



## Potenzialità GIS per la gestione di statistiche ambientali georiferite

I  
- - -  
U  
- - -  
A  
- - -  
V  
Chiara Benedetti, Rina Camporese<sup>1</sup>  
Università IUAV di Venezia  
Scuola di Dottorato in Nuove Tecnologie e Informazione Territorio & Ambiente  
*chiarabenedetti@hotmail.it, rina.camporese@poste.it*

**Abstract:** Il lavoro evidenzia le potenzialità della gestione in un contesto GIS di informazioni derivate dalla tradizionale statistica ambientale e sociale, le quali, sebbene connotate da una forte valenza territoriale, negli approcci disciplinari classici vengono spesso decontestualizzate dal territorio cui si riferiscono. A tale scopo, è stata simulata l'estrazione di un campione di famiglie analogo a quello Istat a cui è stato somministrato nel 2009 un questionario su alcuni tratti della vita quotidiana e si è ipotizzato di poter geocodificare gli indirizzi degli intervistati. Conoscere la posizione geografica dei dati campionari consente di integrare informazioni sullo stato e sulla percezione dell'ambiente. Questo articolo considera alcuni aspetti della modalità di raccolta dei rifiuti adottata in ambito comunale, l'attitudine dei cittadini alla raccolta differenziata, le valutazioni sul livello di inquinamento nell'aria percepite e oggettive. Disponendo di dati georiferiti, attraverso i *tool* GIS è possibile calcolare numerose informazioni derivate dalla relazione tra le strategie istituzionali, lo stato dell'ambiente, i comportamenti e la percezione dei cittadini.

**Keywords:** statistiche ambientali e sociali, gis, geocoding, integrazione fonti

Si ringrazia Daniele Savio per aver collaborato ad elaborare i dati sulla copertura del suolo.

### 1. Introduzione

Alla base del presente lavoro ci sono alcune riflessioni scaturite dalla lettura dell'articolo "*Thinking spatially in the social science*" (Goodchild, Janelle, 2004) e integrate dalle autrici con le passate ricerche in statistica sociale e GIS. Queste, in forma schematica, le premesse:

- spazio e territorio sono fondamentali per studiare i fenomeni che vi accadono e, inoltre, costituiscono la base per integrare, attraverso le coordinate geografiche, dati di fonti diverse
- sia i comportamenti degli individui, sia le scelte delle amministrazioni sono rilevanti nel determinare lo stato dell'ambiente; di conseguenza, per comprendere appieno i fenomeni ambientali è importante studiarli integrando i punti di vista delle istituzioni e dei cittadini
- inoltre, è fondamentale il confronto tra le misure oggettive sullo stato dell'ambiente (es. dati rilevati da centraline di monitoraggio) e la percezione dello stesso ambiente da parte delle persone che ci vivono (es. valutazione soggettiva della qualità dell'aria); al pari di quanto avviene in ambito sanitario con la valutazione combinata di salute misurata e salute percepita
- l'integrazione dei dati agisce da moltiplicatore sinergico di informazioni utili allo studio dei fenomeni ambientali che dipendono da scelte e comportamenti umani

La ricerca, attualmente in corso, mira ad evidenziare le potenzialità dell'informazione georiferita, gestita in un contesto GIS, quale elemento di connessione tra dati che, nella tradizionale statistica ambientale e sociale, sono trattati separatamente, trascurando le reciproche influenze e l'intreccio di relazioni tra essi sussistente. In particolare, si vuole mostrare come georiferire le unità campionarie delle indagini sociali Istat sulla vita quotidiana offra nuove possibilità per le statistiche ambientali. Il lavoro, per brevità, si limita all'ambito della regione Veneto.

Le fonti utilizzate sono l'indagine Istat Multiscopo sulla Vita Quotidiana, la banca dati Arpav sui rifiuti urbani e quella dell'*European Pollutant Release and Transfer Register*. Tra i numerosi

---

<sup>1</sup> Le autrici hanno condiviso le riflessioni, l'impostazione metodologica e il lavoro. Tuttavia, Chiara Benedetti ha redatto i paragrafi 2 e 4, mentre Rina Camporese ha redatto i paragrafi 1, 3 e 5.

quesiti di natura ambientale inseriti nel questionario dell'indagine Istat, si è scelto di elaborarne tre relativi all'abitudine alla raccolta differenziata della carta e del residuo organico e alla presenza di inquinamento dell'aria. I quesiti sono stati scelti per illustrare due diverse strategie di integrazione dei dati: nel caso della raccolta differenziata si confrontano strategie istituzionali per l'ambiente e comportamenti dei cittadini, nel caso della qualità dell'aria si confrontano misure oggettive e soggettive della qualità dell'ambiente.

Posti sul tavolo le idee, i dati e gli strumenti a disposizione, si è pensato di utilizzare un ambiente GIS per verificare quali conoscenze aggiuntive si potrebbero ottenere integrando, da una parte, l'abitudine dei cittadini a differenziare i rifiuti e la modalità di raccolta adottata dal comune di residenza e, dall'altra, la valutazione sulla qualità dell'aria della zona in cui si vive e alcuni dati sulla qualità oggettiva dell'aria.

Si tratta, tuttavia, di un esercizio simulato poiché, ad oggi, le risposte sulle percezioni e i comportamenti dei cittadini non sono georiferite; nel file di microdati individuali, disponibile soltanto a scopo di ricerca, ciò che rimane della territorialità dei dati è unicamente un codice identificativo regionale e un altro codice che descrive il tipo di comune: centro di area metropolitana, comune che gravita intorno ad un comune centro di area metropolitana, comune con meno di 2.000 abitanti, con 2.001-10.000 abitanti, con 10.001-50.000 abitanti e con oltre 50.000 abitanti. Inoltre, a tutela della riservatezza dei rispondenti, le informazioni utili a contattare la famiglia vengono separate il prima possibile dalle risposte del questionario e i dati vengono diffusi al pubblico soltanto in forma aggregata.

Ragionando per ipotesi, se durante la fase di rilevazione le unità campionarie venissero georiferite attraverso l'indirizzo di residenza e se si considerasse ogni risposta come una misurazione effettuata da un "sensore umano", quali possibilità si aprirebbero per la comprensione dei fenomeni ambientali visti con l'ottica del cittadino? In effetti, conoscere la posizione dell'abitazione dei rispondenti consentirebbe il calcolo di numerose variabili non rilevate, utilizzando la chiave geografica per agganciare le risposte delle famiglie ad altri indicatori sullo stato del territorio e dell'ambiente nel quale esse vivono.

Si è ipotizzato, allora, di simulare la situazione grazie alle leggi del campionamento e alle distribuzioni marginali di frequenza osservate, e di radicare al luogo da cui provengono informazioni che hanno una forte valenza territoriale ma che, d'abitudine, vengono gestite separatamente dal contesto territoriale di appartenenza. A tale scopo, si è dapprima simulata l'estrazione dei comuni campione secondo la metodologia Istat e, una volta individuate le aree urbanizzate residenziali grazie ai dati sulla copertura del suolo del progetto Europeo *Urban Atlas*, vi sono stati selezionati con campionamento casuale dei punti: indirizzi di ipotetiche famiglie cui attribuire ipotetiche risposte in base ai risultati pubblicati a livello regionale per l'indagine svolta nel gennaio 2009. Sono state, quindi, elaborate le risposte delle famiglie campione del Veneto, ottenendo così informazioni puntuali, georiferite e rapportabili ad altri dati inerenti il medesimo territorio. La componente geografica ha consentito di connettere le valutazioni dei cittadini e quelle fornite dalle istituzioni: i dati puntuali, misura delle percezioni e delle abitudini degli intervistati, sono stati sovrapposti ad altre misurazioni sul territorio in cui essi ricadono. Una volta integrati i diversi strati informativi all'interno di un unico ambiente GIS, è possibile calcolare numerose informazioni derivate quali, ad esempio, il rapporto tra la percezione della qualità dell'aria e la vicinanza a punti di emissione di inquinanti o l'abitudine a effettuare la raccolta differenziata e le relative strategie di pianificazione territoriale di piccola scala. Le elaborazioni sono state svolte con il *software* gvSIG e con programmi *ad hoc* per estrarre il campione e simulare le risposte.

Agganciare fonti diverse, ovvero integrare più punti di vista, consente di ottenere nuovi quadri conoscitivi dedotti dalle relazioni tra strategie istituzionali, stato dell'ambiente, comportamento e percezione dei cittadini.

## 2. Fonti e dati

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

BANCA DATI DEI RIFIUTI URBANI: STRATEGIE COMUNALI DI GESTIONE DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Il primo tema di indagine ha riguardato alcuni aspetti del sistema di gestione dei rifiuti di tipo urbano, ovvero dei rifiuti domestici e non pericolosi e di quelli ad essi assimilabili per qualità e quantità, così come definiti dal D.lgs. 152/2006. Nello specifico, informazioni relative alla produzione e al sistema di raccolta dei rifiuti sono state connesse con valutazioni, espresse dai cittadini, in merito alle strategie adottate dalle amministrazioni per il conferimento e in merito alle proprie propensioni ed abitudini alla raccolta differenziata.

Le misurazioni oggettive del tema *rifiuti* sono state definite dai metodi di raccolta a livello comunale e dalla produzione procapite di specifiche frazioni merceologiche, ciascuna individuata in modo univoco attraverso il CER, Codice Europeo dei Rifiuti. In particolare, sono state considerate la produzione complessiva procapite annua e la relativa modalità di raccolta dei rifiuti con codice CER 20 03 01, ovvero quelli urbani non differenziabili, e di quelli con codici CER 20 01 01 e 20 01 08, rispettivamente carta e cartone e rifiuti biodegradabili prodotti da cucine e mense. La scelta della specifica classe dei rifiuti di tipo urbano è stata dettata dalla possibilità di rapportare le informazioni che ne derivavano con quelle ottenute attraverso il questionario Istat, il quale restituiva le valutazioni percettive e soggettive espresse dai cittadini sul medesimo tema.

Dalla banca dati dei rifiuti urbani ARPAV, sono stati acquisiti i dati di interesse relativi ad ogni comune del campione statistico simulato. I dati riguardanti il sistema di raccolta e la produzione, rilevati nel 2008, sono stati organizzati nella tabella *rif\_2008* (Fig. 1) al fine di consentirne la successiva trasposizione in GIS e l'unione con i dati vettoriali utilizzati come base cartografica.

rif_2008	
cod_ISTAT	string
comune	string
Kg_proc	double
non_diff	string
Kg_non_dif	double
perc_diff	string
organico	string
Kg_org	double
carta	string
kg_carta	double

Figura 1 - Dati ARPAV acquisiti relativi la produzione e modalità di raccolta dei rifiuti

L'entità della produzione di rifiuti rilevata per le categorie di interesse, ovvero produzione totale, secco non riciclabile, materiale organico, carta e cartone, è espressa in kg di produzione procapite annua. Questa variabile è affiancata da quella relativa al corrispondente sistema di raccolta, ovvero alla modalità con la quale i rifiuti vengono intercettati. In Veneto, il rifiuto urbano viene separato in tre flussi principali: umido, frazioni secche recuperabili (carta, vetro, plastica, imballaggi metallici, ecc.) e secco residuo non riciclabile.

La principale distinzione dei sistemi di raccolta è quella tra:

- raccolta *domiciliare* o *porta a porta*, ovvero raccolta dei rifiuti di ogni singola utenza mediante appositi contenitori; il prelievo dei rifiuti avviene in orari e date prestabiliti, in cui gli utenti espongono i contenitori all'esterno della loro casa
- raccolta *stradale*, ovvero raccolta dei rifiuti mediante contenitori posizionati in aree pubbliche, l'accesso ai quali è libero e non soggetto a controlli o ad obblighi per l'utente di rispettare orari e tempi prestabiliti per il conferimento

I dati relativi alla modalità di raccolta della frazione secca non recuperabile, della frazione umida e della frazione secca recuperabile di carta e cartone, sono stati classificati secondo le seguenti modalità: *domiciliare*, *domiciliare e altro*, *stradale*, *altro*. Questa classificazione ha voluto mettere in risalto la presenza o meno di un sistema di raccolta di tipo domiciliare, considerato il più

efficiente in quanto consente un maggiore controllo del recupero dei materiali a livello domestico, ovvero al momento della separazione dei rifiuti per flussi omogenei. La categoria *altro* comprende sistemi di raccolta differenti da quelli precedentemente descritti, quali ad esempio, il sistema di raccolta a chiamata o quello di raccolta presso un ecocentro e, in alcuni casi, fa riferimento all'assenza di un sistema di raccolta di quella specifica categoria di rifiuto.

#### EUROPEAN POLLUTANT RELEASE AND TRANSFER REGISTER

#### EMISSIONI INQUINANTI IN ARIA, ACQUA E TERRENO

Il registro europeo delle emissioni inquinanti contiene dati inviati obbligatoriamente ogni anno da circa 24.000 impianti industriali in Europa sulle quantità di emissioni in aria, acqua e terreno di 91 inquinanti, che comprendono i metalli pesanti, i pesticidi, i gas serra e la diossina. Sono disponibili anche informazioni sulle modalità di emissione. Si tratta di un registro *web-based* istituito dal Regolamento n. 166/2006 che attua il Protocollo UNECE PRTR<sup>2</sup>. I dati sono disponibili liberamente *on line* in base alla politica sulla trasparenza e partecipazione pubblica nelle decisioni ambientali, secondo la Convenzione di Aarhus sull'accesso all'informazione, sulla partecipazione pubblica alle decisioni e sull'accesso alla giustizia in materia ambientale.

Per il 2007 i dati E-PRTR, inviati dagli Stati membri dell'UE, da Islanda, Liechtenstein e Norvegia, sono scaricabili in formato *Microsoft Access* dal sito *web* dell'*European Environment Agency*. Per ogni sito industriale, sono disponibili le quantità e le modalità di emissione di ciascun inquinante; con questi dati, è stato creato uno *shapefile* puntuale delle emissioni inquinanti.



Figura 2 - Siti industriali di cui sono disponibili informazioni sulle emissioni inquinanti.

Fonte: European Pollutant Release and Transfer Register, 2007

#### ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA

#### INDAGINE MULTISCOPO SUGLI ASPETTI DELLA VITA QUOTIDIANA 2009

#### VALUTAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA E ABITUDINE DEI CITTADINI AD EFFETTUARE LA RACCOLTA DIFFERENZIATA

La soddisfazione dei cittadini per alcuni aspetti dell'ambiente che li circonda viene analizzata dall'indagine Istat Multiscopo, una rilevazione campionaria di statistica sociale, condotta intervistando famiglie residenti in Italia. All'interno di un lungo questionario dedicato agli Aspetti della Vita quotidiana, vi è una sezione sull'ambiente e a ciascuna famiglia campione vengono posti alcuni quesiti sulla zona in cui vive. Tale zona è definibile come un intorno dell'abitazione di residenza, ritenuto rilevante dai rispondenti secondo criteri soggettivi. La scala di misura delle variabili è qualitativa ordinabile, i dati sono rilevati con cadenza annuale e le stime sono significative a livello regionale.

<sup>2</sup> Protocollo firmato nel 2003 a Kiev sui registri delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti, allo scopo di comprendere meglio le quantità di sostanze inquinanti rilasciate dagli impianti e di rendere tali informazioni di facile accesso al pubblico, obbligando gli operatori a comunicare le loro emissioni.

Il disegno di campionamento è a due stadi: prima vengono estratti i comuni, stratificati per dimensione demografica e tipo (aree metropolitane, cintura, altri comuni), e poi le famiglie con estrazione sistematica<sup>3</sup> dagli elenchi anagrafici dei residenti. Nel febbraio 2009 sono state intervistate in tutta Italia 19.127 famiglie campione nel mese di febbraio, 1.089 di queste in Veneto. La figura 3 illustra soltanto alcuni dei quesiti ambientali, tra cui quelli utilizzati all'interno del presente lavoro.

**2. LA ZONA E L'ABITAZIONE IN CUI VIVE LA FAMIGLIA**

**2.1 La zona in cui abita la famiglia presenta:**  
(una risposta per ogni riga)

	Molto	Abba-	Poco	Per	Non
		stanza		niente	so
Sporcizia nelle strade .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Difficoltà di parcheggio .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Difficoltà di collegamento con mezzi pubblici .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Traffico .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Inquinamento dell'aria .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Rumore .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Rischio di criminalità .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Odori sgradevoli .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Scarsa illuminazione delle strade .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Cattive condizioni della pavimentazione stradale .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

**3.3 Sono presenti nella zona in cui vive la famiglia i contenitori per la raccolta differenziata dei rifiuti?**  
(una risposta per ogni riga)

	Si, e sono facilmente utilizzabili	Si, ma sono difficilmente utilizzabili	NO	Non so
Carta .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Vetro .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Farmaci .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Batterie usate .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Lattine di alluminio .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Contenitori in plastica per liquidi .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Rifiuti organici .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Altro .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

**3.4 La sua famiglia ha l'abitudine di raccogliere i seguenti rifiuti in modo separato e di gettarli poi nei relativi contenitori?**  
(una risposta per ogni riga)

	Si, sempre	Si, qualche volta	Mal
Carta .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Vetro .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Farmaci .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Batterie usate .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Lattine di alluminio .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Contenitori in plastica per liquidi .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Rifiuti organici .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Altro .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

Figura 3 - Alcuni dei quesiti sull'ambiente dell'indagine Istat sugli Aspetti della vita quotidiana. Fonte: Istat

ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA

ATLANTE DI GEOGRAFIA STATISTICA E AMMINISTRATIVA 2009: CONFINI AMMINISTRATIVI COMUNALI

REGIONE VENETO – GSE LAND – URBAN ATLAS VENETO 2009

CARTA DELLA COPERTURA DEL SUOLO

La base cartografica utilizzata consiste di dati vettoriali, strutturati in formato *shapefile*, relativi ai limiti amministrativi comunali e alla copertura del suolo del territorio veneto.

I dati inerenti le suddivisioni comunali provengono dall'Atlante di geografia statistica e amministrativa dell'Istat, edizione 2009, disponibile *on line*.

I dati vettoriali relativi alle aree urbanizzate sono stati acquisiti dalla Carta della Copertura del Suolo del Veneto. La metodologia di classificazione adottata nella Carta è gerarchica e prevede una tematizzazione articolata in cinque classi principali, a loro volta suddivise in tre o quattro sottolivelli di dettaglio, per un totale complessivo di 174 classi, ciascuna delle quali è definita da un codice a quattro o cinque cifre che individuano la classe e le sottoclassi di appartenenza. Il territorio veneto è stato dunque mappato attraverso circa 500.000 poligoni, ai quali sono associati informazioni di dettaglio in merito alla copertura del suolo, aggregati in formato *shapefile* su base provinciale.

<sup>3</sup> Il campionamento sistematico rappresenta un criterio di estrazione delle unità di un campione casuale semplice alternativo al sorteggio. Consiste nell'estrarre le unità prendendone sistematicamente una ogni *k* dalla lista. In questo caso, *k* è pari al rapporto tra le famiglie residenti nel comune e le famiglie da estrarre.

Nel primo livello di raggruppamento previsto, individuato dalla prima cifra del codice di riferimento, si opera una distinzione fra territori modellati artificialmente, territori agricoli, territori boscati e aree seminaturali, ambiente umido, ambiente delle acque. I territori artificiali sono a loro volta articolati in aree urbane, industriali e commerciali, estrattive e zone verdi urbane.

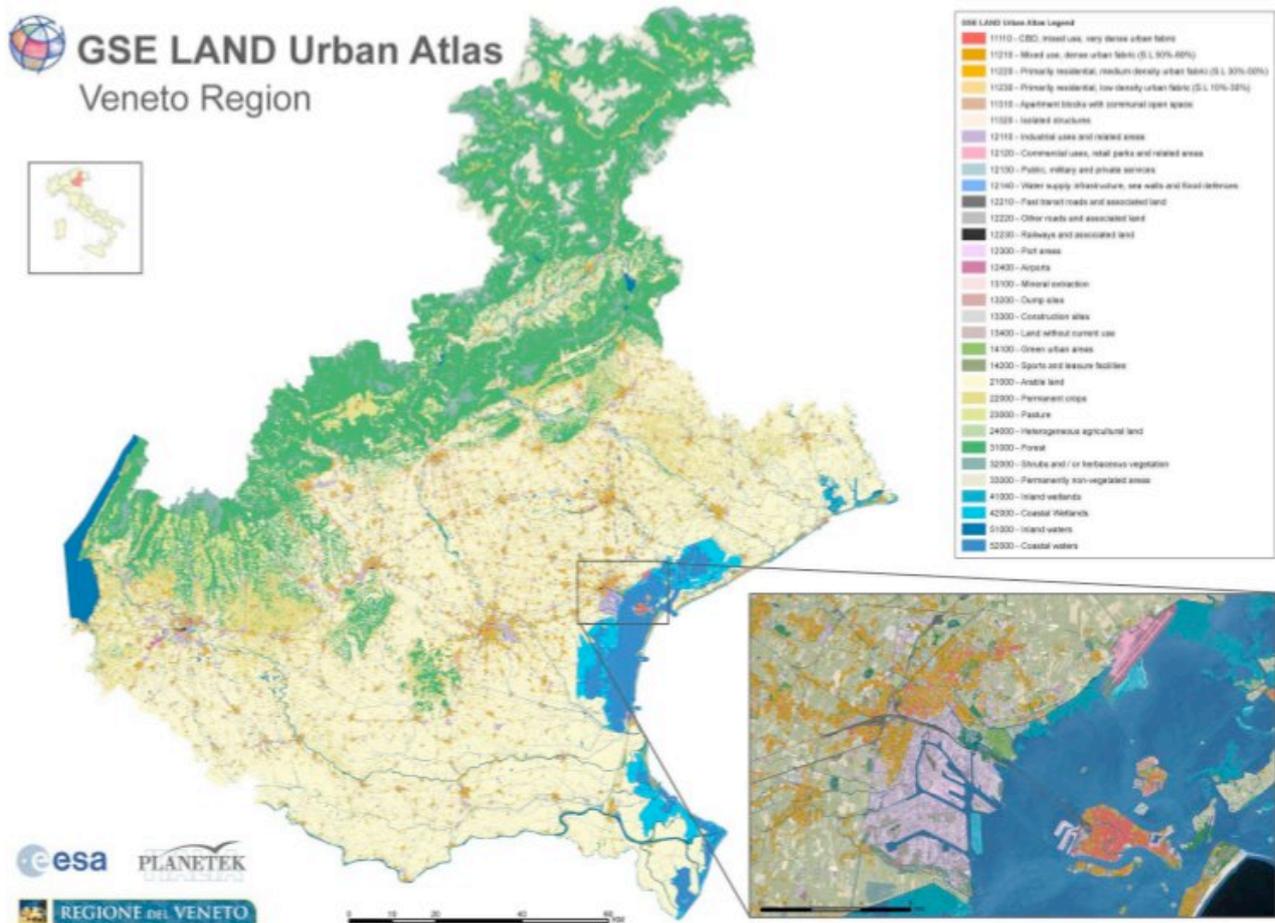


Figura 4 - Visione sintetica della Carta della copertura del suolo veneto. Progetto Urban Atlas. Fonte: Regione Veneto

Ai fini del presente lavoro, le aree di interesse sono state individuate nell'insieme dei poligoni appartenenti ai *territori urbani modellati artificialmente* (codice 1 1): *tessuti urbani continui* (codice 1 1 1) e *tessuti urbani discontinui* (codice 1 1 2).

### 3. Simulazione di un campione georiferito

In modo schematico, si illustra la procedura con cui è stata simulata l'estrazione di un campione di famiglie della regione Veneto secondo la metodologia Istat, integrata con l'ipotetica possibilità di geocodificare gli indirizzi degli intervistati. Il procedimento di estrazione è il medesimo per tutte le regioni d'Italia.

#### PRIMO STADIO

##### ESTRAZIONE DEI COMUNI CAMPIONE CON PROBABILITÀ CRESCENTI AL CRESCERE DELLA DIMENSIONE DEMOGRAFICA

- all'interno di una regione, i comuni vengono suddivisi in sei cosiddetti *domini*, in base al tipo e alla dimensione demografica: centro di area metropolitana (Venezia), intorno di tale centro, comuni fino a 2.000 abitanti, da 2.001 a 10.000, da 10.001 a 50.000 e con 50.000 abitanti o più
- si determina una soglia di popolazione ( $\lambda$ ) in funzione del numero minimo di famiglie da intervistare in ciascun comune campione ( $m=23$ ), del numero medio di componenti per famiglia ( $\delta=2,4$ ) e della frazione di campionamento ( $f=0,5$ )

$$\lambda = \frac{m \cdot \delta}{f} = 96.000$$

- i comuni di grandi dimensioni demografiche, superiori alla soglia  $\lambda$  di popolazione, entrano con certezza nel campione e vengono definiti *autorappresentativi* (Venezia, Vicenza, Padova e Verona); i rimanenti comuni vengono estratti a sorte
- all'interno di ogni dominio, i comuni vengono ordinati in senso decrescente in base al numero di residenti e poi suddivisi in *strati* di dimensione vicina alla soglia  $\lambda$  di popolazione
- all'interno di ciascuno *strato* viene estratto un solo comune, con probabilità proporzionale alla dimensione demografica. In questo modo, il procedimento di stratificazione dei comuni non tiene conto della vicinanza geografica degli stessi, ma solamente della loro dimensione demografica
- lo strato più numeroso è composto di 58 comuni con meno di 2.000 abitanti: 23 si trovano in montagna, 9 in collina e 26 in pianura, per un totale di 95.888 residenti in 1.464 chilometri quadrati di superficie; tra questi, l'unico estratto è stato Zermeghedo. E' evidente, a questo punto, come gli strati non tengano conto della geografia dei luoghi poiché raggruppano comuni di varia provenienza geografica, diverse altimetrie e, quindi, collocati in *territori e ambienti* diversi
- il campione finale risulta composto di 52 comuni, 4 di montagna, 9 di collina e 39 di pianura, per un totale di 1.633.367 residenti e 2.670 chilometri quadrati

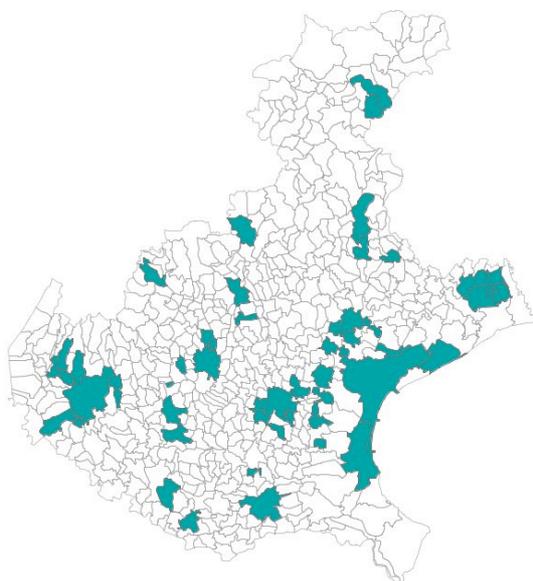


Figura 5 - Comuni estratti nel campione simulato per il Veneto

## SECONDO STADIO

### ESTRAZIONE DELLE FAMIGLIE CAMPIONE

- la strategia campionaria prevede che, in ciascun comune campione, vengano estratte dall'elenco anagrafico un certo numero di famiglie (non meno di 23) in modo sistematico; in questa simulazione, ovviamente, non è stato possibile accedere a tali elenchi per i comuni estratti
- per riprodurre una situazione più simile possibile alla realtà, sono stati utilizzati i dati sulla copertura del suolo ed estratti i punti-famiglia nelle aree urbanizzate ad uso residenziale
- dagli *shapefile Urban Atlas* sono stati estratti, per i comuni campione, solamente i poligoni con codice che inizia per 11: aree urbanizzate ad uso residenziale, appunto, le quali vengono classificate anche per densità del tessuto urbano
- all'interno di ciascun comune sono stati estratti 23 poligoni con codice 11, con probabilità proporzionale alla densità di tessuto urbano edificato, in modo da selezionare con maggior frequenza poligoni in cui si concentra la maggior densità di abitazioni
- per localizzare puntualmente una famiglia campione è stato individuato il centroide dei poligoni estratti e si sono così ottenute complessivamente 1.180 punti-famiglia: la figura 6 le rappresenta come un intorno del punto di residenza, che idealmente evidenzia la zona in cui vivono le famiglie e a cui si riferiscono le risposte ai quesiti ambientali; in rosso le aree urbane residenziali. La maggior parte delle famiglie campione ricade all'interno dei poligoni classificati come territori

urbani con tessuto continuo, cioè quelli definiti nel quarto livello di dettaglio quali zone di centro città con uso misto, tessuto urbano continuo molto denso (codice 1 1 1 1)

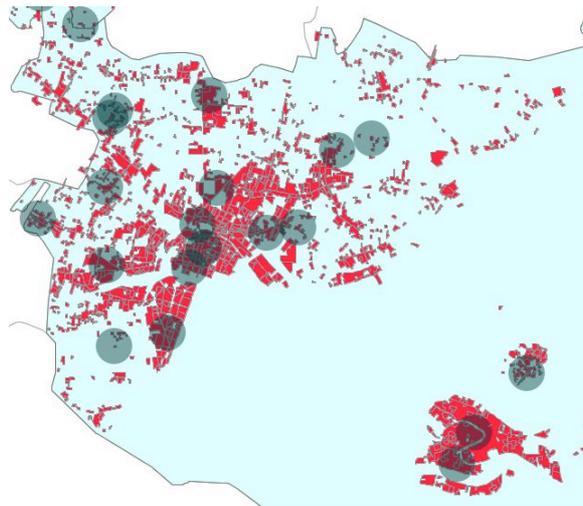


Figura 6 - Esempio di ipotetiche famiglie campione di Venezia e Mestre, raffigurate con un intorno del punto di residenza; in rosso le aree urbane residenziali

- ad ogni famiglia campione sono state attribuite casualmente delle risposte ai quesiti sull'ambiente, in modo da riprodurre le distribuzioni marginali osservate nel campione reale del 2009. In Veneto, ad esempio, per quanto riguarda la raccolta differenziata della carta, si stima che l'88,3% delle famiglie la effettui sempre, il 6,5% qualche volta e il 5,2% raramente o mai. Di conseguenza, per il quesito sull'abitudine ad effettuare la raccolta differenziata della carta, all'88,3% delle 1.180 famiglie campione simulate (cioè a 1.042 famiglie) è stata attribuita risposta *sempre*, al 6,5% (77 famiglie) *qualche volta* e al restante 5,2% (61 famiglie) *raramente, mai*. Allo stesso modo si è proceduto per attribuire le dichiarazioni relative all'abitudine a differenziare l'organico, le valutazioni sulla comodità e vicinanza dei cassonetti per la raccolta differenziata della carta e dell'organico e la valutazione sulla qualità dell'aria
- infine, unendo le tabelle-dati grazie ad un codice identificativo familiare univoco, è stato creato uno *shapefile* di punti-famiglia con le risposte sui quesiti ambientali considerati

#### 4. Integrazione dei dati e visualizzazione in GIS

Durante la fase di importazione dei dati in GIS, sono stati definiti due scenari, ciascuno rappresentativo di uno specifico tema analizzato: rifiuti e qualità dell'aria. In ciascuno di essi, la componente oggettiva di misurazione della variabile indagata, derivata dalla fonte ARPAV per la tematica dei rifiuti e dalla fonte E-PRTR per quella relativa all'inquinamento dell'aria, è stata visualizzata assieme all'informazione percettiva, simulata, derivata dai giudizi espressi dai cittadini. Come premesso nell'introduzione al lavoro, la possibilità di raffrontare e rapportare i due insiemi di dati sul medesimo sfondo geografico, traendone in seguito potenziali ed eventuali conclusioni ed osservazioni, deriva dall'avere a disposizione dati georiferiti, territorializzati in un preciso contesto. Il processo con cui si è simulata l'estrazione delle famiglie intervistate, ha restituito lo *shapefile* puntuale *punti\_campione\_risposte*, in cui la localizzazione geografica di ogni *record* è determinata dall'ipotetico indirizzo degli intervistati. Negli attributi del *file* sono contenute le valutazioni espresse dalle famiglie attraverso il questionario Istat, nello specifico:

- l'attributo *j\_INQARIA*, definisce la percezione dei cittadini in merito al livello inquinamento dell'aria: la scala dei valori definiti va da 1, l'intervistato percepisce l'aria molto/abbastanza inquinata; a 2, l'intervistato percepisce l'aria poco/per niente inquinata; a 3, l'intervistato risponde *non sa*;
- gli attributi *j\_DIFFCARTA*, *j\_DIFFORG* definiscono l'abitudine dei cittadini a riciclare, rispettivamente, la carta e l'organico: la scala dei valori definiti varia da 1, l'intervistato li separa

sempre; a 2, l'intervistato li separa *qualche volta*; a 3, l'intervistato si separa *raramente/mai* o risponde *non sa*;

- gli attributi *j\_CONTCARTA*, *j\_CONTORG* definiscono i giudizi espressi dai cittadini in merito alla presenza e comodità dei raccoglitori per il conferimento differenziato della carta e dell'organico: la scala dei valori definiti varia da 1, l'intervistato li considera *facilmente raggiungibili*; a 2, l'intervistato li considera *difficilmente raggiungibili*; a 3, l'intervistato risponde che i contenitori *non sono presenti* o *non sa*.

#### PRIMO SCENARIO: RIFIUTI

Nel primo scenario è stata analizzata la tematica *rifiuti*: le ipotetiche risposte fornite dai cittadini sono state messe a confronto con le strategie per la raccolta differenziata adottate a livello comunale e la produzione procapite annua di rifiuti con codice CER 200101, ovvero carta e cartone prodotti prevalentemente a livello domestico, e di quelli con codice CER 200108, ovvero rifiuti organici provenienti da cucine e mense.

La base cartografica per la visualizzazione dei dati ARPAV relativi alle modalità di raccolta e all'entità della produzione di rifiuti è stata ottenuta utilizzando lo *shapefile* con i confini dei comuni campione. Ciascun poligono appartenente allo *shapefile* comunale, è identificato univocamente dall'attributo riportante il codice Istat assegnato al comune. Allo stesso modo, il medesimo codice identifica in modo univoco ciascun record della tabella-dati in cui sono state acquisite le informazioni sulla raccolta e produzione dei rifiuti. La tabella è stata importata in GIS e, sulla base del comune attributo codice Istat, è stata unita con lo *shapefile* dei comuni campione (Figura 7).

OBJECTID	PRO_COM	COME_COM
3450.0	23021.0	Castel d'Azz...
3456.0	23027.0	Cologna Ven...
3464.0	23035.0	Fumane
3471.0	23042.0	Lavagnone
893.0	23047.0	Mazzane di ...
898.0	23052.0	Negrar
922.0	23076.0	San Pietro in...
923.0	23077.0	San'Ambro...
937.0	23091.0	Verona

ID	COD_ISTAT	COMUNE	KG_PROC	NON_DIFF	KG_NON_DIF	X_DIFF	ORGANICO	KG_ORGANICO	CARTA	KG_CARTA
1.0	23021.0	Castel d'Azz...	335.0	domiliare	82.97	71.6	domiliare	68.95	altro	0.0
2.0	23027.0	Cologna Ven...	382.0	domiliare	117.59	60.22	domiliare	57.05	domiliare	40.94
3.0	23035.0	Fumane	384.0	domiliare al...	77.62	68.57	domiliare	60.65	domiliare al...	35.0
4.0	23042.0	Lavagnone	413.0	stradale	194.41	45.98	stradale	57.17	stradale	39.7
5.0	23047.0	Mazzane di ...	368.0	domiliare	133.75	59.64	domiliare	62.19	domiliare	46.88
6.0	23052.0	Negrar	369.0	domiliare	69.36	71.92	domiliare	60.0	stradale	44.3
7.0	23076.0	San Pietro in...	426.0	domiliare	83.88	75.5	stradale	86.69	domiliare al...	56.84
8.0	23077.0	San'Ambro...	388.0	domiliare	73.94	72.65	domiliare	80.81	domiliare al...	49.91

Figura 7 - Campo di unione tra la tabella degli attributi dello *shapefile* e quella delle misure del tema rifiuti

La visualizzazione contemporanea del *layer* dei comuni campione, integrato con le informazioni sul sistema di raccolta e sull'entità di rifiuti prodotta, assieme al *layer* restituente le risposte fornite dagli intervistati, consente di compiere delle osservazioni sul comportamento dei cittadini in relazione alle strategie adottate a livello comunale.

Una prima ipotetica analisi è stata rivolta a confrontare le risposte fornite dai cittadini in merito alla comodità dei contenitori disponibili per il conferimento dell'organico e della carta, con le strategie per la raccolta adottate dall'amministrazione competente. A tale fine il *layer* comunale, nel caso specifico dell'analisi dei rifiuti di tipo organico, è stato tematizzato sulla base dell'attributo *organico*, ovvero è stata realizzata una mappa tematica nella quale i singoli comuni sono stati classificati sulla base della strategia di raccolta adottata. Allo stesso modo, lo *shapefile* puntuale delle famiglie campione è stato tematizzato classificando i punti sulla base del valore riportato nell'attributo *j\_DIFFORG*, restituente le abitudini degli intervistati relativamente alla separazione del rifiuto organico. Supponendo di disporre di valutazioni non simulate, ma rappresentative del reale stato dei fatti, si potrebbero compiere numerosi ragionamenti, considerando qual è il comportamento dei cittadini in relazione alla tipologia di servizio che l'amministrazione struttura.

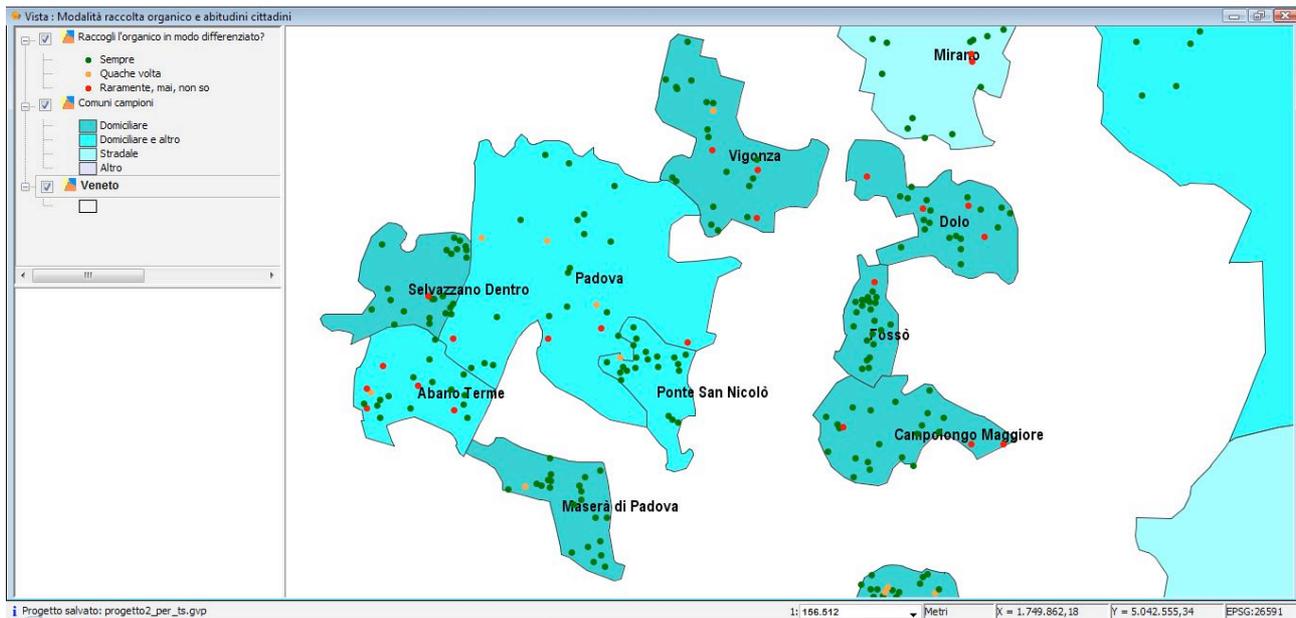


Figura 8 - Incrocio su base GIS delle misure oggettive desunte dalle amministrazioni con le valutazioni oggettive dei cittadini

Analoghi ragionamenti potrebbero essere svolti considerando le altre variabili in gioco, ad esempio, può essere osservato come varia l'entità dell'organico, o della carta, raccolti separatamente, dato oggettivo associato allo *shapefile* dei comuni campione, con il giudizio espresso dai cittadini in merito la comodità e accessibilità dei contenitori per il conferimento differenziato, valutazione soggettiva associata allo *shapefile* degli intervistati.

#### SECONDO SCENARIO: QUALITÀ DELL'ARIA

Il secondo scenario indagato ha analizzato la presenza nell'aria di emissioni inquinanti da parte di impianti industriali (E-PRTR) e la relativa percezione del livello di qualità dell'aria.

Seguendo lo stesso procedimento illustrato per lo scenario sui rifiuti, si è ipotizzato di mappare contemporaneamente la presenza di fonti inquinanti industriali e la valutazione dei cittadini sulla qualità dell'aria che respirano.

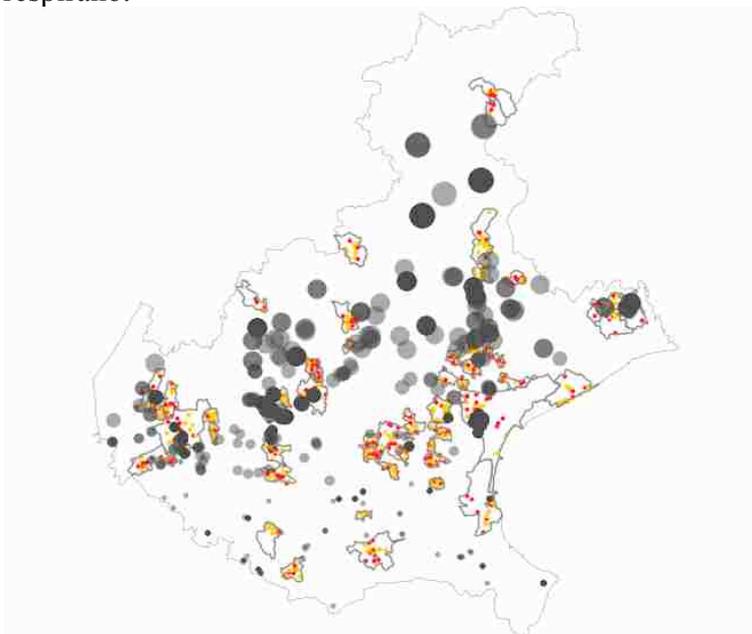


Figura 9 – Qualità dell'aria: percezione (simulata) dell'inquinamento ed emissioni industriali in Veneto

La figura 9 visualizza contemporaneamente la percezione dell'inquinamento, simulata con punti colorati a seconda delle risposte fornite, e le emissioni industriali rappresentate con bolle di dimensione crescente al crescere della quantità emessa e di colore via via più intenso all'aumentare

del numero di inquinanti emessi. Si tratta soltanto di un esercizio di visualizzazione, poiché la qualità oggettiva dell'aria a piccola scala è un tema difficile da indagare, per il quale sarebbe necessario considerare altre misure come, ad esempio, i dati delle centraline Arpav, i livelli di traffico, le emissioni degli impianti di riscaldamento, le condizioni atmosferiche, ecc. Tuttavia, pur nella consapevolezza dei limiti della tematizzazione proposta nella figura 9, ciò che si vuole evidenziare è il metodo di integrazione delle fonti in ambiente GIS.

Va segnalato, inoltre, che, per tutelare la riservatezza dei rispondenti, sarebbe necessario prendere opportune precauzioni affinché la visualizzazione GIS non consenta di individuare i singoli cittadini che hanno fornito le risposte. Alcune strategie sono possibili (ad esempio, visualizzazioni differenziate a seconda del livello di *zoom* o trasformazioni personalizzate delle coordinate in modo che non siano riconducibili a nessun sistema di riferimento noto), ma meriterebbero un approfondimento che esula dallo scopo del presente lavoro.

## 5. Potenzialità informative e prospettive

Le potenzialità informative dell'integrazione GIS di fonti diverse non si limitano alla produzione di mappe tematiche. La relazione topologica, che si instaura tra le diverse entità che insistono sul medesimo territorio, genera una sinergia di informazioni e consente di calcolare misure e indicatori che altrimenti non si sarebbero potuti conoscere. L'idea viene illustrata attraverso un esempio semplice, ma che contiene alcuni elementi chiave.

Nei paragrafi precedenti ci si è posto il problema della relazione tra le strategie comunali per la raccolta differenziata dei rifiuti e i comportamenti quotidiani delle famiglie. Tale relazione può essere colta soltanto se le informazioni sono combinate/integrate tra di loro.

Tabella 1 - Famiglie per abitudine a raccogliere i rifiuti in modo separato e modalità di raccolta nel comune di residenza Veneto 2009 - per 100 famiglie

tipo di rifiuto e modalità di raccolta	abitudine a raccogliere in modo separato			totale
	sì, sempre	sì, qualche volta	mai	
<b>organico</b>				
domiciliare	あい %	うえ %	おう %	47%
domiciliare e altro	けこ %	がぎ %	げこ %	26%
stradale	さす %	せそ %	ざぬ %	25%
altro	ひふ %	ほび %	まみ %	2%
<b>totale</b>	<b>87%</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>100%</b>
<b>carta</b>				
domiciliare	せそ %	わぬ %	おう %	23%
domiciliare e altro	ぶめ %	ひふ %	ほび %	39%
stradale	ゑを %	おゆ %	やえ %	32%
altro	けこ %	まみ %	せそ %	5%
<b>totale</b>	<b>88%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>

La tabella 1 incrocia la modalità di raccolta nel comune e l'abitudine dei cittadini a raccogliere in modo separato la frazione organica e la carta, con valori espressi in percentuale. Nulla di più semplice per iniziare a esplorare l'interessante relazione tra le strategie amministrative di piccola scala e i comportamenti della popolazione, considerato che i comportamenti dei singoli sono importanti nel determinare il consumo di risorse, la produzione di rifiuti e il risparmio di energia. Ecco alcune delle domande a cui una tavola di questo tipo potrebbe offrire risposta: a quali metodi di raccolta corrisponde una maggiore propensione dei cittadini a differenziare? A che percentuale ammonta lo "zoccolo duro" di coloro che, anche con il metodo più efficace, non effettuano la raccolta differenziata dei rifiuti? La strategia che sembra funzionare per l'organico ottiene gli stessi risultati anche con la carta?

Attualmente, purtroppo, sono disponibili soltanto le distribuzioni marginali, evidenziate in viola, poiché le due fonti, Arpav e Istat, non sono integrabili. Utilizzando la relazione topologica e il metodo esposto in precedenza si potrebbe facilmente calcolare la distribuzione bivariata della tavola 1 (in colore verde).

Altre valutazioni si potrebbero derivare, ad esempio, confrontando la posizione rispetto ad arterie di comunicazione di grande traffico, o la vicinanza ad altre fonti di inquinamento acustico, con la percezione del problema *rumore* nella zona in cui si vive. Oppure, si potrebbero collegare le abitudini a consumare l'acqua del rubinetto e i motivi per cui non la si beve con le informazioni sulle acque e sui consorzi di gestione tratte dal censimento delle risorse idriche ad uso civile del 2008.

Se si vuole indagare il rapporto tra la percezione soggettiva della qualità dell'ambiente e lo stato oggettivo dello stesso, i temi da esplorare sono numerosi: verde urbano, odori sgradevoli, disponibilità di mezzi pubblici, ecc. L'integrazione di fonti e di dati disomogenei pone sempre problemi complessi di interpretazione, ma è, tuttavia, molto intrigante.

Un aspetto da valutare, però, è quello del disegno campionario che tiene conto solo in minima parte della posizione geografica delle unità di rilevazione. I quesiti ambientali misurano variabili che sono certamente collegate alla dimensione demografica del comune di residenza, ma molto di più alle scelte, istituzionali e non, adottate nel territorio in cui si vive. Per questo motivo, si ritiene che una strategia campionaria più *geografica* potrebbe consentire di applicare in modo più appropriato tecniche di analisi statistica spaziale, che non appartengono alla tradizione delle indagini sociali Istat. In quest'ottica, si potrebbe esplorare l'utilizzo di dati ancillari geografici per l'estrazione del campione, ad esempio quelli relativi alle aree urbanizzate residenziali definite dalla carta copertura del suolo. Ma anche questo è un tema che esula dal presente lavoro e che le autrici rinviando ad approfondimenti futuri.

### Riferimenti bibliografici

Bagatta, G.L. (a cura di) (2006), *Il sistema di indagini sociali multiscopo*, Metodi e Norme n.31, Istat, Roma  
[http://www.istat.it/dati/catalogo/20060615\\_00/met\\_%20norme\\_06\\_31\\_il\\_sistema\\_di\\_indagini\\_multiscopo.pdf](http://www.istat.it/dati/catalogo/20060615_00/met_%20norme_06_31_il_sistema_di_indagini_multiscopo.pdf)

Goodchild, M.F., Janelle, D.G., "Thinking spatially in the social sciences", in Goodchild, M.F., Janelle, D.G. (eds.) (2004), *Spatially Integrated Social Science*, Oxford University Press, New York, pp. 3–22  
<http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/391.pdf>

Goodchild, M.F. (2008), "Statistical perspectives on geographic information science", *Geographical Analysis*, 40 (3), p. 310–325 <http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/455.pdf>

Istat, (2009), *La soddisfazione dei cittadini per le condizioni di vita nel 2009*, Statistiche in breve, 6 nov. 2009, Roma  
[http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non\\_calendario/20091106\\_00/](http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20091106_00/)

Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. (2005), *Geographic Information Systems and Science*, Wiley

Sherman, G. (2008), *Desktop GIS: Mapping the Planet with Open Source Tools*, Pragmatic Bookshelf

### Sitografia

Arpa Veneto, Banca Dati dei Rifiuti Urbani [http://www.arpa.veneto.it/rifiuti/htm/banca\\_dati\\_ru.asp](http://www.arpa.veneto.it/rifiuti/htm/banca_dati_ru.asp)

E-PRTR European Pollutant Release and Transfer Register <http://prtr.ec.europa.eu/>

Istat, Indagine Multiscopo Aspetti della Vita Quotidiana  
[http://www.istat.it/strumenti/rispondenti/indagini/famiglia\\_societa/vitaquotidiana/](http://www.istat.it/strumenti/rispondenti/indagini/famiglia_societa/vitaquotidiana/)

Istat, *Atlante di geografia statistica e amministrativa, ed. 2009* [http://www.istat.it/dati/catalogo/20090728\\_00/](http://www.istat.it/dati/catalogo/20090728_00/)

Progetto Europeo GSE Land - Urban Atlas  
[http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/725A1A8A-6140-4D92-8D45-C90A01F061CE/0/Progetto\\_GSE\\_LandUrban.pdf](http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/725A1A8A-6140-4D92-8D45-C90A01F061CE/0/Progetto_GSE_LandUrban.pdf)