

GIUSEPPE BORRUSO

GIS E ANALISI SPAZIALE DEI FENOMENI IMMIGRATORI.
METODI E CASI DI STUDIO

1. INTRODUZIONE – Lo studio dei fenomeni legati all’immigrazione, soprattutto relativi alle indagini alla scala locale e alle aree urbane in particolare, comportano la necessità di osservare a livello disaggregato le caratteristiche della popolazione immigrata.

Il fenomeno è di per sé complesso e tale complessità richiede il ricorso a strumenti e metodi di analisi sofisticati. Gli strumenti, soprattutto quelli informatici, oggi disponibili, offrono nuove possibilità, ma aprono altresì numerosi interrogativi e pongono nuove problematiche. Data la componente territoriale particolarmente rilevante del fenomeno migratorio, l’utilizzo di indicatori di tipo territoriale, da una parte, e il supporto di strumenti quali i Sistemi Informativi Geografici, dall’altra, appare come necessario nell’ausilio agli studiosi nell’interpretazione e nella comprensione dei fenomeni. Da un punto di vista operativo le opportunità di esame dei fenomeni, e molto spesso le “nuove” difficoltà nell’esame, derivano soprattutto da tre elementi. Questi riguardano la disponibilità di dati su cui effettuare l’analisi, il ricorrere a un’adeguata serie di modelli e indicatori e il disporre di una serie di strumenti operativi, attraverso i quali elaborare i dati e integrare gli stessi modelli. Quest’ultimo aspetto è rappresentato dai GIS.

2. DATI – Per quanto riguarda i dati sui quali concentrare l’analisi, la loro disponibilità a un livello di disaggregazione molto spinto può senz’altro agevolare lo studio dei fenomeni migratori. Elementi chiave relativi ai dati possono essere riconducibili alla loro disponibilità, al livello di aggregazione (territoriale in particolare) e alla loro dimensione. Per quanto riguarda la componente più prettamente territoriale, possiamo trovarci di fronte a elementi di tipo areale, quali zonizzazioni amministrative o statistiche e altri tipi di partizioni dello spazio, o di tipo puntuale, quali indirizzi, posizioni rilevate da lavoro sul campo o baricentri (centroidi) di unità areali. Relativamente alle componenti at-

tributo, queste possono riguardare le caratteristiche della persona migrante, quali l'anagrafica (sesso, età, genere, paese di provenienza, indirizzo di residenza), l'attività svolta, le caratteristiche dei luoghi frequentati (residenze, luoghi di lavoro, culto, istruzione), gli spazi legati alle esperienze e alle abitudini, questi ultimi probabilmente più complessi da tradurre in dato osservabile "puro" e modellizzabile.

Le banche dati geografiche realizzate nell'ambito di enti locali territoriali e da istituzioni apposite e che si rendono oggi disponibili possono raggiungere un livello di dettaglio particolarmente elevato, consentendo di legare le caratteristiche dei fenomeni umani a numero civico o a sezioni di censimento, in particolare per quanto riguarda le aree urbane. Tali dati geografici rappresentano un considerevole ausilio alle potenzialità di analisi dei fenomeni territoriali che si intessono a livello urbano, generando prospettive di studio interessanti. Diventa possibile, infatti, studiare le relazioni di tipo spaziale non soltanto riferibili all'ambito urbano nel suo complesso e altresì scendere ad analizzare le dinamiche a livello di rione, di quartiere, in generale di partizioni di tipo areale dello spazio, ma anche e soprattutto gli assetti della popolazione e delle sue espressioni che si creano prescindendo da suddivisioni areali di tipo arbitrario.

La disponibilità di dati connessi a fenomeni demografici, sociali ed economici al dettaglio dell'indirizzo (numero civico) costituisce un ausilio notevole per l'analisi delle relazioni di tipo spaziale: si supera il limite dovuto ai dati riferiti ad unità areali, quali quelle amministrative, e si prospettano nuove opportunità e parimenti il sorgere di nuove difficoltà e sfide, in termini di analisi, visualizzazione e rappresentazione. L'utilizzo di unità areali per la rappresentazione dei dati, rappresentabili per mezzo di carte a coroplete, è da tempo argomento dibattuto nell'ambito delle discipline geografiche e cartografiche. Tra i problemi più conosciuti legati alla scelta di aree per la rappresentazione tematica dei dati vi è il MAUP (*Modifiable Area Unit Problem* – Problema dell'Unità Areale Modificabile). La carta disegnata non dipende soltanto dalla distribuzione del fenomeno ma anche dallo schema formato dalle sotto-aree che sono presenti sul territorio. Il rischio che si corre generalmente è che la rappresentazione del fenomeno che si vuole raffigurare sia molto simile alla rappresen-

tazione dell'*intera* popolazione cui il fenomeno si riferisce. È quindi molto difficile distinguere quale aspetto del fenomeno sia da riferire alle sue caratteristiche e non piuttosto a quelle della popolazione cui esso fa riferimento. Ricorrere a dati puntuali, quali possono essere considerati quelli riferiti al numero civico, consente di contenere questo tipo di problema, connesso alla diluizione dei dati su raggruppamenti areali. La stessa visualizzazione puntuale del fenomeno in questione costituisce uno *scatterplot*, una "geografia elementare" «che trasmette un messaggio più generale circa la configurazione dello spazio geografico in cui viviamo» (De Matteis, 1991, p. 100) e può fornire delle prime indicazioni relative alle caratteristiche del fenomeno. Tale rappresentazione risulta vantaggiosa per la rappresentazione dei fenomeni legati alla città, quali la popolazione, le sue caratteristiche economiche, sociali, ecc., oltre che per la facilità di gestione e di rappresentazione della componente spaziale: i punti possono essere ridotti a insiemi di coppie di coordinate e i loro attributi esportati in diversi pacchetti GIS e programmi di analisi spaziale. Tra gli svantaggi, ricordiamo che la rappresentazione per punti può essere fuorviante se utilizzata *da sola* per la rappresentazione del fenomeno, mentre risulta ancora difficoltosa la gestione di dati multi-attributo: ad esempio, a un solo numero civico (punto sulla carta) corrispondono più residenti di sesso, età, razza, condizioni economiche diverse. Tali caratteristiche sono difficilmente supportate all'interno di pacchetti GIS *standard* e si rendono necessarie metodologie avanzate di analisi spaziale.

Ancora alcune difficoltà si presentano considerando il livello di aggregazione dei dati stessi, come già accennato, così come l'esistenza di dati di tipo multidimensionale. Ciò risiede soprattutto nella ricerca di opportuni metodi e strumenti, che riguardano un approccio multidisciplinare, integrando, nell'analisi, metodologie quantitative e qualitative.

3. METODI, MODELLI, STRUMENTI – Di recente si è osservato (Krasna, 2006; Borruso, 2008) come analizzare i fenomeni migratori può richiedere l'utilizzo congiunto e combinato di metodi e strumenti sia di tipo qualitativo sia quantitativo. L'analisi quantitativa, grazie alla diffusione di strumenti informativi e di analisi spaziale e alla disponibilità di dati in formato digitale, elaborabili per mezzo di calcolatori sempre più po-

tenti, consente di filtrare e preparare le informazioni per le valutazioni da parte dello studioso sul fenomeno considerato: si può comunque comprendere come lo spazio geografico si presti a essere analizzato con tali metodi, ma tuttavia occorre essere consci che non esistono formule valide universalmente, date le peculiarità e le unicità che caratterizzano i diversi luoghi sulla superficie della Terra. Lo studioso delle problematiche migratorie, oltre che dei fenomeni umani più in generale, deve fare riferimento quindi anche a metodi e strumenti qualitativi, quale opportuna integrazione delle ricerche portate avanti per interpretare correttamente quanto si verifica nello spazio.

Per ciò che concerne lo studio dei fenomeni migratori, soprattutto legati all'ambito urbano, negli anni più recenti si sono svolti numerosi studi per esaminare la distribuzione territoriale, le caratteristiche insediative, unite a fenomeni di segregazione residenziale, e l'impatto della componente migratoria sull'economia.

Gli studiosi si sono concentrati su diversi indicatori per esaminare le caratteristiche di distribuzione territoriale dei gruppi migranti, soprattutto al fine di evidenziarne, caso per caso, la tendenza alla concentrazione piuttosto che alla dispersione o all'uniformità, o ancora la preferenza per aree di insediamento centrali o periferiche (Duncan e Duncan, 1955; Jakubs, 1981; Massey e Denton, 1988; Morrill, 1991). L'attenzione in particolare è riferita sempre più all'insorgere di fenomeni di segregazione residenziale, riscontrabili in casi di concentrazione troppo elevata di popolazione appartenente a determinati gruppi etnici tale da portare alla costruzione di ghetti piuttosto che di "isole etniche". Alcuni autori, come ricordato da Flavia Cristaldi (2002; 2006), propongono di concentrarsi su particolari aspetti della segregazione: sul grado di concentrazione residenziale, sull'assimilazione e sull'incapsulamento.

Una distinzione che si potrebbe portare tra le diverse tipologie di indicatori riguarda quelli più tradizionali, già utilizzati nell'analisi geografica e in quella demografica, soprattutto per evidenziare le caratteristiche di segregazione o concentrazione residenziale, e quelli nuovi, sviluppati grazie alle possibilità offerte dai nuovi strumenti oggi disponibili (es. GIS) o che riguardano l'adattamento di indicatori tradizionali alle rinnovate possibilità e opportunità.

Tra gli indicatori già consolidati, possiamo ricordare gli indici di segregazione e il quoziente di localizzazione, elaborati e visualizzati anche all'interno dell'ambiente GIS. Riferendosi invece ai nuovi indicatori, questi possono comprendere quelli pensati, elaborati e sviluppati grazie alle possibilità dell'ambiente GIS: in particolare gli stimatori di densità e gli indicatori quali-quantitativi, come gli indici di diversità.

Ricordando brevemente le caratteristiche dell'indice di segregazione, basato su quello sviluppato da Duncan e Duncan, ci si può ricondurre alla formula seguente:

$$D = \frac{1}{2} \sum \left| \frac{x_i}{y_i} - \frac{X}{Y} \right| \cdot x_i \quad (1)$$

Tale indice varia tra 0 e 100, a rappresentare la maggior dispersione o concentrazione di un gruppo etnico, dove x_i è il numero di residenti di un gruppo nazionale nella sottoarea i ; X è il numero di residenti nell'intera area di riferimento (comune), y_i è la popolazione nell'area i e Y rappresenta la popolazione complessiva. Tra le sue caratteristiche vi è quella di essere tendenzialmente a-spaziale, mentre la scelta del sistema di zonizzazione influenza il risultato finale. In particolare, maggiore è la disaggregazione, più elevato risulterà il valore; al contrario, maggiore è il livello di aggregazione areale, più diluito è il dato e quindi il valore dell'indice.

L'altro indicatore interessante è il quoziente di localizzazione (LQ), espresso dalla formula:

$$LQ = \frac{(x_i / y_i)}{(X / Y)} \quad (2)$$

dove x_i è il numero di residenti di un gruppo nazionale nella sottoarea i ; X è il numero di residenti nell'intera area di riferimento (comune), y_i è la popolazione *straniera* nell'area i e Y rappresenta la popolazione *straniera* complessiva. Nel caso in cui LQ uguagli l'unità, il gruppo analizzato nella sottoarea presenterà le medesime caratteristiche di distribuzione dell'intera area considerata; nel caso in cui LQ sia maggiore dell'unità, il gruppo è sovrarappresentato nella sottoarea, mentre se LQ è inferiore al-

l'unità, esso è sottorappresentato. Al contrario del precedente, l'indicatore è territoriale e indica la specializzazione o la rappresentatività di un fenomeno in un dato luogo (area) rispetto a una regione di riferimento.

Scendendo a un livello di dettaglio più elevato, le difficoltà e limitazioni connesse alle partizioni areali dello spazio possono essere affrontate attraverso indicatori basati su elementi puntuali, studiando ad esempio la densità di un fenomeno attraverso metodi di raggruppamento omogenei oppure trasformando il dato puntuale in "superficie di densità" come nell'analisi *Kernel*.

Oltre agli indicatori tradizionali, si può ricorrere a più recenti indici: indicatori di densità, già sperimentati in altre ricerche sui fenomeni migratori e applicati ai singoli gruppi etnici, quali la *Kernel Density Estimation* (KDE):

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^{\tau} \frac{1}{\tau} k\left(\frac{s - s_i}{\tau}\right). \quad (3)$$

La funzione crea una superficie di densità a partire da una distribuzione di punti nello spazio, dando una stima degli eventi entro la sua sfera di influenza, a seconda della loro distanza dal punto dal quale viene stimata l'intensità, con $\hat{\lambda}(s)$ che fornisce la stima dell'intensità della distribuzione di punti, misurata nel punto s ; s_i è l' i -esimo evento, $k()$ rappresenta la funzione di *Kernel* e τ la soglia. Variando la soglia è possibile ottenere superfici più o meno arrotondate del fenomeno e analizzarne la distribuzione a diverse scale.

Ciò consente di lavorare con il maggior livello di dettaglio possibile, evitando quindi generalizzazioni derivanti dal passaggio da una partizione dello spazio più disaggregata a un'altra meno: si limita, infatti, l'effetto secondo cui conclusioni derivabili da una scala risultino non valide ad altre scale (Haggett, 1965).

Nel corso degli ultimi anni, diverse versioni della KDE sono state sviluppate per analizzare fenomeni rappresentati come distribuzione di punti nello spazio, in modo da fornire una visualizzazione quale superficie a tre dimensioni della distribuzione del fenomeno e, spesso, in maniera da modellizzare qualche indicatore di tipo a-spaziale in una forma spaziale.

In particolare, O' Sullivan e Wong (2007) si sono concentrati sulla possibilità di rendere più territoriale un indicatore quale l'indice di segregazione, denominato S , focalizzato sul confronto, a un livello strettamente locale, tra lo spazio di intersezione tra due gruppi etnici e quello della loro unione. Ciò comporta il calcolo della funzione di densità di probabilità tramite la funzione KDE per i diversi gruppi etnici nell'area di studio e, di conseguenza, a ogni cella della griglia in cui è suddivisa l'area di studio viene attribuito un valore di probabilità per ogni gruppo. Si calcola l'indice S per l'intera area:

$$S = 1 - \frac{\sum_i \min(p_{x_i}, p_{y_i})}{\sum_i \max(p_{x_i}, p_{y_i})} \quad (4)$$

Per ogni cella i vengono calcolati i valori minimo e massimo per le probabilità dei due sottogruppi p_{x_i} e p_{y_i} , poi sommati per tutte le i celle e ottenendo valori minimo e massimo sotto le due superfici, sottraendo il loro rapporto dall'unità. Anche quest'indice risulta a-spaziale: tuttavia i valori intermedi, quali le differenze tra valori minimi e massimi, possono essere rappresentati cartograficamente, con i valori più alti a indicare un certo grado di segregazione, mentre quelli più bassi un livello di *mix* etnico. Inoltre, al variare dell'ampiezza della soglia (τ) verrà cambiata anche la scala di osservazione del fenomeno, con soglie più strette a indicare la segregazione locale alla microscala, mentre quelle più ampie consentiranno l'esame del *mix* o della separazione etnica a scale più ampie della regione di studio.

Per quanto riguarda la «cassetta degli attrezzi» (Haggett, 2000) a disposizione del geografo è opportuno ricordare, in questa sede, i Sistemi Informativi Geografici (GIS) e le funzioni che possono svolgere nell'ausilio allo studioso. Il GIS si presta a funzioni di catalogazione, elaborazione, visualizzazione e integrazione di strumenti già consolidati nell'analisi geografica.

Senz'altro le funzioni che potremmo definire quali *standard* costituiscono un primo elemento di valore aggiunto. Tra queste rientrano l'archiviazione e la catalogazione dei dati: banche dati geografiche vengono prodotte in maniera sempre più diffusa, sia da parte degli enti locali territoriali, sia dagli istituti di statistica, pensando già ad un utilizzo

dei dati con taglio territoriale. Senz'altro le operazioni di interrogazione dei dati forniscono prime possibilità di filtraggio e di evidenziazione di certe caratteristiche del fenomeno migratorio studiato, sia sulla base di criteri spaziali che, più tradizionalmente, di criteri a-spaziali. Funzioni quali la visualizzazione consentono altresì di avere prime immagini della distribuzione dei dati stessi, utili per prime considerazioni sulle relazioni tra il fenomeno in esame e l'ambiente circostante. Ovviamente, tra le funzioni di base è necessario ricordare anche la cartografia tematica e la possibilità, quindi, di realizzare carte sulla base delle caratteristiche del fenomeno osservato.

Passando a funzioni di tipo più avanzato, all'interno dei *software* GIS può operarsi quella integrazione con modelli di analisi geografica o demografica, nonché con algoritmi legati all'analisi spaziale. L'integrazione può verificarsi in maniera più stretta, consentendo di operare con particolari applicativi o estensioni del medesimo *software* GIS, o in modo più "debole", demandando a programmi diversi, *ad hoc* per ogni funzione elaborata, le elaborazioni intermedie relative all'analisi svolta. Se ciò può portare a un aggravio in termini di tempi di elaborazione, ripetitività di certe operazioni e necessità, molto spesso, di conversione tra formati di dati per consentire la comunicazione tra applicativi diversi, tale integrazione "debole" permette un maggiore controllo da parte dello studioso sulle diverse fasi del processo di analisi del dato.

4. CASI DI STUDIO – Alcuni degli indicatori segnalati sono stati sperimentati nell'ambito del Comune di Trieste in qualità di area di studio per alcuni gruppi etnici selezionati, registrati quali residenti nel corso del 2005. Gli indici utilizzati sono sia quelli più tradizionali, a-spaziali, sia quelli basati su stimatori di densità applicati all'analisi della distribuzione del fenomeno e usati per incorporare altri indici per ritrarre le caratteristiche dell'immigrazione, quali la concentrazione, la tendenza alla segregazione e la diversità.

Non costituisce l'oggetto del presente lavoro il fornire delle considerazioni relative alle caratteristiche dell'immigrazione nell'area, rinviando ai recenti studi effettuati (Borruso e Donato, 2003; 2007; Borruso, 2008). Ci si limita a motivare l'attenzione nei confronti dei quattro grup-

più etnici considerati, quali cinesi, senegalesi, romeni e albanesi. Essendo Trieste una città di immigrazione, ci si è voluti concentrare su quei gruppi che caratterizzano la più recente forma di immigrazione, quindi meno tradizionale rispetto a quella storica per la città.

L'indice di segregazione (IS) è stato applicato ai quattro gruppi etnici. L'indice è stato applicato a due diverse partizioni territoriali, rispettivamente alle sette circoscrizioni in cui è suddiviso il comune di Trieste (Fig. 1a), e a un sottoinsieme delle 929 sezioni di censimento (Fig. 1b), corrispondente a quelle in cui il fenomeno immigratorio considerato è presente.

Si può notare un *trend* generale di elevata concentrazione dei diversi gruppi etnici esaminati, con particolare riferimento ai gruppi extraeuropei, in particolare cinesi e senegalesi. Inoltre, al variare del sistema di aggregazione dei dati, i valori di segregazione variano, anche considerevolmente, pur mantenendo, almeno per certi gruppi, tendenze simili.

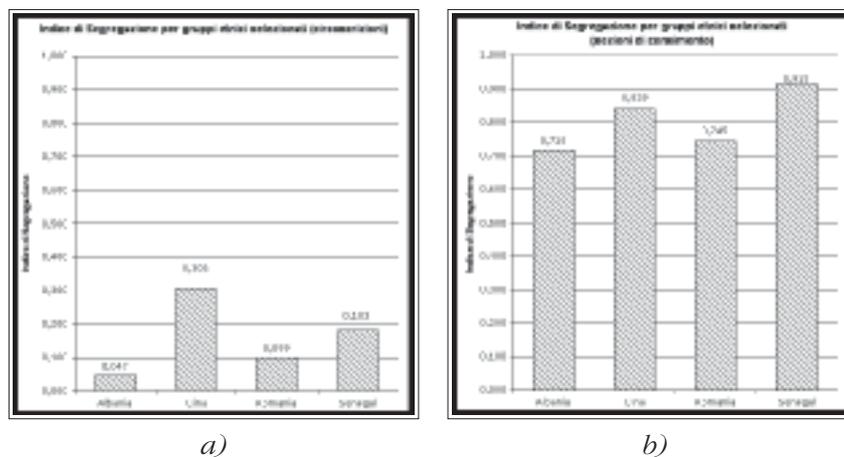


Fig. 1 – Indici di segregazione tradizionali calcolati sulla base delle circoscrizioni urbane (a) e delle sezioni di censimento (b) per il Comune di Trieste.
Fonte: Borruso, 2008.

Si sono altresì calcolati i quozienti di localizzazione che forniscono una visualizzazione cartografica dei fenomeni di concentrazione e dif-

fusione. Anche qui si è calcolato l'indice basandosi sulle sezioni di censimento. Albanesi e romeni presentano una distribuzione relativamente sparsa sul territorio (Fig. 2a e 2c), con numerose sezioni di censimento aventi valore consistentemente maggiore a due, quindi a dimostrare elevati livelli di concentrazione. Al contrario, cinesi e senegalesi si presentano più concentrati in alcune parti centrali della città, a ricoprire aree approssimativamente confinanti e non sovrapposte.

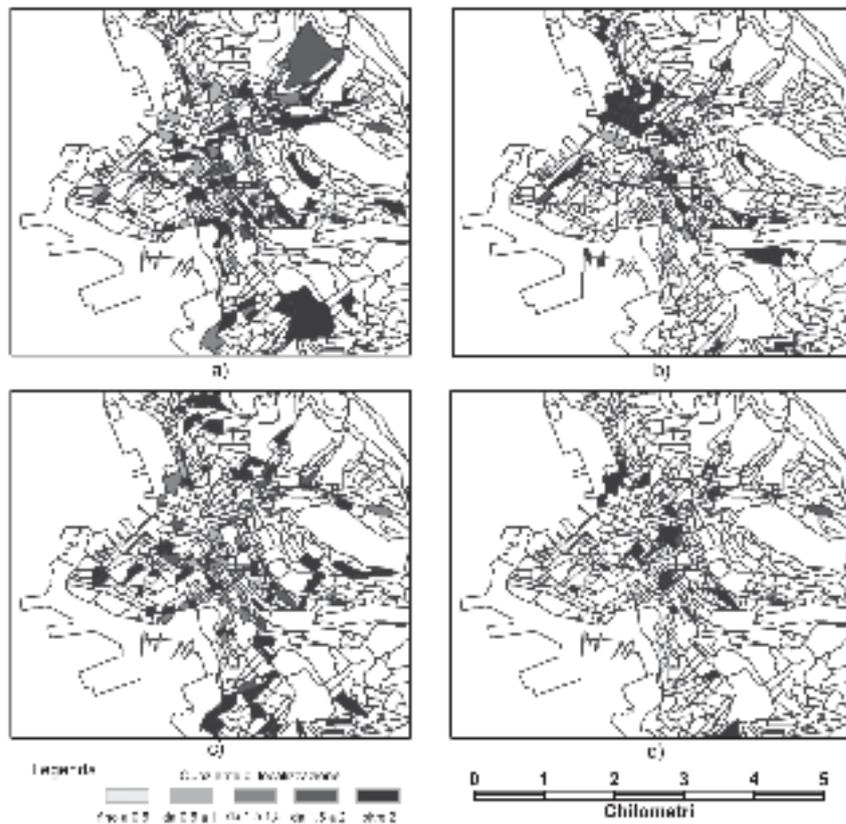


Fig. 2 – Quoziente di localizzazione calcolato su sezioni di censimento per i diversi gruppi etnici: albanesi (a), cinesi (b), romeni (c) e senegalesi (d).
Fonte: Borruso, 2008 (modificata).

Si è provveduto inoltre a calcolare l'indice di segregazione secondo la metodologia proposta da O' Sullivan e Wong (2007), che ha previsto il ricorso a una funzione *Kernel Density Estimation* quartica e che consente di osservare la variazione dei valori dell'indice all'aumentare della distanza: non concentrandosi quindi su partizioni dello spazio predefinite, ma considerando lo spazio come continuo, aggregando i valori secondo una griglia uniforme di 50 m di lato. Nel presente caso i dati di partenza consentivano una maggiore disaggregazione rispetto allo studio di O' Sullivan e Wong, essendo basati su indirizzi e numeri civici. La Tab. I illustra i risultati ottenuti per l'indice S utilizzando distanze di soglia diverse.

Tab. I – Valori di segregazione (S) calcolati nel Comune di Trieste per diversi gruppi etnici all'aumentare della distanza dal punto di stima.

Distanza di soglia della funzione <i>Kernel</i> (m)	Indice di segregazione, S			
	Albania	Cina	Romania	Senegal
150	0,757	0,868	0,774	0,814
300	0,641	0,803	0,625	0,815
450	0,583	0,771	0,548	0,766
600	0,546	0,744	0,495	0,729
900	0,502	0,731	0,438	0,731

Fonte: Borruso, 2008.

Un elemento da notare è costituito dai valori alla distanza di 150 m, non diversi da quelli osservati nella Fig. 1, con un ordine molto simile tra i diversi gruppi etnici. Si può notare come i valori diminuiscano all'aumentare della banda, come presumibile, data la tendenza della concentrazione dei dati a diluirsi all'interno di aree più ampie, in maniera simile a quanto già osservato negli indici di segregazione più tradizionali (Fig. 3).

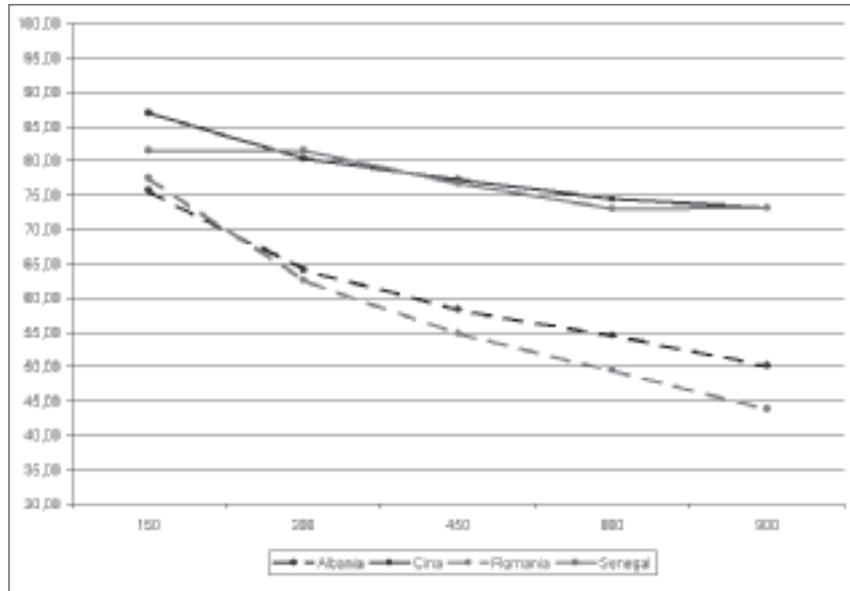


Fig. 3 – Variazioni del valore di segregazione (S) calcolate nel Comune di Trieste per diversi gruppi etnici all'aumentare della distanza dal punto di stima.
Fonte: Borruso, 2008.

È interessante notare come diversi livelli di *decay* caratterizzino i gruppi considerati, con cinesi e senegalesi che presentano le diminuzioni meno nette dell'indice, mentre sia albanesi che romeni presentano un andamento decrescente più marcato all'aumentare della distanza di soglia. Ciò fornisce alcune indicazioni relative alle caratteristiche dell'insediamento dei diversi gruppi etnici, con un maggiore, probabile, livello di integrazione per i gruppi europei, se confrontati con quelli asiatici ed africani¹.

¹ Il calcolo dell'indice S fornisce inoltre l'opportunità di produrre delle cartografie intermedie, che forniscono una vista disaggregata del contributo di ogni cella, che costituisce la griglia in cui è suddivisa l'area, alla segregazione complessiva (Borruso, 2008).

5. CONCLUSIONI – Nel presente contributo ci si è voluti concentrare sull'analisi dei fenomeni immigratori e, in particolare, su come tali analisi possano essere agevolate da strumenti quali i Sistemi Informativi Geografici che consentano di calcolare, al loro interno, appositi indicatori per le indagini dei fenomeni umani, nella fattispecie l'immigrazione. Lo studio sull'immigrazione alla scala locale implica, infatti, la necessità di osservare a livello disaggregato le caratteristiche della popolazione immigrata, soprattutto per quanto riguarda le aree urbane. La complessità del fenomeno richiede il ricorso ad affinati strumenti e a metodologie che favoriscano riflessioni e interventi.

Sono stati esaminati degli indici per analizzare più in profondità la struttura e le caratteristiche della popolazione, considerando sia quelli tradizionali, sviluppati senza tenere necessariamente conto degli aspetti territoriali (quali gli indici di segregazione), sia quelli più propriamente territoriali. In tal senso, viene posto l'accento sulle caratteristiche dei GIS quali strumenti per:

- esaminare i dati nel corso di analisi di tipo spaziale, con specifico riferimento ai fenomeni umani;
- rappresentare uno dei contesti in cui sviluppare indicatori di tipo tradizionale e territoriale;
- sviluppare nuovi indicatori, date anche le attuali disponibilità di dati più articolati e multidimensionali.

Inoltre, si presenta la necessità di concentrarsi anche su indicatori di tipo qualitativo e non solo quantitativo. È da tenere comunque a mente la necessità di non considerare i risultati derivanti dall'applicazione di simili indicatori quali facili soluzioni del problema in esame, ma quali punto di partenza per lo studioso, in grado di fornire un primo, sostanziale, livello di scrematura dei dati a disposizione.

Trieste, Università di Trieste, Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche

BIBLIOGRAFIA

- BAILEY T.C. e GATRELL A.C., *Interactive Spatial Data Analysis*, Harlow, Longman, 1995.
- BORRUSO G., “Studio della popolazione e della sua struttura a scala urbana. Primi risultati di analisi di densità dei dati spaziali”, in AA.VV. (a cura di), *Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA* (Verona, 28-31 ottobre 2003), 2003, pp. 467-472.
- BORRUSO G., “Geographical Analysis of Foreign Immigration and Spatial Patterns in Urban Areas. Density Estimation and Spatial Segregation”, in GERVASI O., MURGANTE B., LAGANÀ A., TANIAR D., MUN Y. e GAVRILOVA M.L. (a cura di), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2008*, vol. 1, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin, 2008, pp. 459-474.
- BORRUSO G. e DONATO C., *L’immigrazione straniera a Trieste. I principali impatti sulla situazione socio-economica e sul tessuto urbano, Quaderni del Centro studi economico-politici “Ezio Vanoni”*, 3-4, 2003.
- BORRUSO G. e DONATO C., “Caratteri localizzativi dell’immigrazione straniera a Trieste: i principali aspetti della struttura demografica e abitativa”, in NODARI P. e ROTONDI G. (a cura di), *Verso uno spazio multiculturale? Riflessioni geografiche sull’esperienza migratoria in Italia*, Bologna, Pàtron, 2007, pp. 129-163.
- BORRUSO G. e SCHOIER G., “Metodi di analisi e visualizzazione di fenomeni immigratori”, in NODARI P. e KRASNA F. (a cura di), *L’immigrazione straniera in Italia. Casi, metodi e modelli, Geotema*, 23, Bologna, Pàtron, 2006, pp. 105-114.
- BRUNSDON C., “Analysis of Univariate Census Data”, in OPENSHAW S. (a cura di), *CensusUsers Handbook*, Cambridge, GeoInformation International, 1995, pp. 213-238.
- CRISTALDI F., “Multiethnic Rome: Toward residential segregation?”, in *GeoJournal*, 58, 2002, pp. 81-90.
- CRISTALDI F., “Roma città plurale: dal diritto alla casa alla segregazione spaziale degli immigrati”, in NODARI P. e KRASNA F. (a cura di), *L’immigrazione straniera in Italia. Casi, metodi e modelli, Geotema*, 23, Bologna, Pàtron, 2006, pp. 16-25.

- DE MATTEIS G., *Le metafore della terra*, Milano, Feltrinelli, 1991.
- DIGGLE P.J., *The Statistical Analysis of Point Patterns*, Londra, Academic Press, 1983.
- DUNCAN O.D. e DUNCAN B., "A Methodological Analysis of Segregation Indexes", in *American Sociological Review*, 20, 1955, pp. 210-217.
- HAGGETT P., *Locational Analysis in Human Geography*, Londra, Edward Arnold, 1965.
- HAGGETT P., *Geography: A Global Synthesis*, Harlow, Pearson Education, 2000.
- JAKUBS J.F., "A Distance-Based Segregation Index", in *Journal of Socio-Economic Planning Sciences*, 15, 1981, pp. 129-141.
- KRASNA F., "Alcune considerazioni critiche sull'evoluzione delle teorie e dei metodi di analisi dei processi migratori", in NODARI P. e KRASNA F. (a cura di), *L'immigrazione straniera in Italia. Casi, metodi e modelli*, *Geotema*, 23, Bologna, Pàtron, 2006, pp. 129-134.
- LEVINE N., *CrimeStat III: a Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations*, Houston, TX, Ned Levine & Associates, Washington, DC, The National Institute of Justice, 2004.
- MASSEY D.S. e DENTON N.A., "The dimensions of residential segregation", in *Social Forces*, 67, 1988, pp. 281-315.
- MIANI-ULUHOGIAN F., "Considerazioni geografiche sulla transizione multirazziale. Integrazione etnica e marginalità sociale in due città medie: Parma e Reggio Emilia", in BRUSA C. (a cura di), *Immigrazione e multiculturalità nell'Italia di oggi*, vol. I, Milano, Franco Angeli, 1997, pp. 338-362.
- MIANI F. e FEDELI K., "Aree urbane e immigrazione: la divisione etnica nella città di Piacenza", in BRUSA C. (a cura di), *Immigrazione e multiculturalità nell'Italia di oggi*, vol. II, Milano, Franco Angeli, 1999, pp. 400-413.
- MORGAN B.S., "An Alternative Approach to the Development of a Distance-Based Measure of Racial Segregation", in *American Journal of Sociology*, 88, 1983, pp. 1237-1249.
- MORRILL R.L., "On the Measure of Geographical Segregation", in *Geography Research Forum*, 11, 1991, pp. 25-36.

- NODARI P. e KRASNA F. (a cura di), *L'immigrazione straniera in Italia. Casi, metodi e modelli*, *Geotema*, 23, Bologna, Pàtron, 2006.
- NODARI P. e ROTONDI G. (a cura di), *Verso uno spazio multiculturale? Riflessioni geografiche sull'esperienza migratoria in Italia*, Bologna, Pàtron, 2007.
- O' SULLIVAN D. e WONG D.W.S., "A Surface-Based Approach to Measuring Spatial Segregation", in *Geographical Analysis*, 39, 2007, pp. 147-168.
- SILVERMAN B.W., *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Londra, Chapman Hall, 1986.

SUMMARY:

The paper is focused on the use of GIS and spatial data to study the characteristics of immigrant population with particular reference to their spatial distribution and their tendency to cluster in certain parts of a city, with the risk of generating ethnic enclaves or ghettos. Methods used in the past to measure segregation and other characteristics of immigrants have long been aspatial, and therefore did not consider relationships between people within a city. In this paper attention is given to methods of analysing the residential immigrant distribution spatially, with particular reference to segregation indices and density-based methods. The analysis focuses on the Municipality of Trieste (Italy) as a case study to test different methods for the analysis of immigration, and particularly to compare traditional indices, such as Location Quotients and the Index of Segregation, to different, spatial ones, both based on Kernel Density Estimation functions, such as the *S* index.

RÉSUMÉ:

L'article se concentre sur l'utilisation du GIS et des données spatiales pour étudier les caractéristiques de la population immigrante, notamment sa répartition spatiale et sa tendance à se regrouper dans certains secteurs de la ville, au risque de créer des enclaves ou des ghettos ethniques. Les méthodes utilisées autrefois pour mesurer les phénomènes de ségrégation et les autres caractéristiques des immigrants ont

longtemps été non spatiales, et ne tenaient donc pas compte des relations entre les gens au sein d'une ville. Cet article attire l'attention sur les méthodes d'analyse de la distribution spatiale du logement immigrant, en référence notamment aux indices de ségrégation et aux méthodes basées sur la densité. L'analyse s'intéresse surtout à la Municipalité de Trieste (Italie) qui sert de cas type pour tester différentes méthodes d'analyse de l'immigration, et en particulier pour comparer les indices traditionnels, comme les Quotients de Localisation et l'Index de Ségrégation, et les indices spatiaux fondés à la fois sur les fonctions d'Estimation de la Densité par la méthode du Noyau (Kernel Density Estimation) et l'index S .