

La localizzazione delle attività economiche nel territorio: concentrazione e polarizzazione dei settori in un'applicazione GIS

The spatial location of firms: distributional clustering and sectorial polarization in a GIS

FRANCESCO BALDUCCI*

Riassunto

In questo lavoro, attraverso un processo di *georeferenziazione*, sono state localizzate tutte le attività economiche presenti nel territorio del Comune di Pesaro, una città di medie dimensioni caratterizzata da un consolidato distretto manifatturiero e da importanti realtà commerciali e turistiche. Dal Sistema Informativo Territoriale (SIT, o *Geographic Information System* – GIS) derivano statistiche economiche e cartografie tematiche che, congiuntamente, descrivono il tessuto imprenditoriale. Le analisi successive elaborate su di esse sono rilevanti e utili agli operatori locali e ai *policy makers*, ai fini strategici, di controllo o di pianificazione, di sviluppo economico o di marketing. Il lavoro si inserisce nel sentiero di sviluppo della moderna cartografia, intesa come strumento di analisi e non soltanto – riduttivamente – come una rappresentazione statica della realtà. Infatti, sfruttando l'informazione che deriva dalla georeferenziazione e dalle mappe tematiche, l'analisi è stata approfondita per mezzo di tecniche avanzate di *spatial analysis*, quali la *Kernel Density Estimation* (KDE) e la *Ripley's K*. Queste metodologie consentono di studiare la polarizzazione e la densità delle attività economiche nel territorio, analizzando l'interconnessione fra di esse e disaggregando i settori di attività.

Parole chiave

GIS, analisi spaziale, studi locali e regionali, *Kernel Density Estimation* (KDE), *Ripley's K*

Abstract

In this research a Geographic Information System (GIS) is constructed using data on firms and businesses located in the municipality of Pesaro, Marche, Italy. Pesaro is a mid-sized town, characterized by a remarkable industrial district – furniture manufacturing – and tourism. Combining economic evaluations with descriptive statistics and sectorial mapping, the spatial location of firms is analysed throughout the paper. The spatial analysis is then deepened by means of advanced techniques such as the Kernel Density Estimation (KDE) and the Ripley's K. The paper follows the path of modern cartography – intended as a tool of analysis rather than a mere representation of reality – and contributes to the existing literature. The results show how sectors tend to cluster unlikely, with significant distributional differences. The observed differences are explained mainly by the characteristics of firms, such as dimension and the sector of activity. The results are interesting to policy makers and local administrators for urban planning, industrial policy, economic development strategy and marketing.

Keywords

GIS, spatial analysis, local and regional studies, *Kernel Density Estimation* (KDE), *Ripley's K*

* Francesco Balducci (francesco.balducci@hotmail.com) è dottore di ricerca in Economia Politica ed ha svolto attività didattica e di ricerca presso l'Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali (DI-SES).

Il web-GIS e le cartografie tematiche presenti in questo lavoro sono disponibili online al link: <http://141.138.81.246/fv2011/index.html?config=configimprese.xml>.

1. Introduzione

Realizzare un *Sistema Informativo Territoriale* (SIT) o *Geographic Information System* (GIS) è importante per i soggetti che operano sul territorio, soprattutto nel contesto economico attuale in cui la rapidità di accesso, consultazione e analisi delle informazioni è fondamentale in un'ottica di sviluppo e competitività. Alla progressiva informatizzazione dei contenuti dovrebbe seguire una sempre maggiore *interconnessione* fra gli stessi – una caratteristica peculiare dei sistemi GIS. In una società complessa e interrelata le scelte di *policy* dovrebbero tener conto di queste interazioni, evitando di ragionare su frammenti isolati della realtà. Ciò è vero in particolar modo nell'ambito socio-economico, sebbene in Italia le applicazioni e la ricerca GIS in questo settore siano ancora poco sfruttate rispetto al loro potenziale.

In questo lavoro vengono raccolti ed elaborati, attraverso un Sistema Informativo Geografico (GIS), dei dati geografici relativi al tessuto economico e produttivo del territorio del Comune di Pesaro. In questo caso, le realizzazioni cartografiche sono funzionali ad analisi economiche e urbanistiche, basate sulla diffusione territoriale delle imprese, sulle loro caratteristiche e sulle dinamiche di localizzazione interne ai settori.

La scelta di localizzazione da parte delle imprese è una strategia complessa e ampiamente dibattuta nella letteratura scientifica. Senza addentrarsi nel dettaglio delle motivazioni teoriche alla base di tale scelta, si ricordano di seguito solo alcuni concetti fondamentali. Innanzitutto, le differenze nella distribuzione spaziale delle imprese, che si osservano chiaramente in questa applicazione, possono essere imputabili ai cosiddetti "effetti del prim'ordine", ovvero alle caratteristiche morfologiche del territorio, del clima, alla disponibilità di infrastrutture ecc. Queste ragioni, evidentemente, sono maggiormente significative per applicazioni a livello nazionale o su larga scala. Tuttavia, è stato ampiamente dimostrato che, anche in assenza di rilevanti effetti del primo ordine, alcune tipologie produttive tendono ad addensarsi seguendo delle economie di scala interne ai settori, sfruttando i vantaggi comparati o specializzandosi completamente (Krugman, 1980). In questo senso, dal punto di vista economico, la localizzazione diventa una delle scelte possibili per massimizzare il profit-

to dell'impresa, attraverso una prossimità alle fonti di materie prime, o un più facile accesso alle infrastrutture o ai mercati di sbocco. Un altro elemento rilevante, soprattutto in analisi urbane e di piccola scala (per cui non esistono significativi elementi di differenziazione del prim'ordine), deriva dalla minimizzazione dei costi di affitto o di edificazione degli stabili industriali e degli esercizi commerciali. Anche la mobilità dei fattori produttivi gioca un ruolo determinante: ad esempio la tendenza dei lavoratori a spostarsi verso zone centrali in cui i salari sono più elevati e le opportunità lavorative maggiori (Fujita, 1999). Da ultimo, sebbene sia complesso identificarli, separandoli dall'evidenza complessiva, non andrebbero trascurati gli effetti *network*, di interazione fra imprese simili che possono fare rete, trasferirsi *know-how* e sfruttare sinergie o canali di approvvigionamento o di sbocco condivisi. Ad esempio, nel caso dei distretti industriali, caratteristici dell'area studiata in questo lavoro, gli *spill-over* e le ricadute sui sistemi economici territoriali sono importanti.

Dal punto di vista empirico molti lavori hanno testato le teorie appena discusse, osservando la distribuzione territoriale delle imprese a livello nazionale (Federke e Wollnik, 2007; Devereux et al., 2004). Albert, Casanova e Orts (2013), applicando tecniche analoghe a quelle qui utilizzate (come la funzione *Ripley's K*), studiano l'addensamento delle attività economiche in Spagna mostrando come, contrariamente a quanto previsto dalla teoria economica, siano i settori relativamente "low-tech" ad addensarsi maggiormente (ad esempio le lavorazioni tessili e di pellami). Fra gli studi regionali e locali, le tecniche di *Kernel Density Estimation* (KDE) sono sfruttate ampiamente, ad esempio per identificare i *Central Business District* a livello urbano (Borruso, 2008), o per studiare la densità di bar e locali, con lo scopo di regolamentare la concessione di licenze (Liomonta, 2014).

I risultati ottenuti in questo lavoro sono utili per ulteriori analisi territoriali o applicazioni cartografiche. Emerge una visione unitaria e completa della collocazione delle attività economiche nel comune di Pesaro, per mezzo di una banca dati georeferenziata che può essere consultata, aggiornata o espansa. Da essa è possibile studiare i processi di addensamento, localizzazione o diffusione effettuati dagli agenti economici. Infine, gli

scenari analizzati possono essere sfruttati per interventi di pianificazione, per regolamentare lo sviluppo locale, o per intervenire su casi specifici.

L'articolo è strutturato come segue. Nel Paragrafo 2 sono descritti i dati di base e il processo di georeferenziazione. Nel terzo paragrafo viene condotta un'analisi statistico-descrittiva delle caratteristiche delle imprese, in parallelo con una rappresentazione cartografica di esse nel contesto territoriale. Emergono dei risultati interessanti sui profili delle attività economiche in relazione alla localizzazione, e sulle diverse capacità di risposta dei settori alla recente crisi economico-finanziaria. Nel paragrafo quarto, infine, viene realizzata un'analisi territoriale approfondita attraverso tecniche avanzate di *spatial analysis*, descrivendone in dettaglio la metodologia. Nello specifico viene calcolata la densità delle attività economiche, evidenziando le differenze interne ai settori. Il paragrafo cinque conclude.

2. Descrizione dei dati e georeferenziazione

I dati derivano dall'estrazione del database del Registro delle Imprese (RI), gestito dalla Camera di Commercio di Pesaro-Urbino. Il registro è onnicomprensivo e ha caratteristiche di censimento, dal momento che ogni soggetto economico è tenuto ad iscriversi obbligatoriamente. Il *dataset* è riferito alle attività economiche presenti sul territorio del Comune di Pesaro e contiene informazioni generali sull'anagrafica delle imprese, quali la denominazione, il numero di addetti, il capitale sociale, l'indirizzo aziendale ed altri dati di riferimento. L'attività esercitata è riassunta da codici identificativi, classificati secondo lo standard ATECO 2007 (ISTAT, 2008)¹. I dati rappresentano un'istantanea all'anno 2013 dello stock di attività economiche registrate e, generalmente, non hanno una dimensione temporale. Tuttavia, alcune variabili – quali l'anno di iscrizione nel registro, o le date di eventuale fallimento – consentono alcune valutazioni intertemporali.

1 La classificazione delle attività economiche ATECO (ATTività ECONomiche) è una classificazione alfa-numerica ad elevato grado di dettaglio (fino alla sesta cifra) adottata dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT).

La Tabella 1 illustra la composizione dei dati di riferimento: le attività economiche complessivamente registrate sono 12498; di queste, oltre diecimila (l'83%) hanno la sede legale collocata nel territorio comunale².

L'area di studio, il comune di Pesaro, riguarda una città di medie dimensioni (circa centomila abitanti), di rilevanza strategica all'interno della regione (è il secondo comune delle Marche, capoluogo di Provincia) e dell'Italia Centrale. Il territorio è affacciato sul mare e attraversato dal fiume Foglia, che genera una zona pianeggiante e ampiamente urbanizzata, racchiusa da colline sulla costa. La città è caratterizzata da numerose presenze turistiche, favorite dalla posizione litoranea e dai monumenti del centro storico, e da una nota realtà industriale, che si configura nel noto "distretto del mobile" (ufficialmente riconosciuto). Insieme ad alcuni comuni circostanti, infatti, Pesaro è caratterizzata un'industria manifatturiera di rilievo: la specializzazione è nella produzione di mobili, che raggiunge il 7% del totale di quelli prodotti in Italia, e il 14% nel caso delle cucine componibili³. Altra specificità produttiva è quella dei motori, motocicli e biciclette.

Per realizzare le mappe e le analisi territoriali, è stato necessario un preventivo processo di *georeferenziazione*⁴. Per georeferenziare le attività economiche si è fatto riferimento all'indirizzo stradale della sede aziendale presente nel Registro delle Imprese. Inoltre, dal momento che la georeferenziazione dei numeri civici era già a disposizione del S.I.T. del Comune (come *shapefile* di punti), è stato possibile collegare le due banche dati attraverso un *join* di tipo *one-to-many* (in quanto ai codici univoci dei numerici civici possono corrispondere una o più imprese). I processi di bonifica e normalizzazione necessari al *matching* fra le due banche dati

2 Negli altri casi i dati si riferiscono a varie unità locali (ad es. filiali, parti di impresa, magazzini ecc.), talvolta plurime nel caso delle imprese più grandi. Questa distinzione è rilevante ai fini della successiva analisi territoriale, nella quale saranno rappresentate solo le imprese con sede legale nel comune, al fine di evitare duplicazioni o distorsioni delle informazioni.

3 Fonte: <http://it.wikipedia.org/wiki/Pesaro#Economia>.

4 Per *georeferenziazione* si intende "la procedura software che consiste nel posizionare, mediante punti a coordinate note (punti di controllo), dati vettoriali o un'immagine raster nella rispettiva zona del territorio reale, secondo un determinato sistema di riferimento" (ESRI Italia)

TABELLA 1 – Attività economiche per sede, macro-settore di attività (sezioni ATECO), e classificazione dimensionale per dipendenti e capitale sociale

	Num.	%
Attività economiche		
Totale attività economiche	12,498	
– sedi aziendali	10,362	82.9
– unità locali	2,136	17.1
Macro-settori di attività (ATECO)		
Commerciale (G)	3,463	27.7
Costruzioni / Edilizia (F)	1,676	13.4
Manifatturiero (C)	1,480	11.8
Attività Immobiliari (L)	947	7.6
Alberghiero e ristorazione (I)	846	6.8
Attività professionali e tecniche (M)	566	4.5
Agricolo (A)	523	4.2
Attività di servizi (S)	480	3.8
Trasporti / Magazzinaggio (H)	436	3.5
Settore non specificato (X)	664	5.3
Altri settori (Z)	1,417	11.3
Finanza e assicurazioni (K)	360	2.9
Agenzie viaggio / Supporto aziendale (N)	313	2.5
Informazione e comunicazione (J)	287	2.3
Classi di dipendenti (classificazione ISTAT)		
Nessun dipendente	4,852	49.7
Un dipendente	1,375	14.1
Da 1 a 10 dipendenti	2,546	26.1
Da 10 a 50 dipendenti	736	7.5
Da 50 a 250 dipendenti	187	1.9
Oltre 250 dipendenti	74	0.8
Piccole imprese		
Imprese unipersonali	6227	49.8
Micro-imprese (fino a 5 dipendenti)	7,909	63.3
Classi di capitale sociale		
Nessuno/Non specificato	5,264	42.1
Fino a 10.000	1,657	13.3
Da 10.000 a 20.000	2,763	22.1
Da 20.000 a 50.000	1174	9.4
Da 50.000 a 100.000	673	5.4
Da 100.000 a 500.000	456	3.7
Oltre 500.000	511	4.1

Fonte: elaborazioni dell'autore su dati Camera di Commercio di Pesaro-Urbino

hanno richiesto un notevole sforzo, a causa dell'elevata disomogeneità nella registrazione degli indirizzi (circa 12500, da relazionare con oltre 35mila numeri civici) e alla struttura non normalizzata del database sulle imprese. In particolare gli interventi più consistenti hanno riguardato la corrispondenza fra i nomi via negli stradari⁵ e l'estrazione del sub-civico (es. civici nella forma "10/A" o "5/2")⁶.

3. Le attività economiche: caratteristiche e localizzazione

3.1. Distribuzione territoriale delle attività

Sulla base della georeferenziazione è stato possibile rappresentare in mappa le imprese⁷. Nella Figura 1 le attività economiche sono indicate dai punti di colore giallo, in sovrapposizione a un modello digitale del terreno (*Digital Elevation Model* – DEM). La collocazione delle attività economiche in relazione alle caratteristiche morfologiche del territorio è evidente: gli addensamenti maggiori sono nella zona pianeggiante generata dal fiume Foglia e nell'area commerciale e industriale al centro della mappa (Villa Fastiggi/Villa Ceccolini).

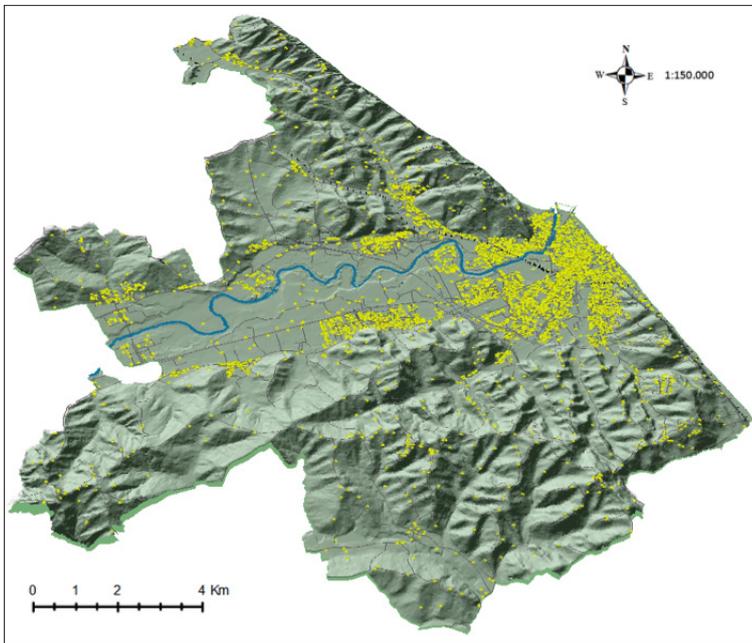
Nella Figura 2, degli istogrammi evidenziano le quote relative di attività economiche e di numeri civici (sui rispettivi totali). Si nota chiaramente che nei quartieri

5 Per estendere i possibili collegamenti fra i dati (*matching*), è stata confrontata *contemporaneamente* l'uguaglianza fra varie modalità di esprimere il nome della via (abbreviata o puntata, estesa ecc.), attraverso un comando MS Access definito da un'istruzione SQL. In questo modo è stata trovata una corrispondenza "automatizzata" per l'87% dei record (10884 su 12498).

6 Spesso, infatti, la barra o il trattino non indicavano effettivamente il sub-civico, ma dei civici multipli (ad es. con la dicitura "10/15" per indicare "numeri civici dal 10 al 15"). Un metodo utilizzato per automatizzare la procedura di distinzione di questi casi è stato quello confrontare i due numeri prima e dopo la barra: se i numeri sono simili, nel senso che il secondo supera di poco il primo (ad es. entro le cinque unità), è probabile che si tratti di un civico ripetuto piuttosto che di un sub-civico. L'opposto nel caso in cui i numeri sono molto "distanti" (ad es. nei casi del tipo: "15/2" o "123/8"). In questo modo si è riusciti a separare gran parte dei casi in maniera automatizzata.

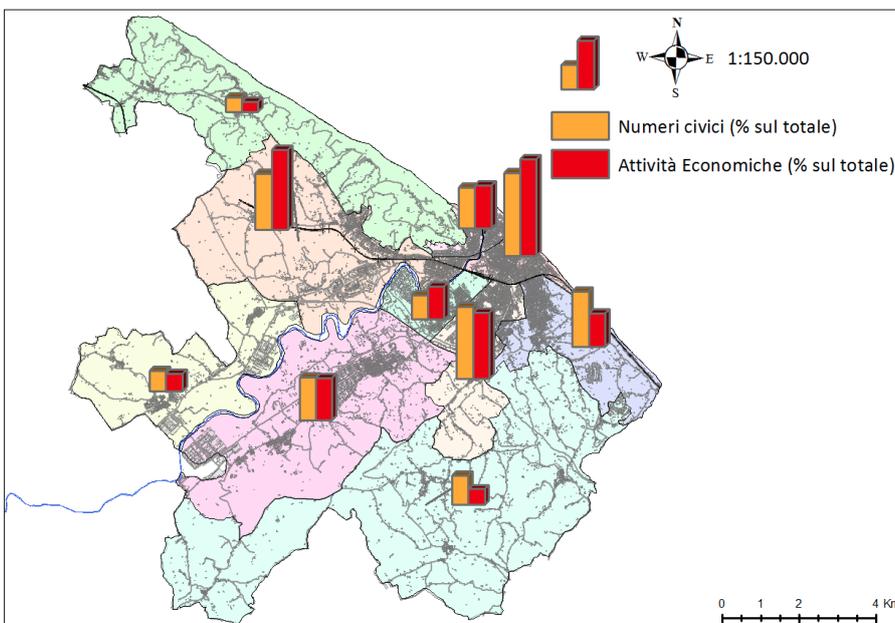
7 Le elaborazioni, le rappresentazioni e le analisi sono state realizzate con il pacchetto software *ESRI ArcGIS (ArcMap, ArcCatalog, ArcScene)*. Il sistema di riferimento adottato è il *Gauss-Boaga (Monte Mario-Italy 2)*.

FIGURA 1 – Collocazione delle attività economiche in un modello digitale del terreno (DEM)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino. Scala 1:150.000

FIGURA 2 – Composizione percentuale di attività economiche e numeri civici, per quartiere



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino

più urbanizzati (quelli centrali), rispetto a quelli periferici, è maggiore la quota relativa di numeri civici. Confrontando le altezze relative degli istogrammi si delineano i quartieri a carattere prevalentemente industriale/commerciale, ovvero quelli in cui le colonne rosse (riferite alla quota relativa di attività) sono più alte. Viceversa, i quartieri periferici a sud della mappa, sono collinari, meno urbanizzati e a carattere prevalentemente residenziale.

3.2. L'attività esercitata dalle imprese

Fra le sezioni ATECO (Tabella 1), la principale per numerosità, con il 27.7% del totale, è quella riferita alle attività commerciali (sia all'ingrosso che al dettaglio, comprensiva delle riparazioni di veicoli). È rilevante che al terzo posto, dopo i settori commerciale ed edile, si trovi il settore manifatturiero (circa 1500 attività, 11.8% del totale): ciò evidenzia la vocazione industriale di Pesaro e, più in generale, della regione Marche⁸.

All'interno del settore manifatturiero emerge il "distretto del mobile", specializzazione produttiva del territorio. I mobilifici sono la prima categoria, con il 25% del settore. Inoltre, alle manifatture di mobili in senso stretto si aggiungono le altre imprese che, indirettamente, rientrano nel distretto mobiliere, quali l'industria del legno (falegnamerie, fornitori di legname ecc.), le fabbricazioni di prodotti in metallo (componenti o parti per mobili, cerniere, serrature ecc.), la riparazione e fabbricazione di macchine utensili e attrezzature, ecc.

Dai dati emerge che il distretto è interconnesso profondamente sia "a valle" del processo produttivo (nel settore commerciale o della distribuzione del prodotto), che "a monte" (in termini di progettazione, design, consulenze tecniche). Infatti, si riscontrano quote elevate di attività professionali a supporto delle imprese, come il design industriale e tecnico, la fotografia industriale e i servizi di traduzione (richiesti dalle imprese manifatturiere che operano sui mercati esteri). In questo modo,

⁸ Nel settore dei servizi, le attività dei servizi in senso stretto (sezione S) contano per il 3.8% del totale, ma se sommate con altre sezioni, come le attività professionali e tecniche (4.5%), i servizi immobiliari (7.6%) e di agenzia (2.5%), o quelli finanziari (2.3%), si raggiunge una percentuale elevata, che dimostra la terziarizzazione dell'economia avvenuta anche in città di medie dimensioni.

la manifattura di mobili trascina l'occupazione di personale qualificato, favorendo lo sviluppo economico locale. All'interno del commercio all'ingrosso, inoltre, le sotto-categorie principali sono quelle relative ai mobili, agli articoli per la casa, e ai rappresentanti e fornitori del settore.

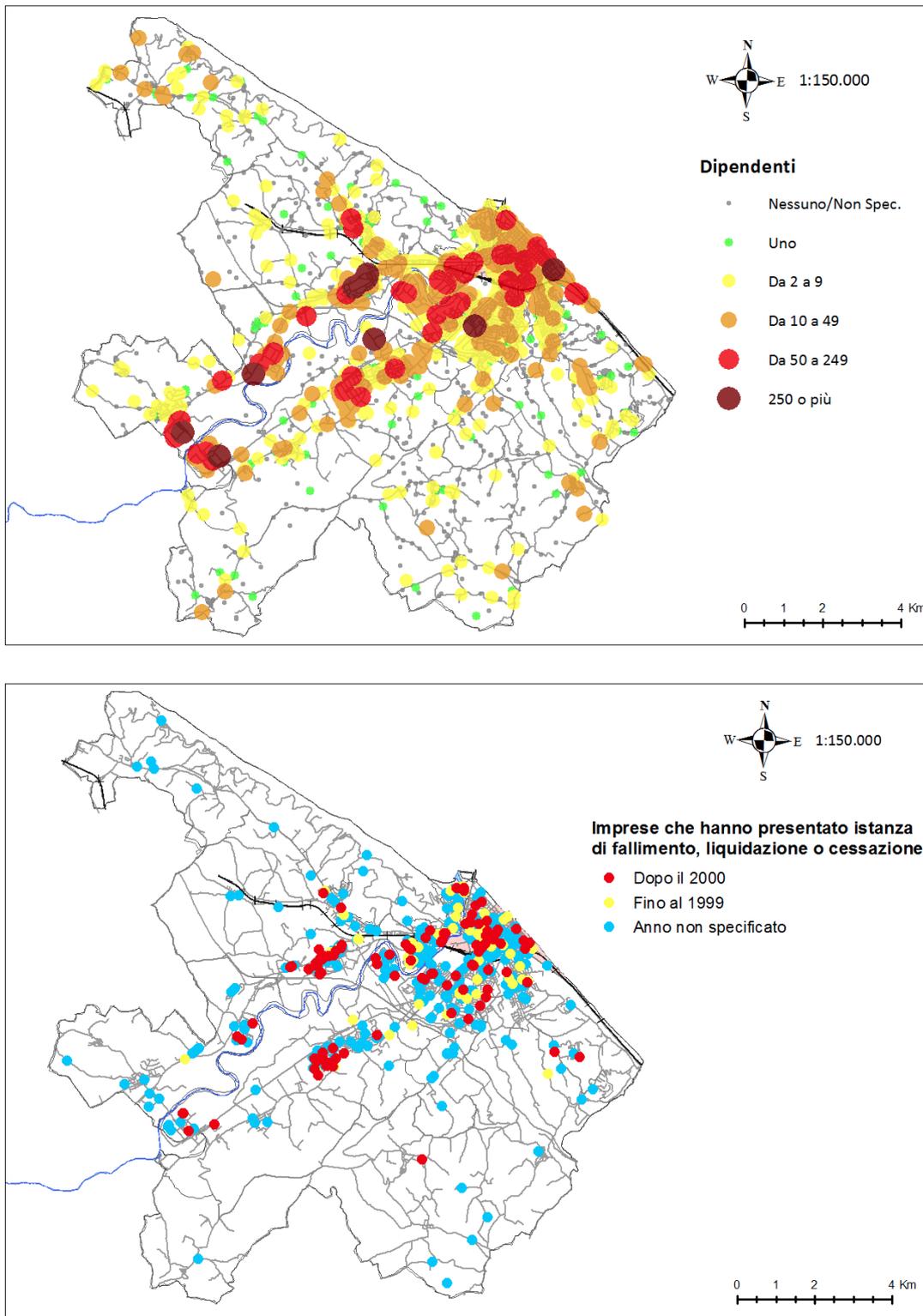
3.3. Analisi dimensionale: addetti e capitale

La dimensione delle attività economiche può essere analizzata suddividendo il campione per numero di dipendenti e capitale sociale (Tabella 1)⁹. La quota percentuale di piccole imprese è elevata: circa metà delle attività economiche non dispone di dipendenti oltre al titolare (imprese unipersonali), mentre il 63% del totale ne ha cinque o meno; complessivamente, il 90% circa delle attività economiche non supera i dieci addetti. Nel territorio sono però insediate anche alcune imprese manifatturiere molto grandi (con oltre mille dipendenti). Questa struttura del sistema imprenditoriale ricalca quella generalmente riscontrata nelle Marche e nel Centro Italia, in cui si riscontrano distretti (o *cluster*) di imprese di piccola dimensione, o a carattere familiare, che complessivamente detengono quote di mercato significative. La Figura 3 (pannello superiore) mostra la distribuzione delle imprese nelle classi di dipendenti. Le imprese grandi, di colore marrone (250 dipendenti o più) e rosso (da 50 a 250 dipendenti), si raggruppano in prevalenza negli agglomerati industriali esterni al centro (Villa Fastiggi / Villa Ceccolini e Cattabrighe / Fabbreccie). Le numerose imprese di piccola dimensione sono invece concentrate nel centro storico (prevalentemente negozi), o distribuite sul territorio nel caso delle aziende agricole.

Dai dati emerge che la relazione fra numero di dipendenti e capitale sociale non è biunivoca: esistono numerose imprese con pochi dipendenti ma dall'elevato capitale sociale. Questo risultato è comune nei sistemi economici sviluppati, in cui sono presenti una forte terziarizzazione dell'economia e una sostanziale immate-

⁹ Va segnalato che i dati relativi a queste variabili risultano talvolta mancanti o non specificati. I risultati vanno dunque interpretati tenendo conto del fatto che le percentuali potrebbero risultare distorte a vantaggio delle classi nulle (nessun dipendente e nessun capitale), in cui è probabile che ricadono parte dei valori mancanti.

FIGURA 3 – Attività economiche per classi di dipendenti (sopra), e fallite, liquidate o cessate nel tempo (sotto)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino

rialità delle attività per cui, anche imprese molto grandi in termini di capitale (o di fatturato), non impiegano un numero di addetti altrettanto elevato per svolgere l'attività, soprattutto se è innovativa e ad alta intensità di capitale *intangibile*. Nello specifico, i settori che risultano a più alta intensità di addetti (e basso capitale) sono quelli in cui il ruolo del personale non è sostituibile per mezzo di investimenti in capitale fisico, come l'assistenza sociale, o la ricettività alberghiera.

3.4. Le attività in crisi: fallimenti, liquidazioni e cessazioni

Alcune attività economiche presenti nel Registro delle Imprese hanno registrato, nel corso degli anni, episodi di crisi. Complessivamente 1019 imprese sono fallite (2.4% del totale), liquidate (5.4%) o cessate (0.34%). La maggior parte degli episodi è avvenuta in anni recenti: oltre l'80% dopo il 2000. Per questo motivo, nella Figura 3 (pannello inferiore), la distribuzione delle imprese che hanno sperimentato episodi di crisi è stata distinta nei due periodi. Pur essendo piuttosto omogenea e diffusa sul territorio, infatti, si nota come i punti di colore rosso (fallimenti avvenuti dopo il 2000) siano più concentrati nelle zone industriali del distretto mobiliere (al centro della mappa e a nord del fiume Foglia). La mappa documenta una realtà nota sul territorio, secondo cui gli effetti della crisi economica sull'industria manifatturiera e del mobile sono stati consistenti negli ultimi anni.

Il fallimento avviene, prevalentemente, dopo quattro anni dall'inizio dell'attività; la liquidazione dopo tre. Il fenomeno riguarda quindi imprese non ancora del tutto consolidate. Le imprese fallite, liquidate o cessate, hanno complessivamente un numero medio inferiore di dipendenti (6 contro 10 della media generale) e di capitale sociale.¹⁰ I settori in cui più frequentemente le imprese si sono trovate in crisi sono l'industria del mobile (fabbricazione di mobili e di prodotti in metallo, industria

del legno) e il settore delle costruzioni, mentre quelli in cui la percentuale di imprese fallite è relativamente più bassa sono quelli "tradizionali", come le aziende agricole, la ristorazione e i servizi alla persona. È interessante osservare, a tal proposito, che le imprese che hanno iniziato l'attività negli anni centrali della crisi economica (il biennio 2007-2009), sono state prevalentemente quelle legate all'economia reale, più impermeabili – almeno secondo la percezione diffusa – alle congiunture finanziarie: hanno infatti guadagnato quote percentuali relative le attività manuali edili (muratori), i bar e le aziende agricole. Negli stessi anni, invece, la quota relativa del settore manifatturiero è scesa di due punti percentuali.

4. Analisi territoriale e *spatial statistics*: metodologie e risultati

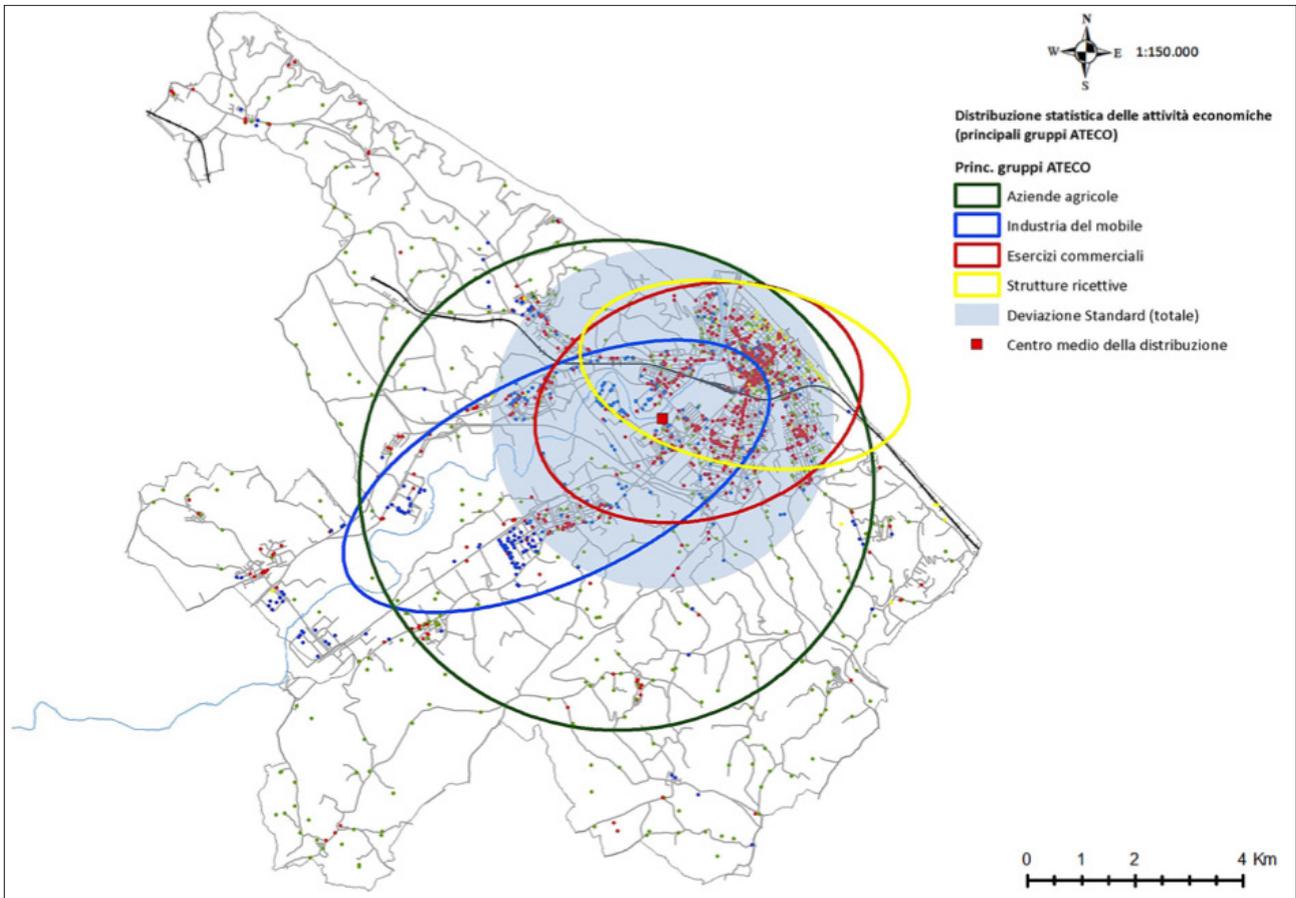
La lettura dei dati di carattere descrittivo commentata nel capitolo precedente può essere approfondita e formalizzata per mezzo di tecniche di *statistica spaziale*. I vantaggi di questi approfondimenti sono molteplici: innanzitutto, si realizzano degli indicatori statistici di misura della distribuzione, superando l'arbitrarietà dell'analisi visuale.¹¹ Per mezzo dell'interpolazione su una superficie continua della densità dei punti, poi, si identificando e si quantificano le aree soggette maggiormente ai fenomeni di addensamento *per ogni porzione del territorio*. Inoltre, nel caso di misure di densità come quella adottata nel prosieguo (KDE), si considera l'effettiva concentrazione dei punti nel territorio, trascurando i limiti amministrativi non significativi nei fenomeni reali e tenendo conto delle aree in cui i punti risultano molto addensati o sovrapposti.¹² Inoltre, dal momento che la tecnica utilizzata può pesare maggiormente gli oggetti vicini fra loro rispetto a quelli lontani, si riesce a tener conto in parte dei fenomeni di interazione e

10 Tuttavia, la classe dimensionale in cui rientra il maggior numero di imprese in crisi non è quella delle micro-imprese, ma quella con un numero di addetti compreso fra cinque e dieci. Quindi, il profilo tipico delle imprese in crisi descrive delle attività di piccola dimensione o a carattere familiare (spesso facenti parte dell'industria del mobile o dell'edilizia), che non risultano sufficientemente grandi da resistere alle fluttuazioni dei mercati, ma neanche flessibili e adattabili come quelle unipersonali.

11 Ad esempio si può attribuire un punteggio di densità ad ogni area, che potrebbe essere utilizzato per successive sovrapposizioni e interpolazioni. In questo modo è possibile, ad esempio, collegare i punti sulla mappa con altri dati statistici o geografici.

12 Questa caratteristica è molto utile nel caso in questione in cui, spesso, diverse attività economiche risultano inserite in uno stesso numero civico (ad esempio all'interno di un centro commerciale), e in cartografia appaiono accorpate in un singolo punto.

FIGURA 4 – Distribuzione geografica delle attività economiche (principali gruppi ATECO)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino

collegamento fra attività economiche limitrofe (effetti di secondo ordine)¹³. Infine, nei casi in cui la densità viene ponderata sulla base di altri fattori, come la dimensione delle imprese, è possibile visualizzare effetti di interazione, o altre relazioni complesse, in una semplice cartografia.

Un primo modo di misurare la distribuzione dei punti di interesse (*point pattern*), è calcolare delle statisti-

13 Rispondendo ad uno dei principi cardine del moderno studio della geografia e del territorio, riassunto nella cosiddetta *legge di Tobler* (1970): “*Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*” (Trad.: “ogni cosa è correlata ad un'altra, ma le cose più vicine fra loro sono più correlate rispetto a a quelle lontane”) e catturando in parte gli effetti di *secondo ordine* (l'interazione fra gli eventi) e non soltanto quelli di *primo ordine* (ovvero la distribuzione determinata dalla morfologia del territorio).

che descrittive, come il *centro medio della distribuzione* e i *cerchi* (o ellissi) di *distribuzione*¹⁴. Nella Figura 4 il *centro medio* (quadrato rosso) e il *cerchio di deviazione*

14 Il *centro medio* della distribuzione (*s*) è il punto che si ricava come media delle coordinate (*x* e *y*) di tutti i punti (*n*); in altri termini, le coordinate del centro *s* sono la media di quelle di tutti gli altri punti (μ_x e μ_y):

$$\bar{s} = (\mu_x, \mu_y) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)$$

Il *cerchio di deviazione standard* misura la dispersione dei punti attorno al centro medio; è quella circonferenza che ha come raggio la *distanza standard d* (e come centro quello medio dei punti *s*):

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 + (y_i - \mu_y)^2}{n}}$$

standard (area circolare azzurra) sono riferiti alla distribuzione complessiva dei punti, che si concentrano nella fascia centrale della mappa, lungo il fiume Foglia. Sebbene l'addensamento maggiore sia nella zona centrale della città, il cerchio di deviazione standard tiene conto della dispersione complessiva nella distribuzione dei punti e quindi è influenzato anche dalle imprese che si trovano ai margini del territorio comunale¹⁵. Pertanto, si estende oltre il centro storico, con un raggio di scostamento medio dei punti dal centro della distribuzione di 3 km. Nella stessa figura, oltre alla distribuzione generale, sono riportate delle statistiche relative ai settori ATECO principali, utilizzando gli *ellissi di deviazione standard*¹⁶, che consentono di cogliere l'orientamento delle distribuzioni settoriali. La distribuzione più diffusa sul territorio è quella delle aziende agricole; in questo caso non emerge un orientamento direzionale e l'ellisse assume una forma praticamente circolare, con un raggio molto ampio (colore verde). Al contrario, le aziende manifatturiere si localizzano nelle zone industriali del comune, collocate lungo il fiume Foglia e in prossimità delle principali vie di comunicazione. In questo caso, la distribuzione è riassunta da una forma molto ellittica e "stretta" (di colore blu), orientata in direzione Nord-Est - Sud-Ovest. Gli assi maggiore e minore misurano rispettivamente 4,2 km e 1,8 km. La distribuzione degli esercizi commerciali (di colore rosso), presenta una forma più circolare, spostata in sovrapposizione al centro storico e al quartiere Centro-Mare. L'orientamento è però lo stesso delle aziende manifatturiere, a compren-

15 Se la distribuzione dei dati è "normale" (*spatial normal distribution*), il cerchio di deviazione standard copre circa il 68% dei valori, mentre il doppio del cerchio ne contiene il 95%.

16 La formulazione degli *ellissi di deviazione standard* è analoga a quella descritta nella nota precedente relativamente al cerchio di deviazione standard, con la differenza che in questo caso le distanze standard calcolate sono due (SDE_x e SDE_y), una per ogni asse dell'ellisse:

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

Dove x e y sono le coordinate del i -esimo punto, X e Y le coordinate del centro medio della distribuzione e n il numero totale di eventi. In questo modo, osservando la conformazione dell'ellisse, si può cogliere l'orientamento della distribuzione.

dere le zone commerciali e direzionali di Villa Fastiggi / Villa Ceccolini. Le strutture ricettive, infine, sono collocate prevalentemente nel centro storico e lungo la costa: la loro distribuzione è pertanto ruotata lungo l'asse Nord-Ovest - Est, orientandosi in sovrapposizione al litorale, per una lunghezza di circa 3 km (asse maggiore dell'ellisse). Le diversità negli ellissi riassumono le scelte di collocazione delle imprese, probabilmente basate su criteri funzionali piuttosto che su una zonizzazione pianificata. Ad esempio le strutture ricettive, prevalentemente rivolte al turismo balneare, si distribuiscono lungo la linea di costa, mentre quelle produttive si collocano lungo le vie di comunicazione, quali l'autostrada A14 e la strada statale che collega Pesaro alla provincia interna, in cui è dislocato il distretto mobiliere.

Un metodo per valutare la concentrazione di un fenomeno sul territorio, ampiamente applicato in analisi territoriali (O' Sullivan e Unwin, 2003; Borruso, 2009), è costituito dall'analisi di densità Kernel, o *Kernel Density Estimation* (KDE)¹⁷. In questo lavoro, dopo aver testato diverse simulazioni, l'ampiezza di banda (o *bandwidth*) è stata fissata a 250 metri¹⁸. La scelta dell'ampiezza del raggio di analisi tiene conto della scala di riferimento, dell'estensione dell'area di studio e del fenomeno analizzato.¹⁹

17 Formalmente (O' Sullivan e Unwin, 2003):

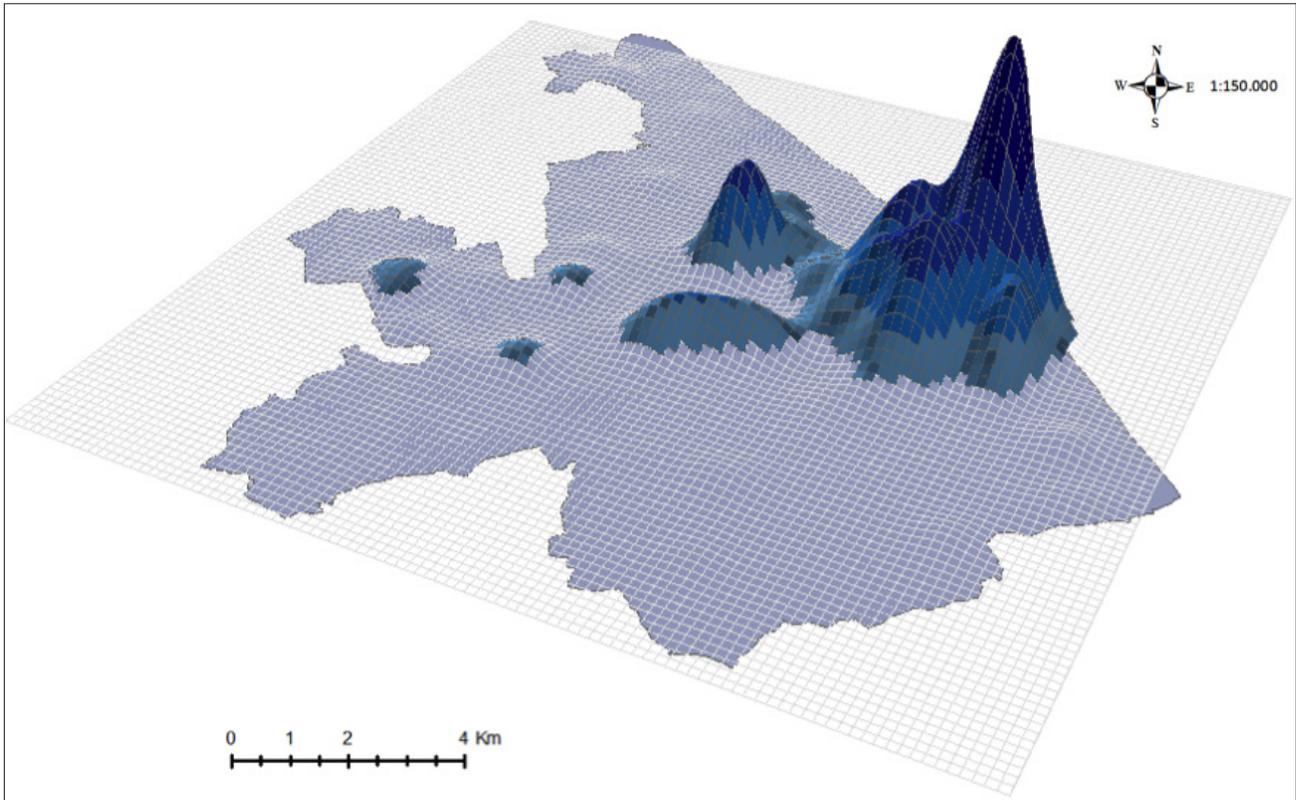
$$k = n \cdot [S \in C(p, r)] / \pi r^2$$

Ovvero la funzione k è data dal numero di eventi S compresi in un cerchio C di raggio r e centrato nel punto di interesse p , in rapporto alla superficie del cerchio (πr^2).

18 In questa tecnica la scelta dell'ampiezza del raggio di analisi è un parametro cruciale da impostare per valutare la densità: ampiezze molto grandi restituirebbero risultati troppo "smussati" ed attenuati, non distinguendo le diverse densità all'interno di specifiche aree. Al contrario, valori troppo bassi restituirebbero risultati troppo puntuali, con picchi di densità molto netti in corrispondenza dei singoli punti, vanificando i benefici dell'aggregazione. Per realizzare la KDE, lo strumento genera una "griglia" di celle, o pixel, che viene sovrapposta all'area di studio; la densità viene poi calcolata singolarmente per ognuna di queste celle. L'ampiezza di queste celle (*cell size*) può essere selezionata dall'utente (cs = 10 nelle mappe realizzate in questo lavoro) e determina il dettaglio dell'immagine risultante, ma non altera significativamente i risultati ottenuti.

19 Il valore è consono a cogliere la distanza fra le attività economiche in media, più concentrate nelle zone centrali e più lontane fra loro in periferia. Inoltre, relativamente alla forte concentrazione del centro storico, il valore è dimensionato allo spazio

Figura 5 – Addensamento delle attività economiche nella zona centrale: superficie tridimensionale generata dalla *Kernel Density Estimation (KDE)* (note: *Kernel Density Estimation*, $cs=10$; $bw=250$)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino. Scala 1:150.000

Dal momento che la Kernel Density Estimation è una funzione che tiene conto anche della rispettiva vicinanza dei punti, pesando maggiormente le attività vicine fra loro rispetto a quelle lontane, il risultato della stima può essere interpretato sotto forma di superficie tridimensionale²⁰. Si può costruire una griglia, in cui per

percorribile da un individuo a piedi (ad esempio passeggiando fra i negozi del centro) in circa 3 minuti (ad una velocità di 1.3m/s; Limonta, 2014).

²⁰ La *funzione KDE (Kernel Density Estimation)* fa capo ad una famiglia di funzioni matematiche che forniscono una stima di densità di un fenomeno puntuale, secondo una formulazione del tipo seguente:

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right)$$

In ogni punto s dell'area di studio viene misurata l'intensità di concentrazione di punti (s_i), in relazione ad un'ampiezza di banda

ogni cella il valore dell'altezza è dato dalla densità di attività economiche, pesando maggiormente quelle più vicine: nella Figura 5, i picchi che si evidenziano sono determinati in maniera continua sulla base della densità, calcolata in relazione alla rispettiva vicinanza fra i punti. La figura offre una visualizzazione interpolando in una superficie un fenomeno descritto da un insieme di punti. In questo modo i cambiamenti di densità si osservano nel continuo e non sono legati ai singoli punti di osservazione o a un intorno di essi.

τ . Le specifiche funzioni *kernel* $k()$ adottate dai diversi software possono essere di vario tipo e pesare diversamente la distanza fra i punti; le più comuni sono quelle *gaussiana*, *uniforme*, o *triangolare*. In questo caso è stato utilizzato il software CrimeStat 3.3 (si veda CrimeStat 3.3 User Manual – Part III, per una formalizzazione di queste funzioni).

Nella Figura 6, le applicazioni dell'analisi di densità *kernel* sono visualizzate in classi di densità delle attività economiche: molto elevata (marrone), elevata (rosso), media (arancio) e bassa (giallo); le aree a densità molto bassa o nulla non sono state evidenziate. Nelle aree a densità molto elevata si stimano oltre duemila imprese per chilometro quadrato²¹. Nelle Figure 5 e 6 emerge, in generale, la concentrazione molto elevata di attività economiche nel centro storico²² e si notano i picchi di densità corrispondenti all'area industriale e commerciale di Cattabrighe / Fabbreccie. Nella Figura 5 si evidenziano altre aree di densità lungo il fiume Foglia e nelle aree industriali.

È interessante osservare i due pannelli della Figura 6, confrontandone i risultati. Nella Figura inferiore, infatti, la *kernel density* è stata ponderata per tener conto della dimensione delle imprese secondo il numero di dipendenti: ovvero, è stato attribuito un peso maggiore alle imprese più grandi, rispetto a quelle piccole. Si nota chiaramente come, pur rimanendo forte la concentrazione nella zona del centro storico, altre aree assumano livelli di densità elevati: in quelle zone è maggiore la concentrazione di grandi imprese. È il caso delle zone industriali a sud-ovest del centro e lungo il fiume Foglia, comprese nei quartieri Villa Fastiggi / Villa Ceccolini, Cattabrighe / Fabbreccie e Borgo S. Maria.

Nella Figura 7, l'analisi di densità *kernel* è stata condotta separatamente nei principali macro-settori ATECO. Si nota innanzitutto la distribuzione particolare del settore agricolo, sparso "a macchia di leopardo" su tutto il territorio; ciò in contrapposizione al settore commerciale, i cui picchi di densità (aree rosse e arancioni) sono concentrati nei quartieri centrali. Il settore manifatturiero presenta aree a forte densità nelle zone industriali a sud-ovest del centro (area al centro della mappa) mentre è meno addensato nella prima pe-

21 Tra 1000 e 2000 attività per km² in quelle a densità elevata, tra 500 e 1000: densità medio-elevata; tra 150 e 500: densità media; da zero a 150: densità bassa o nulla.

22 Nello specifico del centro storico, la densità di esercizi commerciali potrebbe essere stimata efficacemente con una variante della *kernel density*, riferita alla densità lungo una rete (o network) di vie, immaginando la concentrazione non riferita ai singoli punti delle attività, ma a dei segmenti lineari lungo le vie cittadine (come ad es. le vetrine dei negozi) (Borruso, 2008; Limonta, 2014).

riferia a carattere residenziale. Le attività ricettive, addensate nel centro storico, presentano picchi di colore rosso lungo la costa e nei pressi del porto turistico.

In conclusione, gli addensamenti che si sono riscontrati per mezzo dell'analisi di densità *kernel* possono essere quantificati analiticamente ricorrendo ad un'altra tecnica, nota come *funzione K di Ripley*²³. Questa tecnica, appartenente ai metodi basati sulla *distanza* fra i punti²⁴, ha il vantaggio di quantificare l'intensità della concentrazione: nello specifico è possibile capire a quale distanza fra i punti si realizzano i raggruppamenti più consistenti. La funzione K, infatti, confronta la concentrazione relativa di punti in una determinata zona con quella dell'intera area di studio, per diverse distanze: in questo modo si può comprendere quale sia la soglia in cui si verifica la massima concentrazione (o dispersione) degli eventi. Con questa tecnica si effettua anche un test di significatività statistica sulla distribuzione osservata del *point pattern*, confrontandola con una di riferimento "casuale", utilizzata come *benchmark (Complete Spatial Randomness - CSR)*. Con questo test statistico, di fatto, si conferma che la maggiore concentrazione di punti osservata in delle aree del *point pattern* non è dovuta al caso.

23 Matematicamente, la *funzione K* (Ripley, 1976) si definisce come:

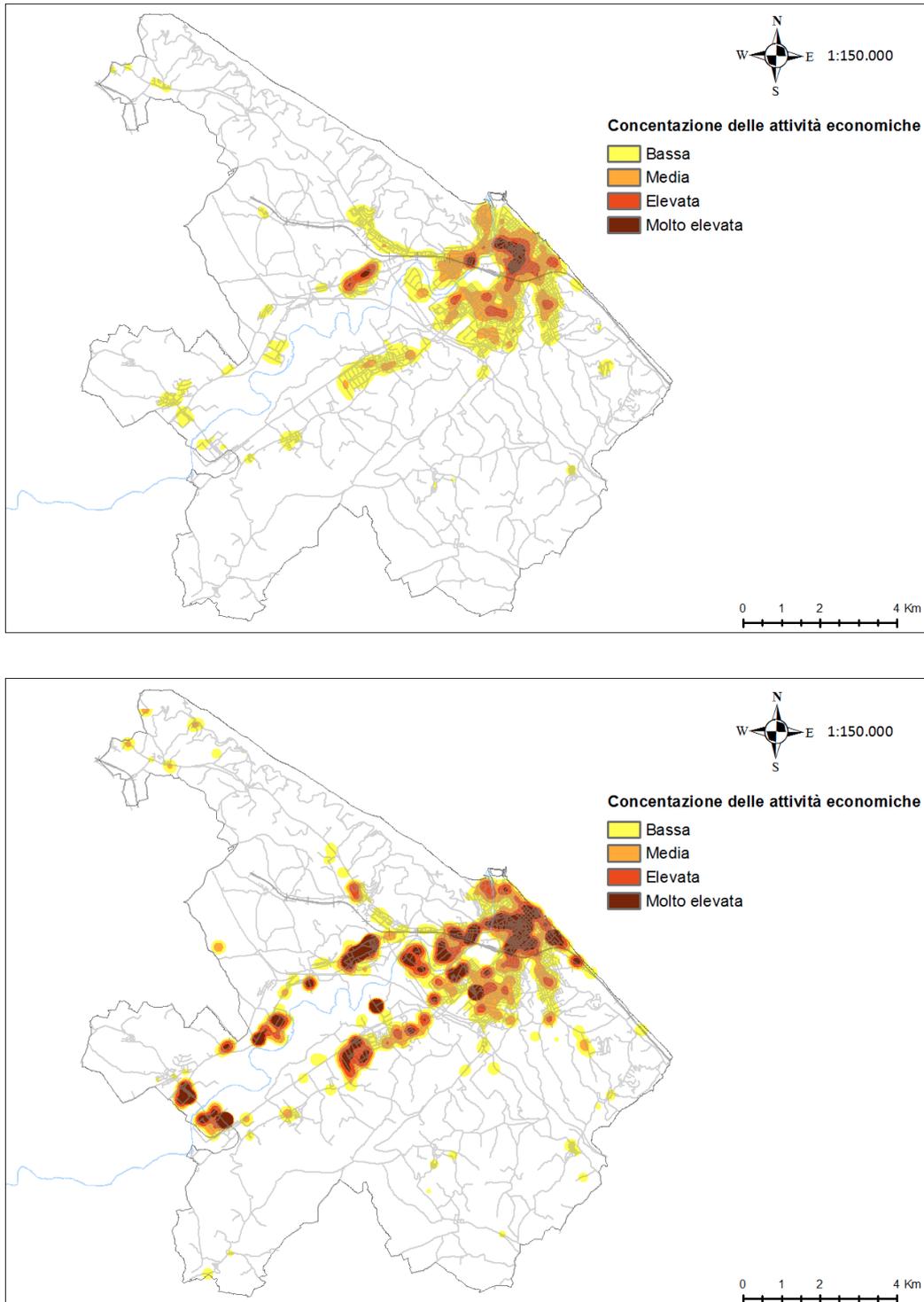
$$K(r) = \frac{1}{\lambda N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N I(d_{ij})$$

La funzione $K(r)$ conta il numero di eventi che cadono all'interno di determinate soglie di distanza (raggio r), in relazione alla densità complessiva di punti nell'intera area di studio ($\lambda = N / A$, dove A è l'area dell'intera regione di studio e N il numero totale di punti). $I(d_{ij})$ è una funzione indicatore, che assume valore 1 se la distanza d_{ij} fra i punti è inferiore al raggio di riferimento r , e 0 se tale distanza è superiore (in tal caso i punti non sono considerati "vicini", *neighbour*, e quindi non vengono conteggiati).

Per ragioni pratiche e per realizzare il test statistico di confronto, nei pacchetti software la funzione $K(r)$ viene comunemente trasformata in un'altra chiamata $L(d)$, di confronto con una distribuzione attesa. Per i dettagli si rimanda al manuale del software ESRI ArcGIS.

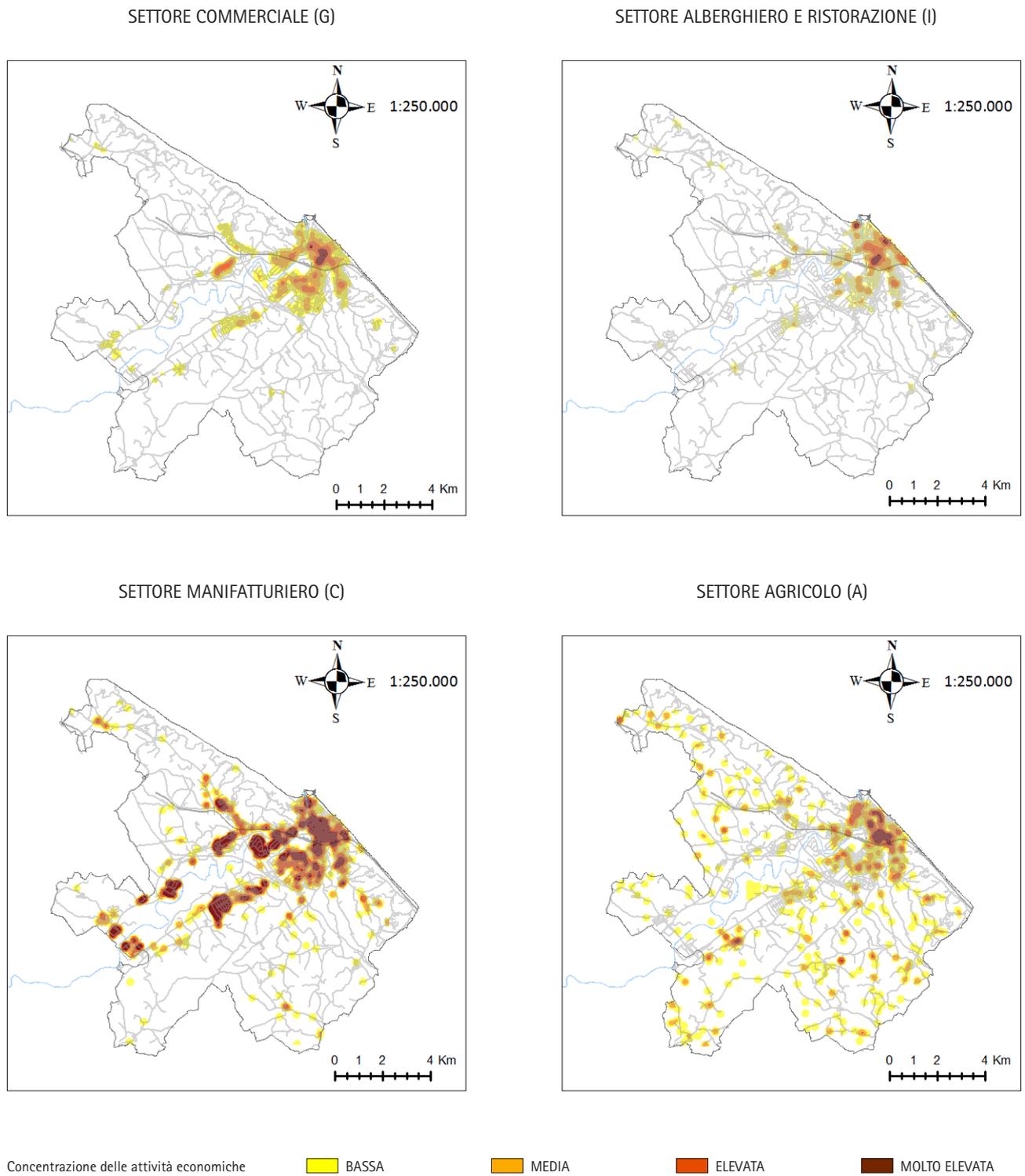
24 Concettualmente gli approcci per valutare la distribuzione di un *point pattern* si distinguono in metodi basati sulla *densità (density based)*, a cui appartiene la funzione *kernel* descritta in precedenza, e metodi basati sulla *distanza (distance based)*, che consentono di valutare le proprietà del secondo ordine (O' Sullivan e Unwin, 2003).

FIGURA 6 – Addensamento delle attività economiche (sopra), e addensamento con ponderazione per numero di dipendenti (sotto)
 (note: Kernel Density estimation, $cs=10$; $bw=250$)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino. Scala 1: 150.000

FIGURA 7 – Addensamento delle attività economiche, per macro-settore ATECO (note: Kernel Density est., $cs=10$; $bw=250$)



FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino. Scala 1:250.000

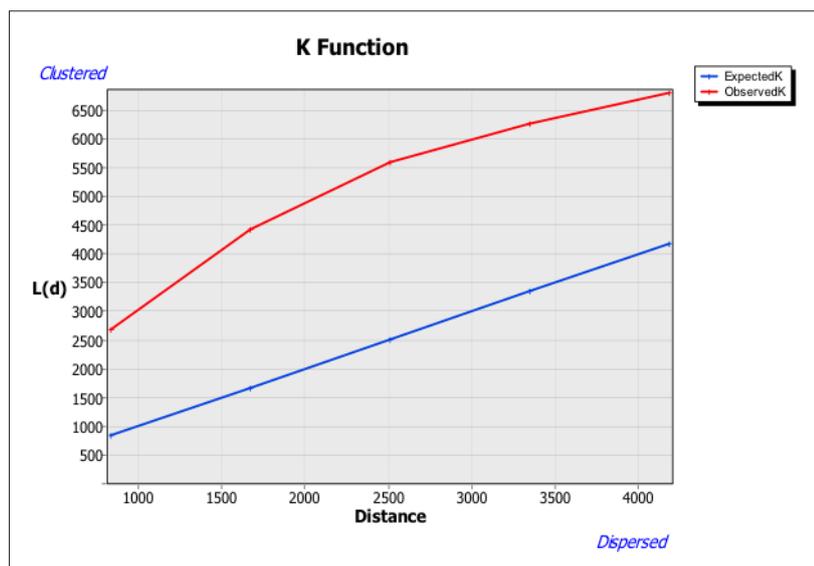


FIGURA 8 – Funzione di addensamento delle attività economiche (rosso), rispetto alla distribuzione casuale (CSR) (blu)

FONTE: elaborazioni dell'autore su dati Comune di Pesaro e Camera di Commercio di Pesaro-Urbino

Nel grafico di Figura 8 viene riportato l'andamento della funzione $L(d)$ che misura la concentrazione dei punti (in rosso), relativamente a quella di una funzione attesa, generata da un processo casuale (in blu). Dal grafico si nota che la curva in rosso si trova sempre al di sopra di quella in blu, confermando la maggiore concentrazione dei punti relativi alle attività economiche, rispetto alla distribuzione casuale sul territorio²⁵. La differenza è elevata e statisticamente significativa. Inoltre, osservando la distanza fra la funzione $L(d)$ e quella attesa, si può comprendere a che soglia si verificano i raggruppamenti maggiori. Nello specifico, il valore di massima concentrazione si ha in corrispondenza di un raggio di 2500 metri (2,5km), in corrispondenza del quale la distanza verticale fra la curva in rosso e quella in blu è massima.²⁶ L'analisi è stata condotta an-

25 Al contrario, se le imprese fossero state disperse regolarmente sul territorio, la curva rossa si sarebbe trovata al di sotto di quella blu. La funzione può essere visualizzata anche con riferimento a un involucro generato dagli intervalli di confidenza; in tal caso se la curva $L(d)$ ricade all'interno dell'involucro la distribuzione non ha cluster statisticamente significativi. Tale caso è stato testato ma non riportato in quanto la $L(d)$ si trova sempre e significativamente al di sopra dell'involucro, per ogni iterazione.

26 Il fatto che la curva rossa diminuisca per distanze maggiori è comunemente riscontrato nelle applicazioni e dipende dai cosiddetti *edge effect* (si veda O' Sullivan e Unwin, 2003; e Albert et al., 2013).

che separatamente nei vari settori e la concentrazione dei punti è confermata statisticamente per ciascuno di essi. Emergono però differenze nell'intensità della concentrazione e nelle distanze a cui si realizzano i *cluster*, che si allineano ai risultati discussi in precedenza, come la maggiore concentrazione dei settori commerciale e manifatturiero rispetto, ad esempio, a quello agricolo, più sparso sul territorio.

5. Conclusioni

In questo lavoro è stato realizzato un sistema GIS (*Geographic Information System*) relativo al tessuto economico-produttivo del comune di Pesaro, nelle Marche. I dati statistici sulle attività economiche sono stati georeferenziati, realizzando varie rappresentazioni cartografiche. Inoltre, le cartografie tematiche illustrate sono state rese disponibili in un WebGIS, in cui è possibile visualizzare e ricercare le imprese sullo stradario e la cartografia tecnica comunale, disaggregando fra i settori ATECO, per classi di dipendenti o capitale sociale²⁷. In questo modo si è generato uno strumento informativo utile agli agenti economici e alla cittadinanza.

27 Il WebGIS è disponibile al link: <http://141.138.81.246/fv2011/index.html?config=configimprese.xml>

Dai dati sono emersi i profili delle imprese, tipicamente di piccola dimensione ma organizzate in distretti produttivi considerevoli, e le diverse risposte dei settori alla crisi: emergono con forza le difficoltà del comparto produttivo, mentre sembrano rispondere meglio i settori dell'agricoltura, della ristorazione e della ricettività turistica.

Attraverso l'analisi territoriale, inoltre, si osservano la concentrazione e la polarizzazione dei vari settori di attività: emergono i poli di grandi aziende manifatturiere nelle zone interne al comune, le aziende agricole distribuite sul territorio, le strutture ricettive e della ristorazione sulla costa e nel centro storico, insieme con gli esercizi commerciali. Le zonizzazioni produttive che emergono, riferite prevalentemente al settore mobiliere, ricalcano la struttura produttiva tipica dei cluster industriali. I risultati sono confrontabili con quelli di altri distretti produttivi regionali (ed. es il distretto calzaturiero nel sud delle Marche), o a livello nazionale. La distribuzione osservata, probabilmente, è il risultato di scelte di carattere funzionale, quali la prossimità a vie di comunicazione verso l'interno della provincia (in cui è dislocato il distretto mobiliere), anziché di una zonizzazione pianificata.

I risultati ottenuti, quantificati analiticamente, sono utili a livello di pianificazione, di regolamentazione e di marketing territoriale. Ad esempio, si suggerisce il potenziamento dell'offerta turistica nelle aree collinari, in cui le strutture sono scarse nonostante l'attrattiva dell'area (in cui è inserito il Parco Naturale di Monte S. Bartolo). In questo senso, le numerose aziende agricole presenti nelle zone interne potrebbero efficacemente essere convertite in strutture agrituristiche o *country-house*. Dal punto di vista della *policy* industriale, infine, sarebbe importante rafforzare la distribuzione in cluster di imprese già presente, per contrastare gli episodi di crisi in un struttura di rete.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Comune di Pesaro, e in particolare l'U.O. Basi Territoriali e Statistica, per la disponibilità dei dati e per il supporto nella realizzazione di questo lavoro.

Si ringraziano i referee per i commenti e i consigli su una versione precedente dell'articolo.

Bibliografia

- ALBERT J.M., CASANOVA R. e ORTS V. (2013), Spatial location patterns of Spanish manufacturing firms, mimeo.
- ANTOLINI F. et al. (2008), Indagine Sulle Statistiche Relative Alla Distribuzione Territoriale Delle Imprese Italiane, in Rapporto di indagine della Commissione Per La Garanzia Dell'informazione Statistica della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- ArcGIS 10.2.1 for Desktop, Help & User Manual, ESRI Inc., Redlands California.
- BORRUSO G. (2005), Network Density Estimation: Analysis of Point Patterns over a Network, in (Gervasi O., a cura di) Computational Science And Its Applications – Iccta 2005 (Part III), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BORRUSO G. (2008), Network Density Estimation: a GIS Approach for Analysing Point Patterns in a Network Space, "Transactions in GIS" 12, 377-402.
- BORRUSO G. e PORCEDDU A. (2009), A tale of Two Cities: Density Analysis of CBD on Two Midsize Urban Areas in Northeastern Italy, in Geocomputation & Urban Planning, Springer.
- COMUNE DI PESARO / S.I.T. (2013), Annuario demografico.
- CRIMESTAT 3.3, *User Manual* (Part III – Density Analysis).
- DEVEREUX M.P., GRIFFITH R. e SIMPSON H. (2004), The geographic distribution of production activity in the UK. "Regional Science and Urban Economics", 34, 533-564.
- FEDDERKE J. e WOLLNIK A. (2007), The Spatial Distribution of Manufacturing in South Africa 1970-1996, its Determinants and Policy Implications, "Working Paper Number 53", University of Cape Town.
- FUJITA M., KRUGMAN P. e VENABLES A.J. (1999), The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade, MIT Press, Cambridge, MA.
- GETZ K., LITWIN P. e GILBERT M. (2000), Access 2000. Manuale di Programmazione, Jackson Libri, Milano.
- KRUGMAN P. (1980), Scale Economies, Product Differentiation and the Pattern of Trade, "American Economic Review", 70, 950-959.
- LIMONTA G. (2014), La tecnologia GIS come strumento per il Governo della Movida, in 15a Conferenza Utenti ESRI, Roma 9 e 10 Aprile 2014, GeoMedia / ESRI Italia.
- MURGANTE B. e BORRUSO G. (2012), Analyzing Migration Phenomena with Spatial Autocorrelation Techniques in B. Murgante et al. (Eds.), ICCSA 2012, Part II, LNCS 7334, pp. 670-685, 2012, Springer.
- O'SULLIVAN D. e UNWIN D. (2003), Geographic Information Analysis, John Wiley and Sons, New Jersey.
- PORTA S. et al. (2007), Correlating densities of centrality and activities in cities: the cases of Bologna (IT) and Barcelona (ES), in Planning, Complexity and New ICT, Alinea Editrice, Firenze.
- XIONG NIU (2008), Study on Spatial Distribution of Industries in Chinese Cities During Transitional Period: A Case Study on City of Nanning, 44th ISOCARP Congress, 2008.