamente innervato da tutte le sue funzioni commerciali implicitamente ne deriva una sua buona vivacità; perciò, quest'ultima misura stima quanto ogni singolo arco sia connesso al network storico originale restituendo, quindi, una preliminare localizzazione del cardine primigenio delle attività, vale a dire l'antico nucleo storico³².

È di qualche interesse constatare come dal nucleo di primissima fondazione nel XIV secolo fino ai primi decenni del Novecento la maglia insediativa e la struttura morfologica dell'abitato siano rimaste pressoché invariate, con una configurazione lineare, lungo l'asse del torrente Garbogera e lungo una viabilità principale che taglia perpendicolarmente l'abitato da nord a sud; solo successivamente, a partire dalla realizzazione dell'ospedale psichiatrico del Mombello, presente in cartografia a partire da quella del 1937, la geografia delle centralità muta e proprio tale ospedale si comporta come una realtà a se stante, intrusiva, non contestualizzata, senz'altro rientrante nei confini amministrativi limbiatesi ma con propria piena autonomia anche nel personale amministrativo, medico/infermieristico e degente che forma una comunità autocentrata, assolutamente da sottovalutarsi proprio per le sue dimensioni notevoli, rilevanti per dimensioni e relazioni quanto un nucleo storico.

A partire dalla seconda metà del Novecento (sulla base d'un cambiamento apprezzabile già nelle rappresentazioni catastali del 1956) ha inizio l'espansione verso levante: insediamenti informali, autocostruiti coi materiali provenienti dalle cave, fanno la loro comparsa ed ecco che ancora una volta le centralità mutano e l'antico nucleo storico passa in secondo piano per lasciare spazio a qualcosa di diverso e di nuovo: piccoli quartieri satellite, autonomi, con servizi alla persona e commerciali al loro interno; e le centralità diventano in tal periodo sempre più numerose ed eterogenee sull'intero territorio comunale, come mostra la carta Igm 1980 e le corrispondenti misure di centralità stimata; significativo poi il ricorrere, in tutte le rappresentazioni reperite, l'asse nord - sud che taglia in due Limbiate.

Un ulteriore approfondimento, per individuare i punti nodali e le centralità presenti nei diversi periodi storici, investe la verifica - attraverso l'utilizzo delle *Kernel Densities* - sulle misure di *Betweenness*, operazione necessaria in quanto le dinamiche spaziali non posseggono natura binaria (c'è/non c'è) né procedono "a salti", e l'applicazione geostatistica di *Kernel Density*³³ ne stima la gradualità disaggregando un'area studio in celle di lato noto muovendo, nell'analisi, dall'ambiente continuo a quello discreto; perciò, per ogni cella, vengono "contati" gli eventi disponibili entro una distanza h stabilita assegnando maggiore importanza a quelli più vicini alla cella, e calcolandone così la densità.

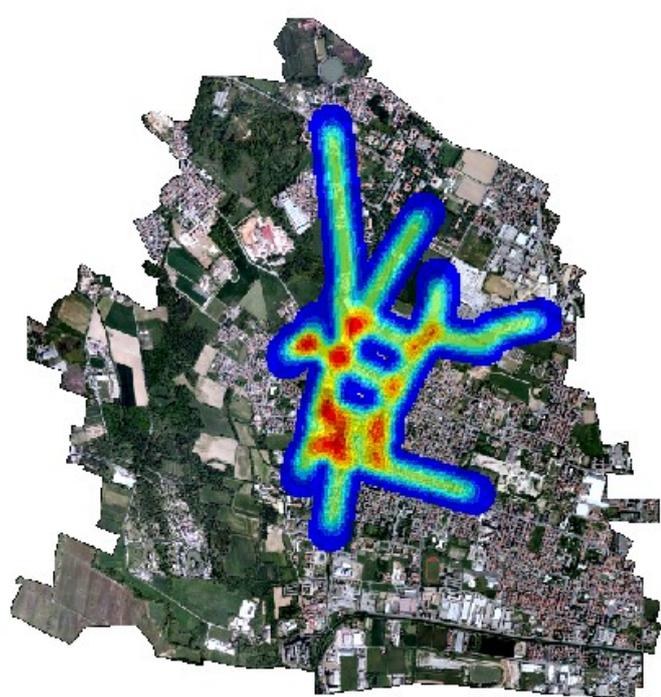
Nel caso in questione, gli archi stradali vengono pesati secondo la loro centralità di *Betweenness* col triplice risultato:

- i) per un verso, d'ottenere rappresentazioni più accurate e incisive nella distribuzione spaziale delle caratteristiche analizzate;
- ii) per l'altro, di stimare la correlazione statistica tra le variabili rispetto allo spazio discreto analizzato nello spazio comunale;
- iii) e, infine, di stimare l'esito della misura di densità determinando così quanto, all'aumentare d'una variabile, aumenti anche l'altra.

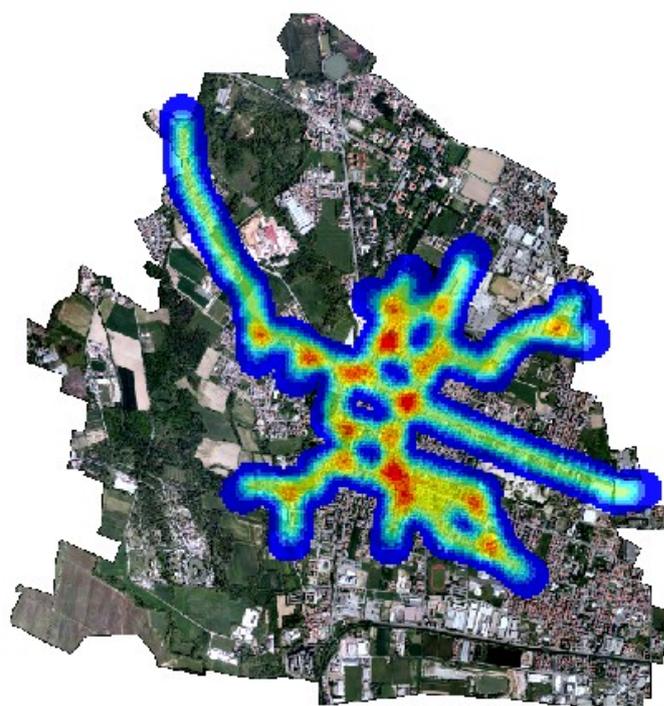
Vengono di conseguenza rappresentate in rosso le celle espressive di maggior centralità fino a raggiungere il blu, sicché la gradazione cromatica assumerà toni più freddi al diminuire della densità.

³² Si ricorda che, nelle rappresentazioni successive, i colori caldi rappresentano una maggiore centralità contrariamente ai colori freddi.

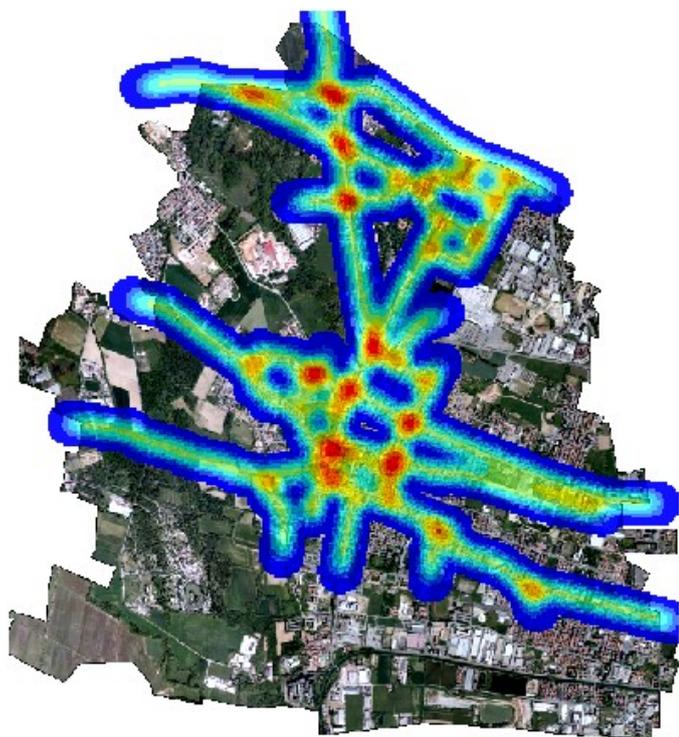
³³ Si tratta d'una funzione d'analisi spaziale, presente nell'estensione *Spatial Analyst* di *ArcGis*, per rappresentare mappe di densità basandosi sull'algoritmo di Kernel (*Quadratic Kernel Function*, descritta da Silverman, 1986) il cui esito esprime una superficie di forma circolare, uniformemente distribuita, dal valore maggiore in corrispondenza del punto e progressivamente decrescente all'aumentare della distanza da quel punto, fino a raggiungere il valore nullo alla distanza corrispondente al raggio d'indagine assegnato; la *Density* d'ogni cella viene calcolata sommando i valori di tutte le superfici che interessano il suo centro.



1721



1836



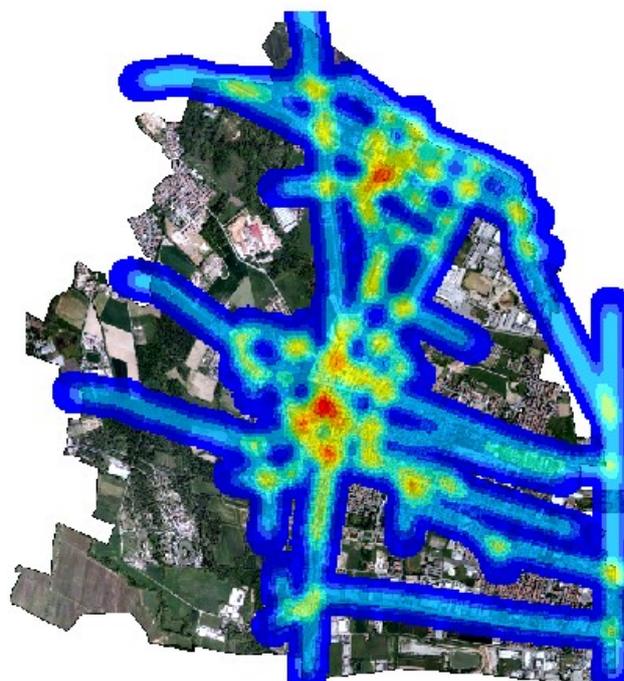
1850



1888



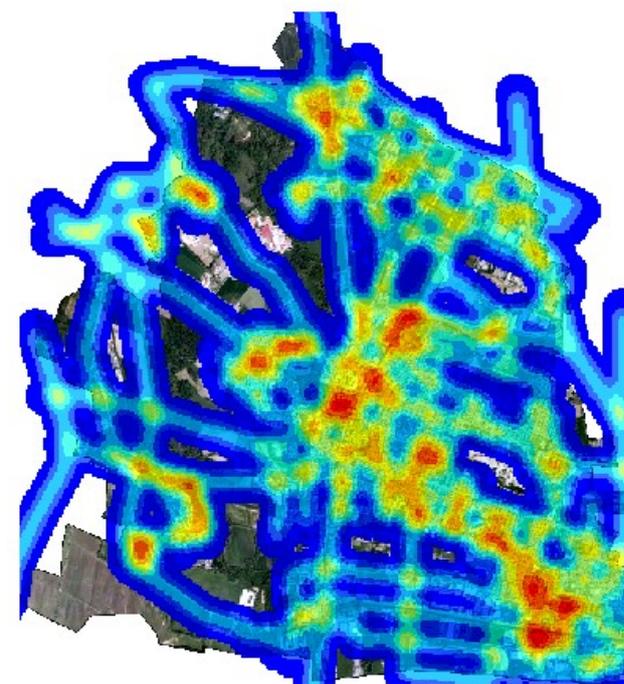
1897



1936



1956



1980

Attraverso la comparazione di queste carte tematiche è possibile affermare che il nucleo primigenio di Limbiate ha perso nel tempo la sua connotazione d'unicum nei confini amministrativi, mantenuta fin dal 1721 sia nel 1836, sia nel 1850 e facilmente riconoscibile come una centralità rossa ben distinta che gradualmente perde la sua importanza nel periodo intercorrente dal 1888 al 1956, quando inizia uno sviluppo composto da ridotte appendici fino a giungere al 1980, dove s'assiste alla formazione di veri e propri quartieri satelliti.

3. Alla ricerca delle parti non monofunzionali per valutare le potenzialità latenti

È stato scelto l'indice di dinamicità per identificare i gradi centrali dei tessuti storici limbiatesi in quanto, solitamente, è proprio in queste parti urbane che tradizionalmente si rinvencono più elevate densità, di conseguenza un network più fitto e interazioni notevoli tra le diverse componenti cittadine.

In questa sede, perciò, si vuol fare emergere quali siano le aree più dinamiche del Comune di Limbiate attraverso un indice finalizzato a stimarle rispetto agli usi presenti, assumendo come unità d'indagine le sezioni censuarie Istat 2001; l'indice di dinamicità valuta la dimensione dell'isolato e restituisce, quindi, un'immagine riconducibile alla trama di ogni sezione di censimento con:

$$X_3 = f(d_1, d_2) \text{ con } d_1, d_2 \in \mathbb{R}, \text{ dove:}$$

d_1 = indice di prevalenza delle funzioni terziarie e commerciali sull'uso residenziale;

d_2 = indice d'eterogeneità funzionale.

L'indice di prevalenza terziaria d_1 viene perciò stimato determinando la prevalenza dell'uso terziario e commerciale (a) rispetto a quello residenziale (b), espressi in mq e calcolati in base agli isolati considerati nel caso studio di Limbiate, con $a / (a + b)$.

3.1. Approfondire le funzioni in essere: le relazioni tra terziario e residenza

Per stimare l'indice di prevalenza delle funzioni (d_1) si procede collegando la base dati Tarsu ai numeri civici presenti negli archivi, e ottenendo così uno shape puntuale contenente, nella tabella degli attributi, il campo "categoria" grazie al quale è possibile, attraverso l'apposita tabella delle categorie Tarsu comunali, capire quali categorie di rifiuti (e, quindi, di funzione) vanno considerate, insieme al campo "consistenza", contenente l'informazione areale in m² per ogni funzione.

Tale operazione consente di georiferire negli isolati considerati, attraverso il comando "Spatial Join" presente in ambiente Gis (ricordandosi di mantenere nell'operazione un buffer di 10 m), l'insieme delle attività commerciali e terziarie, unitamente a tutte le attività considerate residenziali.

Una volta ottenuta la tabella è stato sufficiente selezionare le categorie d'interesse attraverso il comando "Select by Attribute", come mostra la tabella seguente:

A. per le categorie *residenziali* sono state prese in considerazione le seguenti disaggregazioni:

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|-----------------|--|---|
| 1 | «Locali a uso abitazioni private, box e pertinenze (cantine, solai, ecc.), collettività, convivenze, esercizi alberghieri e pensioni (per la parte non adibita a ristorazione), affittacamere» | Le categorie relative alla ricettività alberghiera vengono assimilate nella base dati come residenza. |
| 17 | «Abitazioni con unico occupante» | |
| 19 | «Abitazioni che praticano il compostaggio» | |
| 20 | «Abitazioni con unico occupante che praticano il compostaggio» | |

B. per le categorie *terziarie e commerciali* sono state prese in considerazione le seguenti disaggregazioni:

| <i>Categoria Tarsu</i> | <i>Descrizione</i> | <i>Note</i> |
|------------------------|--|--|
| 4 | «Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio all'ingrosso, sia in sede fissa che ambulante» | |
| 6 | «Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi non alimentari» | |
| 7 | «Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi non alimentari di fiori e piante» | |
| 8 | «Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi alimentari di ogni ordine e tipo compresi i supermercati» | |
| 9 | «Ortofrutticoli e pescherie» | |
| 10 | «Ristoranti, trattorie, pizzerie, self service, gastronomie» | |
| 11 | «Bar, pubs, birrerie, paninoteche, gelaterie e simili» | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 12 | «Banche, assicurazioni, uffici finanziari, ambulatori medici e di analisi, studi medici specialistici, dentistici, odontoiatri e radiologici» | |
| 13 | «Distributori di carburante» | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 16 | «Cinema, teatri, sale da ballo, locali di intrattenimento e divertimento in genere, aree adibite a spettacoli viaggianti, parcheggi a pagamento» | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 21 | «Centri commerciali integrati» (la tariffa è unica per tutte le attività presenti: negozi, ristoranti/bar, parcheggi, magazzini, ipermercati, aree di servizio e pertinenze) | |

Per ciascuna delle due categorie (A, B), risultando distribuite spazialmente rispetto al civico di appartenenza, sono stati creati due nuovi campi all'interno delle tabelle attributi corrispondenti, in grado di contenere un identificativo univoco e la somma dei mq a ruolo per ogni sottocategoria rappresentata; successivamente, mediante uno «*Spacial Join*» è stato possibile inserire nello shapefile «*Isolati*» le informazioni relative alle sommatorie delle superfici residenziali e di quelle di funzioni terziarie e commerciali.

A questo punto è stata applicata la formula dell'indice;

$$X_3 = f(d_1, d_2) \text{ con } d_1, d_2 \in \mathbb{R}$$

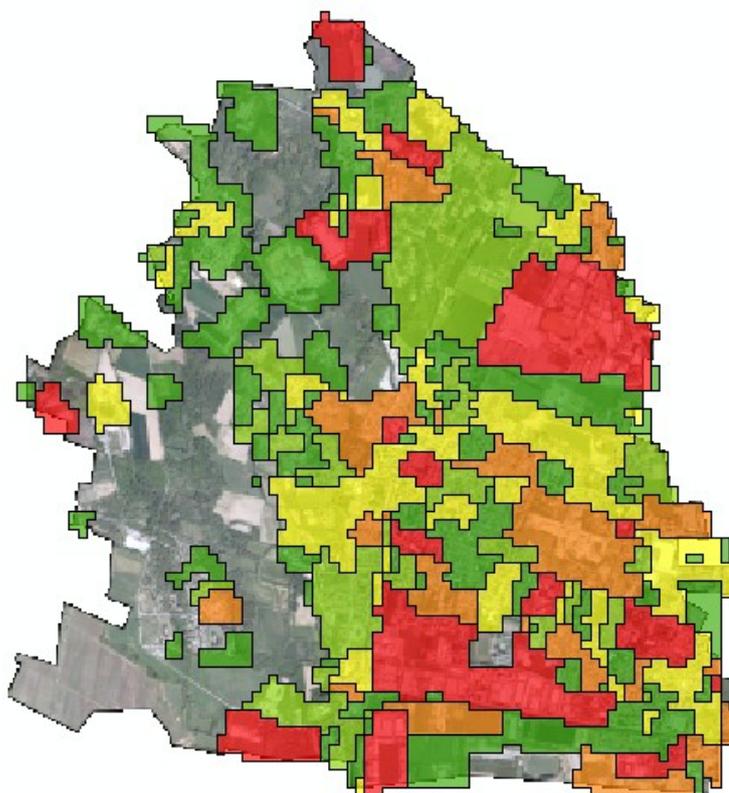
per poi standardizzare i risultati ottenuti sulla base del valore massimo della serie procedendo, attraverso la classificazione *Natural Breaks*, a evidenziare le cinque classi di bassa, medio – bassa, media, medio – alta e alta dinamicità.

Legenda

Indice di vitalità

In_DIN_Sta

| | | |
|---|---------------------|-------------|
|  | 0.000000 | Bassa |
|  | 0.000001 - 0.003114 | Medio-Bassa |
|  | 0.003115 - 0.008170 | Media |
|  | 0.008171 - 0.029387 | Medio-Alta |
|  | 0.029388 - 1.000000 | Alta |



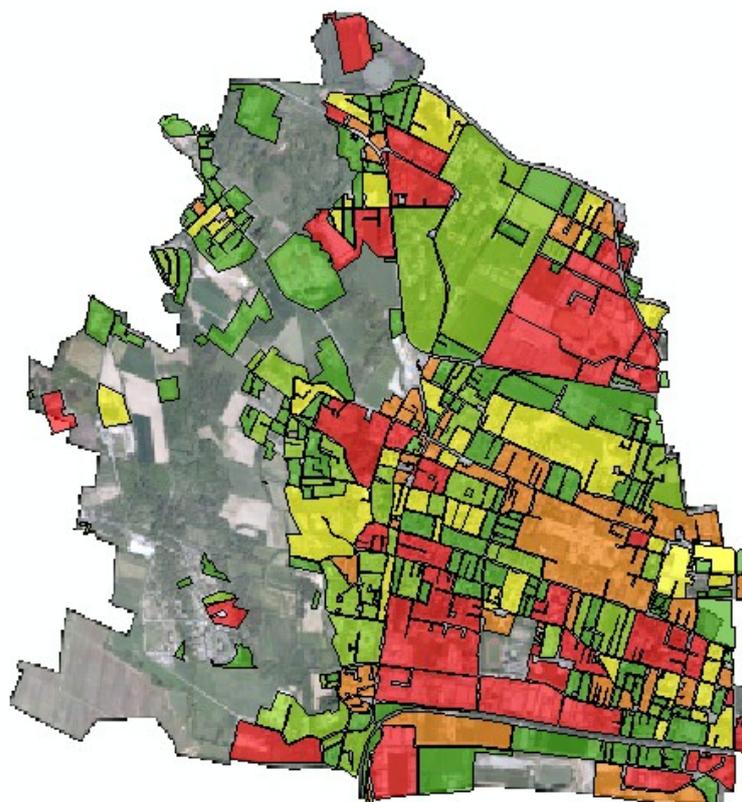
La carta discreta di classificazione della prevalenza di funzioni terziarie e commerciali rispetto alla funzione residenziale (rappresentazione in 5 classi Natural Breaks)

Legenda

Indice di vitalità

In_DIN_Sta

| | | |
|---|---------------------|-------------|
|  | 0.000000 | Bassa |
|  | 0.000001 - 0.003114 | Medio-Bassa |
|  | 0.003115 - 0.008170 | Media |
|  | 0.008171 - 0.029387 | Medio-Alta |
|  | 0.029388 - 1.000000 | Alta |



La carta continua di classificazione della prevalenza di funzioni terziarie e commerciali rispetto alla funzione residenziale (rappresentazione in 5 classi Natural Breaks).

Dalle rappresentazioni riportate nella pagina precedente s'evince come il comune di Limbiate presenti una dinamicità pressoché omogenea, tranne l'eccezione delle due aree del centro commerciale Carrefour, a nord del comune, e del terziario a sud di Pinzano.

Tali prime analisi, rivolte all'individuazione delle possibili centralità presenti dentro i confini limbiatesi, rivelano un comune caratterizzato da un aspetto morfologico singolare: non s'evidenzia infatti alcuna centralità di tessuto storico preminente, bensì un'insieme di centralità a corona, fuori dal corpus centrale delle abitazioni monofamiliari (ex coree) identificato dall'applicazione *Mca Closeness*³⁴.

3.2. Quanto è eterogenea Limbiate nelle sue funzioni prevalenti?

L'indice d'eterogeneità funzionale d_2 è stato calcolato attraverso la stima di Shannon – Wiener, con:

$$H_{st} = - \sum_{k=1}^S p_k \ln p_k$$

dove:

S = numero delle categorie funzionali considerate, con $n = 1$ fino a 5;

P_k = percentuale d'incidenza d'ogni categoria funzionale sulle j - esime attività in ogni i - esimo isolato. In tale prospettiva sono state considerate le funzioni: a) artigianato e industria; b) terziario di carattere finanziario e professionale; c) esercizi commerciali di vendita; d) residenza; e) edifici religiosi; f) scuole, biblioteche e associazioni culturali.

I valori che l'indice potrebbe raggiungere vanno da 0 (tessuto urbano dominato da un solo tipo di funzione) a $l_n(n)$ quando tutte le tipologie d'attività si presentano con la stessa importanza, manifestando così condizioni di massima eterogeneità, il cui best raggiungibile è stato successivamente standardizzato ottenendo così l'indice di Evennes strutturale E_{st} tramite:

$$E_{st} = \left(\frac{H_j}{H_{max}} \right) \times 100$$

dove:

H_j = eterogeneità strutturale del tessuto urbano = H_{st} ;

$H_{max} = l_n(n)$ = valore raggiungibile nel caso in cui tutte le categorie funzionali fossero presenti con la stessa % di superficie o manifestassero la medesima probabilità di essere presenti, per cui s'avrebbe:

$$E_{st} = \frac{H_j}{H_{max}} = \frac{H_j}{\ln(n)}$$

Anche in questo caso i valori raggiungibili dall'indice vanno da 0 (tessuto urbano dominato da un solo tipo di attività) fino a 1, rappresentativo del miglior risultato d'eterogeneità funzionale raggiungibile in area; i due indicatori così stimati sono stati poi ricondotti alla dimensione discreta della matrice di celle 50 x 50 m dell'intero territorio comunale e, quindi, per individuare le possibili categorie d'attività da considerarsi s'è esplorata la base dati Tarsu optando per le seguenti sei categorie:

Categoria 1: **Residenza**

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|--|--|
| 1 | <i>Locali a uso di abitazioni private, box e pertinenze (cantine, solai, ecc.), collettività, convivenze, esercizi alberghieri e pensioni (per la parte non adibita a ristorazione), affittacamere</i> | Le categorie relative alla ricettività alberghiera vengono assimilate in base dati alla residenza. |

³⁴ Va ricordato come Limbiate presenti quartieri satellite quali Risorgimento, Villaggio dei Giovi, Pinzano (il più antico per formazione), Mombello – Fiori, nati dall'urbanizzazione spontanea degli anni cinquanta e sessanta che hanno portato Limbiate dall'antico nucleo rurale all'attuale insieme pulviscolare ed eterogeneo.

| Categoria Tarsu | Descrizione |
|------------------------|---|
| 17 | <i>Abitazioni unico occupante</i> |
| 19 | <i>Abitazioni che praticano il compostaggio</i> |
| 20 | <i>Abitazioni unico occupante che praticano il compostaggio</i> |

Categoria 2: Scuole e luoghi della cultura

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|---|--|
| 2 | <i>Locali a uso associazioni politiche, sportive, culturali, sindacali, religiose, scuole pubbliche e private, locali e aree adibite ad archivi, biblioteche, palestre.</i> | In questa categoria ricadono anche i locali adibiti ad associazione sportive e palestre. Non viene specificato in banca dati a quale tipo di struttura si faccia riferimento, se legata o meno all'attività didattica. <i>La base dati non consente un'ulteriore specificazione.</i> |
| 18 | Scuole | |

Categoria 3: Artigianato e industria³⁵

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|--|---|
| 3 | <p><i>Locali a uso industriale o artigianale per la produzione, lavorazione, trasformazione, posa in opera:</i></p> <p align="center">3/A</p> <p>a) <i>di metalli in genere;</i> b) <i>di carta, cartone, materiale cellulosico in genere comprese operazioni di stampa;</i> c) <i>parrucchieri, estetisti e affini.</i></p> <p align="center">3/B</p> <p>a) <i>di gomma e materie plastiche in genere;</i> b) <i>di tessuti, fibre e pelli comprese operazioni di stampa;</i> c) <i>di materiale elettrico, idraulico, elettrotecnico;</i> d) <i>tinteggiatori, imbianchini e tappezzeri.</i></p> <p align="center">3/C</p> <p>a) <i>di legname, sugheri e affini;</i> b) <i>di marmi, cementizi inerti, ceramica, vetro, autofficine, carrozzerie, gommisti;</i> c) <i>similari, e quanto fin qui non compreso</i></p> | In questa categoria ricadono anche le attività di "parrucchieri, estetisti e affini" per via dei rifiuti chimici prodotti, assimilabili a quelli delle attività industriali; tuttavia, la base dati non consente di depurare il dato. |

Categoria 4: Attività commerciali

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|---|-------------|
| 4 | <i>Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio all'ingrosso, in sede sia fissa sia ambulante</i> | |

³⁵ Nella categoria ricadono le attività concernenti la produzione industriale di piccola, media e grande dimensione e l'insieme delle attività artigianali.

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|--|--|
| 6 | Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi non alimentari | |
| 7 | Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi non alimentari di fiori e piante | |
| 8 | Locali e aree adibite a esercizi commerciali e/o di vendita al dettaglio e all'ingrosso di generi alimentari di ogni ordine e tipo compresi i supermercati | |
| 9 | Ortofrutticoli e pescherie | |
| 10 | Ristoranti, trattorie, pizzerie, self service, gastronomie | |
| 11 | Bar, pubs, birrerie, paninoteche, gelaterie e simili | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 13 | Distributori di carburante | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 16 | Cinema, teatri, sale da ballo, locali di intrattenimento e divertimento in genere, aree adibite a spettacoli viaggianti, parcheggi a pagamento | Questa specifica categoria viene qui considerata commerciale |
| 21 | Centri commerciali integrati (la tariffa è unica per tutte le attività presenti: negozi, ristoranti/bar, parcheggi, magazzini, ipermercati, aree di servizio e pertinenze) | |

Categoria 5: **Attività terziarie**

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|--|--|
| 5 | Locali e aree adibiti a servizi pubblici e/o privati | |
| 12 | Locali adibiti a banche, assicurazioni, uffici finanziari, ambulatori medici e di analisi, studi dentistici e radiologici | Gli studi di medicina specialistica vengono qui considerati come terziario avanzato. |
| 14 | Ospedali, case di cura e similari | |
| 15 | Locali adibiti a uffici pubblici o privati, studi professionali, agenzie immobiliari, autoscuole e tutto quanto non compreso nelle precedenti sottocategorie | |

Categoria 6: **Parrocchie ed edifici religiosi³⁶**

| Categoria Tarsu | Descrizione | Note |
|------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 22 | "Parrocchie ed edifici religiosi" | |

Attraverso il comando «*Select by Attribute*» si selezionano le varie categorie da associare a ogni isolato attraverso il comando «*Intersect*» (considerando un buffer minimo = 10 m per comprendere anche le attività, georiferite allo specifico civico, che ricadano nelle immediate vicinanze dell'isolato).

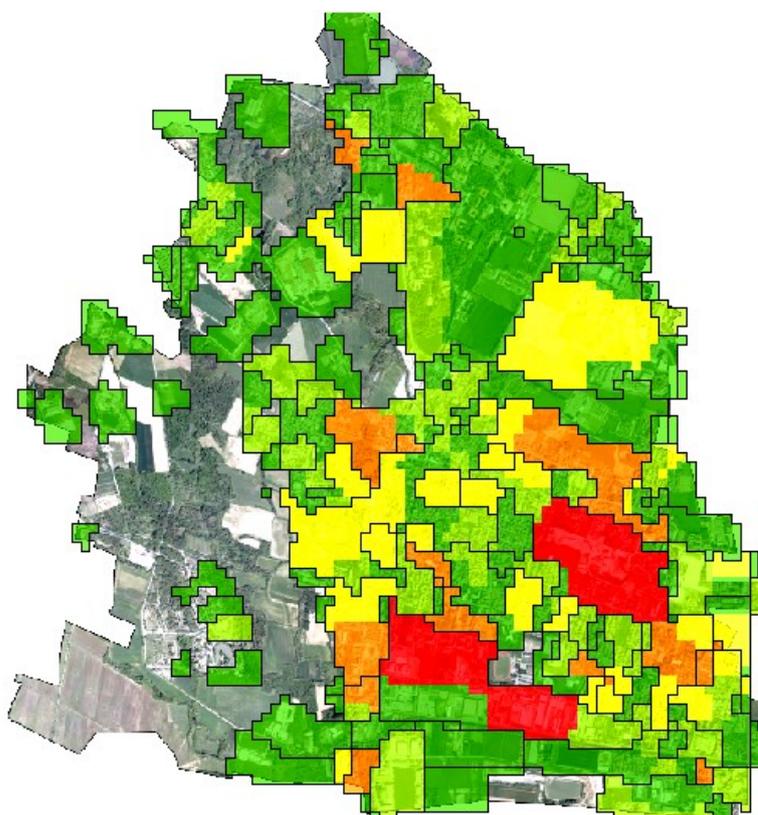
³⁶ È stata inserita anche questa categoria poiché si ritiene che un luogo di culto funga da catalizzatore per le attività presenti sul territorio e rappresenti, perciò, categoria utile al fine dell'indicatore che si vuole calcolare.

Legenda

Indice di Eterogeneità

Est

| | | |
|---|-----------------------|-------------|
|  | 0.000000 - 3.590035 | Bassa |
|  | 3.590036 - 11.549078 | Medio-Bassa |
|  | 11.549079 - 26.517959 | Media |
|  | 26.517960 - 47.747848 | Medio-Alta |
|  | 47.747849 - 99.980615 | Alta |



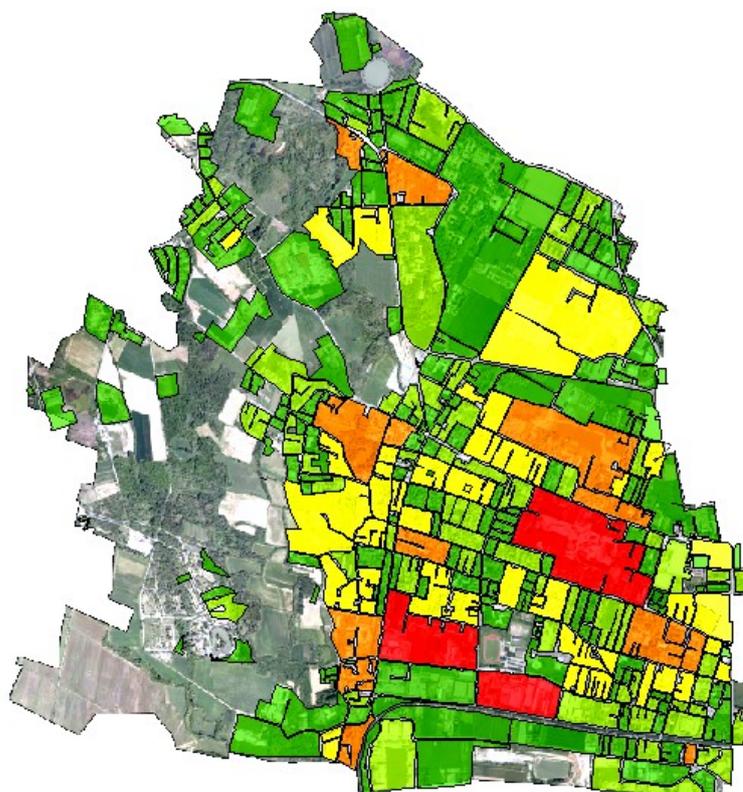
La carta discreta di classificazione delle classi d'eterogeneità considerando come unità d'indagine gli isolati, rappresentata con 5 classi (Natural Breaks).

Legenda

Indice di Eterogeneità

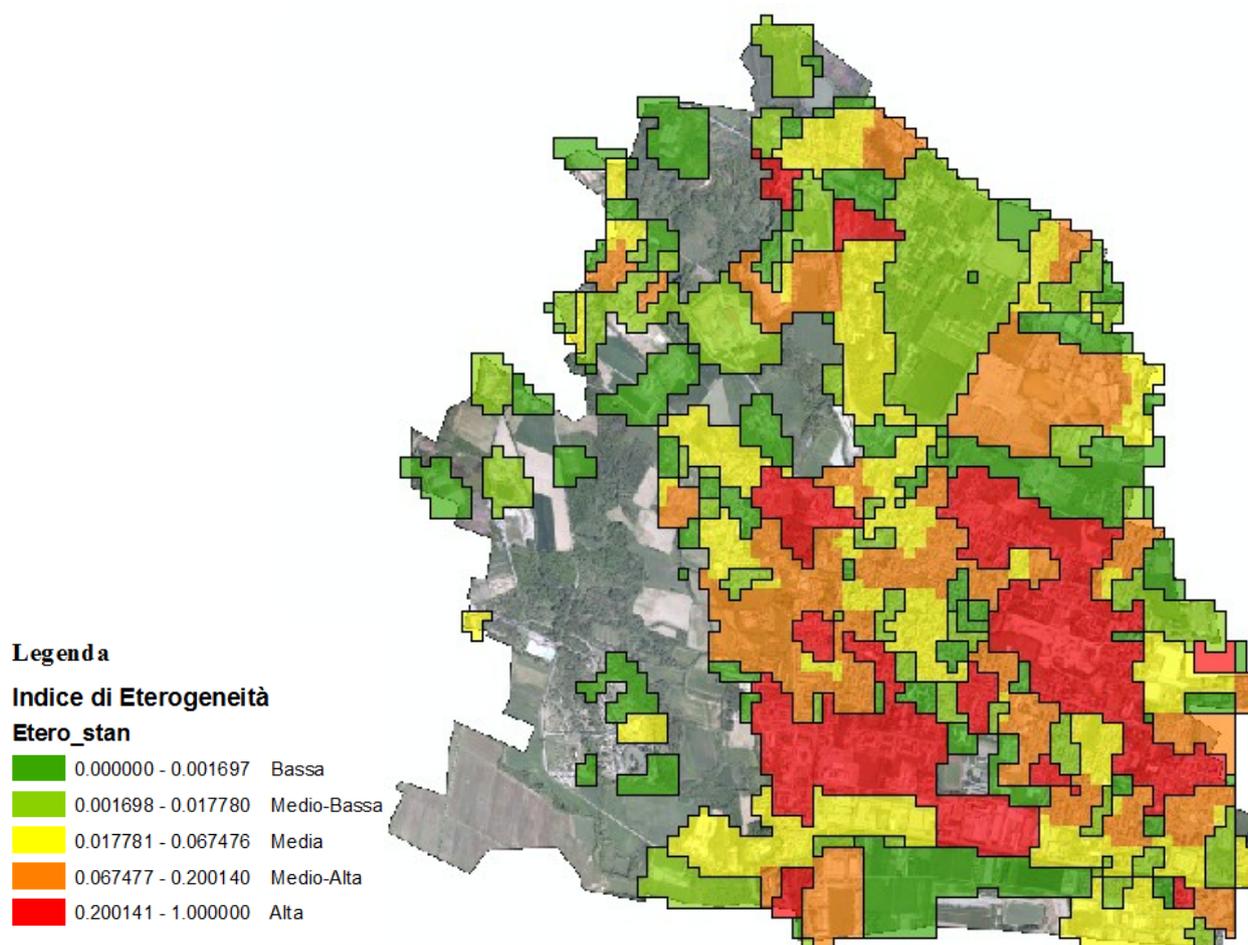
Est

| | | |
|---|-----------------------|-------------|
|  | 0.000000 - 3.590035 | Bassa |
|  | 3.590036 - 11.549078 | Medio-Bassa |
|  | 11.549079 - 26.517959 | Media |
|  | 26.517960 - 47.747848 | Medio-Alta |
|  | 47.747849 - 99.980615 | Alta |



La carta continua di classificazione delle classi di eterogeneità considerando come unità d'indagine gli isolati, rappresentata con 5 classi (Natural Breaks).

3.3. Assenza di relazioni da commistione funzionale rispetto a un'unica piastra offerta



Carta discreta di sintesi dell'indice di dinamicità determinato in cinque classi (Natural Breaks)

Nella rappresentazione soprastante è palese l'assenza di relazioni tra i clusters d'alta eterogeneità (i bacini rossi) e i restanti in quanto i primi, di fatto, si collocano nel territorio comunale a chiazze senza alcuna presenza nella porzione centrale facendo riscontrare solo due piastre d'offerta commerciale – terziaria, distinte e non contestualizzate rispetto al circostante tessuto, mentre il rimanente ambito di indagine è, a vario titolo, indice di disomogenea distribuzione funzionale e appare caratterizzato da random clusters di classi d'eterogeneità.

Considerando successivamente i cluster risultati a bassa eterogeneità (bacini di colore verde) si conferma quanto prima è stato constatato, vale a dire una presenza variamente (ma estesamente) distribuita sul territorio comunale di centralità monofunzionali ascrivibili ai diversi quartieri residenziali di Limbiate.

4. Come le relazioni tra spazi aperti e chiusi giustificano le analisi urbane

Bill Hillier introduce per la prima volta la nozione di *Space Syntax* nel 1976: il termine «*Syntax*» richiama evidentemente le regole di costruzione linguistica nell'insieme delle relazioni modulari fra le parti costitutive della trama, e l'attributo «*Space*» stabilisce poi che gli oggetti in gioco rappresentano elementi dello spazio fisico e che le loro interdipendenze sono causate dalle condizioni risultanti dalla loro localizzazione; studiare la sintassi d'uno spazio intende di conseguenza attribuirgli una specifica essenza strutturale, le cui regole costitutive s'indagano stimando le relazioni fra le sue componenti.

Nel tempo, sotto il comun denominatore di *Space Syntax* è andato confluendo un esteso e variegato gruppo di studi su temi urbanistico/architettonici, caratterizzati dall'interesse primario verso i rapporti spaziali fra gli elementi dei sistemi insediativi; ma in questo lavoro, alla nozione di *Space Syntax* verrà preferita la più generale denominazione d'«*analisi configurazionale*», che si ritiene maggiormente estensiva e più opportuna ad accogliere tecniche operative di diversa matrice, comunque accomunate dalla condivisione dell'ottica hillieriana sui processi insediativi, e peraltro meglio disponibile a comprendere sviluppi delle tecniche configurazionali fuori dalla matrice originaria della *Space Syntax* e integrazioni con altri metodi di natura differente.

Quindi, l'analisi configurazionale d'un insediamento urbano privilegia essenzialmente un'applicazione sistemica alla matrice dei suoi percorsi, da affrontare riducendoli a sistema con lo studio delle dipendenze intercorrenti fra le loro componenti, ciò che in definitiva conduce ad attribuire a ognuna d'esse un insieme di variabili di stato di stampo configurazionale; perciò, quella matrice è identificabile come il complesso di tutti gli spazi pubblici d'un insediamento, fruibili senza limitazione alcuna da parte della popolazione insediata, e rappresenta quindi il campo d'azione d'un qualsiasi utente che si sposti liberamente in area urbana escludendone pertanto tutti gli spazi soggetti a particolari forme di limitazione o tutti gli ambienti, aperti o chiusi, posti oltre un diaframma che possa venir chiuso, così da rendere tali spazi materialmente inaccessibili³⁷.

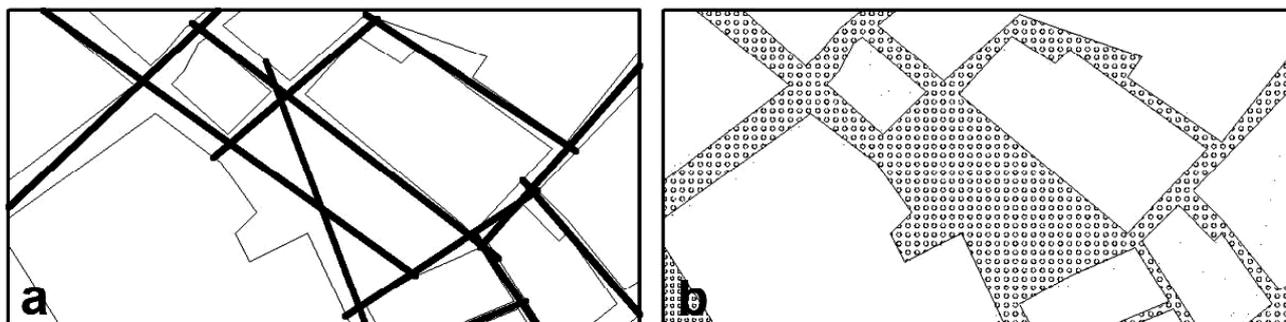
Possiamo riconoscere gli elementi fondativi della teoria configurazionale, base comune di tutte le applicazioni via via introdotte nel tempo, nei cinque punti seguenti: **1)** il riconoscimento allo spazio urbano del rango d'elemento essenziale dei processi insediativi che vi hanno luogo; **2)** l'assunzione della matrice urbana nella veste di originatrice primaria dei processi insediativi; **3)** l'interesse per lo più orientato sulle relazioni spaziali sussistenti fra le componenti della matrice urbana, piuttosto che sul loro assetto strutturale o sulla consistenza morfologica; **4)** l'ipotesi dell'esistenza del movimento naturale, definito come la parte di movimento funzione della sola configurazione della matrice urbana, col ruolo di raccordo fra quella stessa matrice e la localizzazione delle attività; **5)** il ruolo fondamentale rivestito, nelle relazioni fra le componenti della matrice, dalla percezione visiva dello spazio urbano, facendone derivare un'impostazione topologica allo studio della sua configurazione.

Per il modo in cui la matrice è stata configurata (pari, s'è detto, al complesso degli spazi urbani effettivamente accessibili e praticabili), tre aspetti restano da stabilire in dettaglio: **i)** anzitutto i termini della sua discretizzazione, vale a dire il flusso (continuo e indifferenziato) dei suoi spazi costitutivi in un insieme d'elementi discreti, fra loro correlati per il tramite d'una relazione d'interdipendenza (solo in tal modo può studiarsi uno spazio urbano con modalità sistemiche, tanto da assegnare a ogni elemento specifici valori, corrispondenti alla fisionomia di variabili di stato; **ii)** va inoltre specificato quale tipo di rapporto spaziale vada assunto come relazione di sistema (quale sia, in concreto, il nesso reciprocamente intercorrente fra gli elementi e fra ciascun d'essi e tutti gli altri, così da consentire la stima del valore delle variabili di stato); **iii)** va infine stabilita la migliore idoneità di tali variabili a descrivere, nella matrice urbana, la diversa capacità d'attrarre movimento (e, perciò, attività e funzioni) in forza della specifica configurazione spaziale.

Circa tali tre aspetti, senz'altro determinanti nella costruzione di modelli operativi, in effetti la teoria configurazionale non presenta una veste unitaria e monolitica, manifestando infatti fin qui diverse impostazioni in linea di larga massima riconducibili a due diversi modi d'analisi dello spazio urbano, la *Axial Analysis* e la *Visibility Graph Analysis*: pur condividendo le basi fondative configurazionali, non di meno lo specifico modello di scomposizione spaziale e la costruzione delle trame di relazione fra i suoi elementi costituiscono, per quei metodi, aspetti essenziali di differenza e discriminazione; in ogni modo, nel nostro caso quella applicata è la seconda, che si discosta dall'altra per le componenti analitiche adottate: la materia d'esame è infatti rappresentata, anziché dalle *Lines* quali elementi connettivi

³⁷ Cutini, 2010, cit.

fra spazi convessi limitrofi³⁸, dai *Vertices*, singoli punti che saturano lo spazio d'indagine, in questo caso rappresentato dalla matrice urbana, e l'interesse dell'analisi risiede nella lettura dello spazio pubblico urbano dal punto di vista della continuità/integrazione visiva e della sua leggibilità come percezione spaziale dell'utenza che l'attraversa; perciò, al maggior valore d'integrazione d'una parte della matrice urbana s'associa una maggiore importanza di quella parte rispetto all'intera matrice, per l'interesse della maggior densità del movimento naturale.



Differenza nella rappresentazione dello spazio pubblico urbano fra i due modi d'analisi configurazionale: Axial Analysis (a) e Visibility Graph Analysis (b)

4.1. I fattori di stima assunti per valutare le relazioni tra gli spazi

La costruzione della matrice urbana ha visto l'utilizzo d'alcuni strati informativi accumulati dal carattere d'essere «*percorribili visivamente*» da un pedone e derivanti dal database topografico comunale, prelevandovi l'insieme degli elementi generatori di continuità e integrazione visiva:

| Codice dello strato | Nome dello strato | Caratteristiche considerate |
|----------------------------|-------------------------------|---|
| A010101 ³⁹ | Area di circolazione stradale | In assenza di strade di scorrimento veloce che non consentano, almeno in parte, la percorribilità pedonale del tratto stradale, s'è optato per mantenere invariato l'intero strato informativo tratto direttamente dal database topografico. |
| A010102 | Area di circolazione pedonale | Sono stati inseriti nell'analisi i seguenti materiali urbani: marciapiedi, salvagente, aree a portici, gallerie pedonali, percorsi a gradinate, vialetti e vicoli, aree solo pedonali come sagrati o piazze, passaggi pedonali, eliminando tutte le parti urbane non percorribili per l'intera giornata come i viali d'accesso e interni ai cimiteri, e i viali e vicoli di parchi con chiusura serale. |
| A010105 | Viabilità mista secondaria | Utilizzato per la sua interezza. |

³⁸ Nelle applicazioni di analisi configurazionale tradizionale (*Axial Analysis, Angular Analysis*), la rappresentazione planimetrica della matrice urbana viene inizialmente scomposta in spazi convessi per individuare quelli di maggior dimensione e nel minor numero possibile (la *Convex Map* è la base da cui muovere per la costruzione del sistema da analizzare); invece, basando l'analisi su un punto (o un insieme di punti) dello spazio urbano, non occorrerà più individuare la *Convex Map* d'una matrice urbana e l'unico impegno discrezionale dell'operatore richiede di stabilire la densità dei vertici costitutivi del *Visibility Graph*) e, di conseguenza, il grado di dettaglio che s'intende ottenere.

³⁹ Ex Dgr. 6650/2008, «*Aggiornamento delle specifiche tecniche in materia di Database topografico a supporto del sistema informativo territoriale integrato*».

| | | |
|---------|--|---|
| A010201 | Tramvia | Utilizzata per la sua interezza (il binario tramviario è facilmente attraversabile e forma un tutt'uno con la strada). |
| A060401 | Unità insediative, aree a parco e giardini | Da tale strato sono state selezionate soltanto le aiuole, che completano la sede stradale in corrispondenza delle aiuole. |

Una volta collegati tutti gli strati informativi (tramite operazioni di *Merge* e *Dissolve* con ArcToolbox⁴⁰, e dopo avere generato un unico nuovo shapefile della matrice urbana, occorre esportare il file così ottenuto col comando «*Data Interoperability Tool – Quick Export*» in formato *.dxf e, poi, va utilizzato l'applicativo Depthmap per creare il grafo di punti interni allo spazio analitico selezionato⁴¹, stimare gli indicatori su ogni singolo punto e generare un output di misure diverse⁴² con la dicitura «*Visual*» prima del nominativo, allo scopo di distinguere le misure calcolate nell'ambito della *Visibility Graph Analysis* da quelle derivanti dall'*Axial Analysis*.

4.2. Gli assi storici come elemento cardine delle relazioni visive

In complesso le misure fondamentali, calcolabili sulla matrice⁴³ in applicazione dell'analisi *Visibility Graph Analysis*, risultano le seguenti: **i)** *Connectivity*: individua quanti nodi siano visibili da ogni nodo; **ii)** *Visual Node Count*: conta quanti nodi vengano complessivamente generati; **iii)** *Visual Mean Depth*: rappresenta la profondità media, calcolata attraverso il *Visibility Graph* per ogni nodo⁴⁴ sul percorso più breve (*alias*, col minor numero di passaggi) che lo connette a tutti gli altri, sommando gli esiti di tutti i nodi e dividendone il risultato per il loro numero⁴⁵; **iv)** *Visual Integration [HH]* (Hillier & Hanson, 1984⁴⁶): esprime una versione normalizzata della profondità media per meglio correlarla ai movimenti pedonali nella matrice urbana, generando un'asimmetria relativizzata dalla divisione per il numero di *D – Value* onde inserire nella stima la minor integrazione cui sono soggetti i grafi nel corso della crescita; **v)** *Visual Integration [P – value]*: varia la versione della profondità media di Hillier & Hanson suggerendo (De Arruda Campos e Fong, 2003) che una normalizzazione effettuata con un numero diverso, il *P – Value*, possa migliorare i *Visibility Graphs*; **vi)** *Visual Integration [Tekl]*: è un'altra variante d'integrazione proposta da Teklenburg *et al.*, 1993⁴⁷, interessato anche a normalizzare le mappe assiali in scala logaritmica senz'altro più semplice⁴⁸; **vii)** *Visual Entropy*: è una misura della distribuzione di posizioni per profondità visiva; quindi, se molte località sono visivamente vicine a un nodo, la profondità visiva da tale nodo è asimmetrica e l'entropia è bassa ma, se la profondità visiva è più uniformemente distribuita, l'entropia è maggiore; **viii)** *Visual Relativised Entropy*: è l'entropia relativizzata.

⁴⁰ In ambiente Geographical Information Service.

⁴¹ Per descrivere lo spazio d'analisi è stata scelta una matrice di passo 4 x 4 m; utilizzare un passo inferiore non è stato necessario non avendo grossi limiti computazionali derivanti dall'estensione della matrice urbana di Limbiate. Per la computazione è stato impiegato il package Depthmap, versione 10.08, scaricabile gratuitamente da: <http://www.spacesyntax.org/downloads>.

⁴² Si veda il manuale dell'applicativo, Citation: Turner, A., 2004, "Depthmap 4 – A Researcher's Handbook", Bartlett School of Graduate Studies, UCL, London. <http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/handbook/depthmap4r1.pdf>.

⁴³ Che includono «*Mean Depth*», «*Node Count*», «*Integration*» ed «*Entropy*».

⁴⁴ In termini assai simili alla profondità di passo.

⁴⁵ – 1, il nodo in corso di considerazione.

⁴⁶ Hillier B. & Hanson J., 1984, *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press: Cambridge.

⁴⁷ Teklenburg J.A.F., Timmermans H.J.P. & van Wagenberg A.F., 1993, "Space syntax: standardized integration measures and some simulations", *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 20, 347-357.

⁴⁸ esiste inoltre un paio di misure globali calcolate da *Depthmap* dando priorità d'integrazione agli spazi aperti o alle strade larghe, dove si presume che le persone percepiscano lo spazio come assai più articolato e non come una mera superficie piana in cui muoversi.

Nel caso di Limbiate, sono stati assunti i valori derivanti dall'applicazione della *Visual Integration* [HH], Hillier & Hanson, 1984, come stima dell'indice d'integrazione globale identificato come l'inverso della profondità media del punto rispetto all'intero sistema, e composto da:

$$I_v = \left(\frac{D_M}{k-1} \right) / d, \text{ con:}$$

dove:

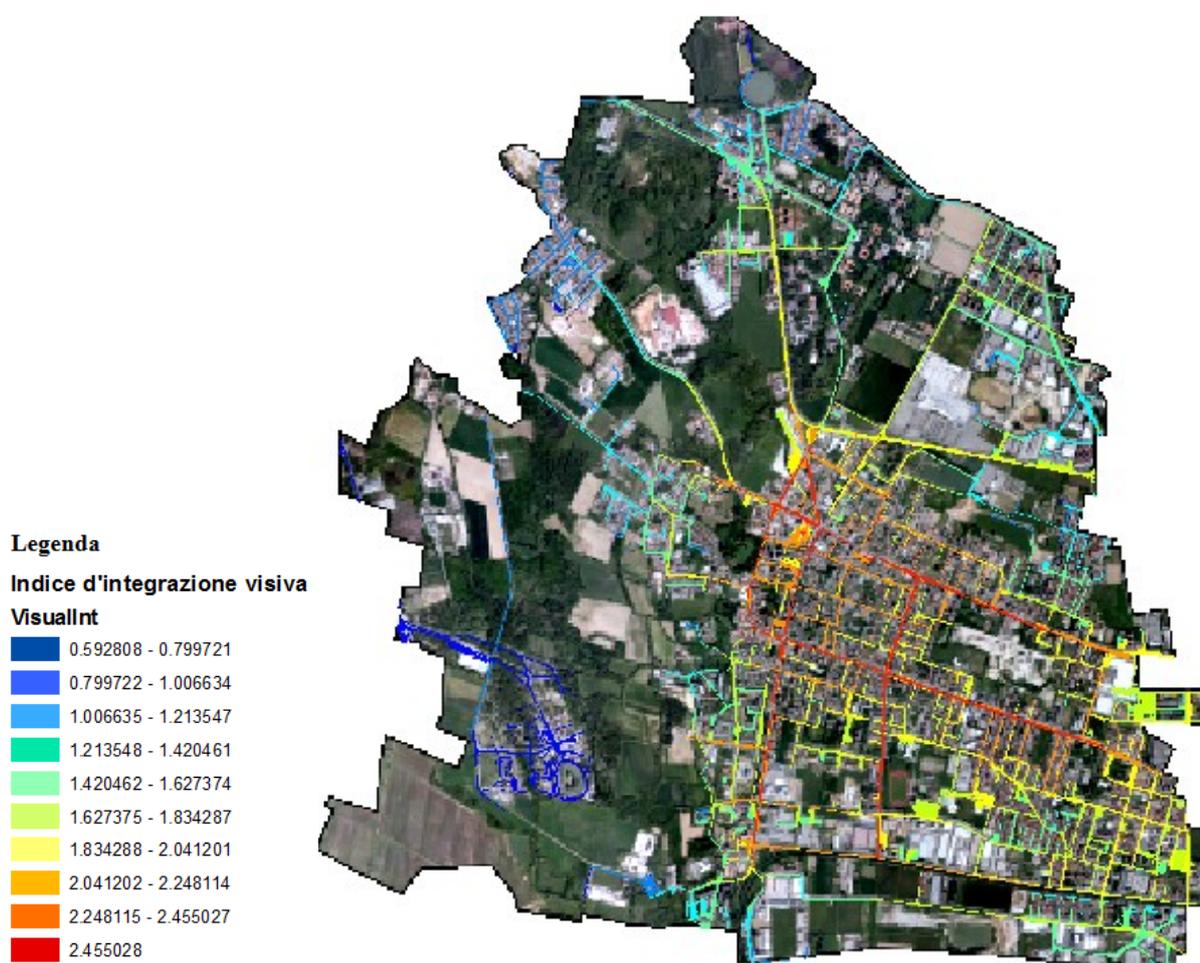
I_v = indice d'integrazione (visuale) globale;

D_M = profondità, rappresentativa del «numero medio di passaggi (steps) topologici che è necessario effettuare per spostarsi visivamente/fisicamente dal vertice considerato a tutti gli altri del sistema»⁴⁹;

d = valore (*D - Value*) di normalizzazione per Hillier & Hanson, 1984;

k = numero totale di vertici considerati.

I valori d'ogni punto sono poi stati collegati mediante *Spatial Join*, in ambiente Gis, alle geometrie dello shapefile prodotto per costruire la matrice urbana, computando la media del valore dei punti ricadenti in ogni geometria facendo emergere, nella rappresentazione successiva, la matrice urbana tematizzata in 10 classi⁵⁰ sui valori di *Visual Integration* [HH]: in rosso, le parti di matrice più integrate, al contrario quelle in verde.



Indice d'integrazione visuale globale del network (10 classi)

⁴⁹ Cutini, 2010, cit

⁵⁰ Seguendo la tematizzazione calcolata da *Depthmap*.

I risultati emergenti localizzano gli assi più integrati (vale a dire a maggior grado d'intervisibilità complessiva) in gran parte sugli assi primigeni su cui sono andate poi appoggiandosi le altre strade: alti sono i valori lungo gli assi orizzontali primigeni di via Dei Mille e della parallela via Trieste, e lungo gli assi verticali di via XXV Aprile, viale Piave e viale Dante; fanno registrare inoltre alti valori di integrazione visiva gli assi di via Guglielmo Marconi, via Leone Tolstoj e viale Lombardia; nel prospetto seguente si riportano alcuni stralci della carta dell'indice d'integrità visiva: tale esplorazione conferma come, in corrispondenza delle maggiori densità d'uso del suolo e in corrispondenza degli insediamenti in grado di vantare una maggior permanenza (gli assi storici primari e l'edificazione storica), insista anche un maggior grado d'intervisibilità complessiva.

| Localizzazione | Stralcio di tavola | Descrizione |
|---|---|---|
|  |  | <p>È chiaramente visibile come, in corrispondenza del centro storico di Limbiate, insista una maggiore integrazione globale degli spazi pubblici.</p> |
|  |  | <p>Man mano che ci si allontana dal centro il colore si raffredda fino a raggiungere i toni del blu scuro, segnale di bassa integrazione globale.</p> |
|  |  | <p>I quartieri delle (un tempo) coree fanno registrare un indice medio d'integrazione globale.</p> |