

BIG DATA E GRANDI EVENTI: UNA PRIMA ANALISI DELLA «BARCOLANA» 2016

Salvatore Amaduzzi²⁰, Luca Cadez²¹

Abstract

In recent years, the use of big data has become more and more pervasive in particular for social phenomena analysis. Among these the presences and movements data derived from mobile phone network are of great importance. Using these data and geomatics a first analysis on the 2016 edition of the Barcolana, the most crowded sailing regatta in the world, was carried out trying to estimate the presence of foreigners and Italian people, and to derive other information regarding those days in the municipality of Trieste and its surroundings.

Key word: Big data, Big Events, Barcolana 2016, Trieste

1. Introduzione

1.1. Big data e grandi eventi

Analizzare e comprendere gli spostamenti di persone all'interno di un'area geografica (città, territorio, paese, ecc.) è cruciale in diversi ambiti quali la pianificazione urbana e dei trasporti, la pianificazione e gestione di un evento, la gestione delle emergenze, le strategie di marketing, ed altri.

Negli ultimi anni in particolare si è diffuso sempre più il concetto di *big data*, cioè quell'insieme di tecnologie e metodologie di analisi di dati massivi (De Mauro et al., 2016), dati prodotti in vario modo da reti di sensori, social network, media, database, ecc.

Una importante fonte di informazioni per studiare i movimenti e il comportamento degli individui è la rete di telefonia cellulare. Infatti ad ogni chiamata corrisponde la registrazione di un record – denominato Call Detail Record (CDR) – in seguito ad uno scambio di informazioni tra terminali connessi alla rete che contiene informazioni varie fra cui, l'orario di origine della telefonata, la durata, identificativi ecc. Si tratta di informazioni che negli ultimi anni hanno assunto una notevole importanza per analizzare, studiare e comprendere molti fenomeni spazio-temporali. Dagli operatori è possibile acquistare tali dati puri oppure che già stimano la popolazione totale mediante l'applicazione di modelli matematico-statistici.

²⁰ Professore associato (M-GGR/02). Laboratorio di Geomatica. Dipartimento di Lingue e Letterature, comunicazione, formazione e società – DILL. Università degli Studi di Udine. salvatore.amaduzzi@uniud.it

²¹ Assegnista di ricerca (ING-INF/05). Laboratorio di Geomatica. Dipartimento di Lingue e Letterature, comunicazione, formazione e società – DILL. Università degli Studi di Udine. luca.cadez@uniud.it

Considerando che il livello di penetrazione di smartphone e telefoni è altissimo – secondo l’Agcom (2016) oltre il 94% degli italiani ne possiede almeno uno – si tratta dunque di una fonte di dati continua temporalmente e spazialmente che riguarda gran parte della popolazione. Il *roaming* inoltre assicura che un dispositivo wireless in viaggio sia costantemente collegato a una rete, in questo modo è possibile avere delle indicazioni circa la provenienza anche se dall’estero.

L’interesse per tali dati non è poi tanto per l’informazione sul posizionamento statico quanto il fatto che un terminale in movimento si aggancia via via alla cella più vicina attraverso un processo chiamato *handover*, e ogni cella è generata da una stazione radio base (SRB) di cui le coordinate sono note. Questo permette di ricostruire la traiettoria della SIM/dispositivo.

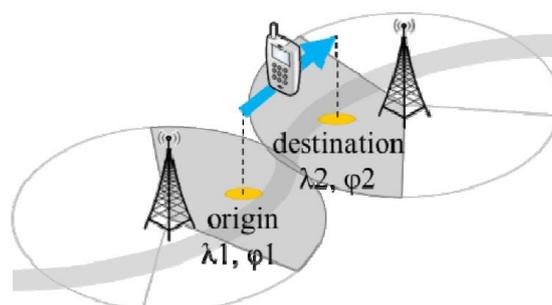


Figura 1 Rappresentazione di un *handover* (freccia azzurra) fra due SRB. Attraverso le coordinate delle SRB è possibile posizionare approssimativamente il dispositivo (da Sagl et al., 2012).

Un altro aspetto importante è la risoluzione spaziale (o meglio l’accuratezza) del posizionamento, infatti questa è molto variabile e dipende da diversi fattori, ma primariamente dalla densità delle stazioni radio base e dalla intensità di traffico per antenna; quindi generalmente nei contesti urbani la densità di antenne è molto più alta e quindi anche l’accuratezza, viceversa nelle aree extraurbane a causa della rarefazione delle antenne diminuisce (Mateos et Fisher, 2007).

I dati degli operatori telefonici consentono perciò di verificare le presenze in un certo momento ed in un determinato luogo, ma anche di conoscere dove si trovavano in un predeterminato intervallo di tempo precedente e dove si sono recati successivamente, permettendo l’individuazione di specifici comportamenti/spostamenti (Furletti et al., 2013). Si può così rispondere alla domanda “*quante persone entrano a Udine tra le 7 e le 8 e da quali comuni provengono?*” oppure “*dove vanno le persone che villeggiano in una località balneare durante le giornate di pioggia?*”. Non a caso domande interessanti in campo turistico, dove l’uso dei big data telefonici possono dare un contributo significativo sulla caratterizzazione di flussi, origini e permanenze (Ahas et al. 2014) e mediante analisi più complesse si possono comprendere i pattern di mobilità per analisi trasportistiche, di geografia della popolazione, etc. (Giannotti et al., 2011; Ahas et al., 2010).

Una parte degli studi attuali si spinge oltre usando i dati CDR nello studio delle relazioni sociali, aiutando a comprendere come i pattern di mobilità individuale impattano sulle reti sociali (si veda per esempio Wang et al., 2014).

Altre applicazioni realizzate con i dati della telefonia cellulare sono invece orientate all'analisi del turismo e dei grandi eventi, come nel caso del progetto “*Mobile Landscapes: Graz in tempo reale*” (Ratti et al., 2005) o il progetto “*Real Time Rome*” condotta dall'MIT per studiare un concerto di Madonna a Roma e le partite di calcio di Milano analizzate dall'Istituto Fraunhofer nel 2008 (Calabrese et al., 2011). Più recentemente anche su Udine sono state svolte alcune analisi ad esempio nel caso del concerto di Bruce Springsteen allo stadio Friuli (Sagl et al., 2012).

Ma non mancano le più recenti analisi locali svolte dal nostro Laboratorio su alcuni importanti eventi enogastronomici come *Friuli Doc* che si svolge ogni autunno nel centro storico di Udine, o *Cantine aperte* che coinvolge invece un'area decisamente più vasta con decine di cantine, ristoranti e locali in cui gustare le eccellenze enologiche del territorio (cfr. Amaduzzi, 2017; Amaduzzi et al., 2018). Ma citiamo anche le analisi svolte sulle presenze e spostamenti turistici durante una giornata estiva di brutto tempo nella località balneare di Grado.

Da questi primi studi risulta evidente quanto le informazioni derivate dagli operatori telefonici possano essere utili per analizzare le dinamiche delle presenze e degli spostamenti delle varie categorie di persone a fronte di eventi organizzati, eventi meteorologici, ecc.

1.2. La Barcolana

In questo contesto si vuole inserire questo breve studio focalizzato sull'importante evento velistico della “Barcolana” dell'edizione 2016. La regata nasce nel lontano 1969 per iniziativa della *Società Velica di Barcola e Grignano*, e il suo nome completo è *Regata Coppa d'Autunno Barcolana* e vide nella prima edizione solo 51 partecipanti. Si svolge su un percorso a quadrilatero di circa 15 miglia nautiche a vertici fissi, con linea di partenza fissata tra il Castello di Miramare (sede della Società Velica di Barcola e Grignano) e la linea di arrivo collocata in prossimità di piazza Unità d'Italia a Trieste.

Le barche sono divise secondo lunghezza al galleggiamento e vince chi arriva primo²². Col tempo è diventata una delle manifestazioni veliche più importanti a livello internazionale, e la prima al mondo per numero di imbarcazioni partecipanti dal 2017 con oltre 2100 imbarcazioni e circa 25 mila velisti. Ma l'evento non si limita alla nota regata, prevede infatti un calendario di attività minori nei giorni precedenti quali mostre fotografiche, mini regate under 18, prove speciali, dimostrazioni, eventi musicali ed enogastronomici.

²² <http://www.barcolana.it/Storia>

2. Metodologia

L'analisi dei dati per questo lavoro segue a grandi linee quanto già descritto da Amaduzzi et al. (2018), dove il primo problema evidente è la quantità di dati da gestire. Per semplificarla il territorio regionale è stato diviso in 350.000 celle di 150 per 150 metri, e a queste sono state associate le informazioni di presenza ogni 15 minuti; generandosi così circa 35 milioni di record al giorno, e circa 12 miliardi di record all'anno.

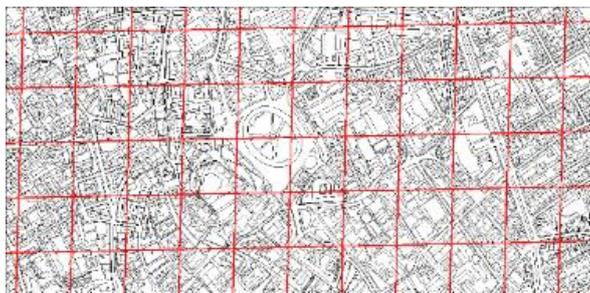


Figura 2 Porzione della griglia 150x150 metri a Udine

Per facilitarne la gestione considerando le necessità al posto dei dati granulari originali si è optato per un prodotto intermedio basato su dati di livello comunale e presenze medie su base di fasce orarie di 3 ore ciascuna: 00-03, 03-06, 06-09, 09-12, 12-15, 15-18, 18-21, 21-24. Così è stato predisposto quindi un primo data base PostgreSQL che contiene di 3,7 milioni di record dall'1 marzo 2016 al 30 settembre 2016 in quanto usato anche per altre analisi, e con le seguenti caratteristiche.

Sono individuati gli italiani sulla base delle SIM italiane che “statisticamente” risiedono in un dato comune, cioè utenti che nell'arco del periodo di campionamento hanno trascorso la maggior parte del loro tempo nella fascia 23-06 nella zona; mentre i visitatori stranieri per nazione di origine sono dedotti dalle SIM straniere in roaming nell'area. I dati delle SIM sono già rapportati a quelli reali dall'operatore telefonico.

È inoltre possibile distinguere fra visitatori da altre regioni o comuni friulani oltre che fra visitatori occasionali o regolari, dettaglio non considerato per questo lavoro.

Per *presenza* si intende la media del numero di persone in una certa area durante un tempo T . Tecnicamente le seguenti situazioni danno lo stesso risultato di 1000 presenze:

- 1000 persone stanziali in A durante tutto T
- 2000 persone che trascorrono $\frac{1}{2} T$ in A
- 500 persone stanziali in A durante T e 1000 persone che trascorrono $\frac{1}{2} T$ in A .

Questo numero aiuta a rimuovere ad esempio persone che sono solo transitate attraverso una determinata area (transiti autostradali, treno, ecc.).

I dati grezzi sono stati organizzati, come già detto, in un database PostgreSQL utilizzato per eseguire query e analisi, mentre le elaborazioni cartografiche sono state realizzate in Qgis.

ovvero: sloveni, croati, austriaci e svizzeri. Analogamente, fra gli italiani non residenti in FVG, prevalgono veneti, lombardi, emiliani e piemontesi. Una quota di queste presenze è sicuramente attribuibile ai partecipanti stessi della manifestazione, di cui si stimano circa 25mila velisti²³.

Origini STR	Presenze	%	Origini ITA	Presenze	%
Slovenia	4523	31,94	Friuli Venezia Giulia	23908	44,38
Croatia	1977	13,96	Veneto	9654	17,92
Austria	1860	13,13	Lombardia	6146	11,41
Switzerland	1228	8,67	Emilia-Romagna	3077	5,71
Germany	869	6,14	Piemonte	1700	3,16
Netherlands	284	2,01	Lazio	784	1,46
Spain	261	1,84	Liguria	684	1,27
France	244	1,72	Trentino-Alto Adige	552	1,02
Serbia	232	1,64	Marche	519	0,96
Hungary	227	1,60	Toscana	392	0,73
Altri stranieri	2456	17,34	Altri italiani	6461	11,99
Totale	14161	100,00	Totale	53877	100,00

Tabella 1 Stranieri e italiani non residenti a Trieste, con relativa origine, domenica nella fascia oraria 12-15.

3.2. Area di visibilità dell'evento

Ci si è chiesti in quale comune ricade la zona più idonea a seguire l'evento in quanto aiuta nell'interpretazione delle dinamiche degli spostamenti fra i vari comuni e i due comuni. Considerando che si tratta di una regata che si svolge ovviamente a livello del mare (Figura 4) i posti ideali per poterla "toccare con mano" sono lungo le rive nelle fasi di partenza/arrivo, oppure salendo lungo i versanti carsici e le colline a ridosso del mare dove la vista si apre sul golfo di Trieste (Figura 5, 4, 5, 6 e 7). Considerando lo spazio in cui si svolge la regata si può dire che gli unici comuni da cui si può seguire l'evento sono Trieste, tra la zona del castello di Miramare e il porto (dove si configura una sorta di anfiteatro naturale con punto ideale per spettacolarità ad Opicina), e in parte dalle alture di Muggia²⁴.

²³

<http://www.barcolana.it/ProxyVFS.axd/orig/r18196?default=%2FContent%2FImages%2Ftrasparente.gif>

²⁴ Non esistono informazioni ufficiali, ma l'analisi qualitativa di visibilità conferma quanto afferma questo fotografo professionista <http://www.bybla.com/regata/barcolana>



Figura 4 campo gara della Barcolana 2016 (ortofoto ©2018 Google, Digital Globe).

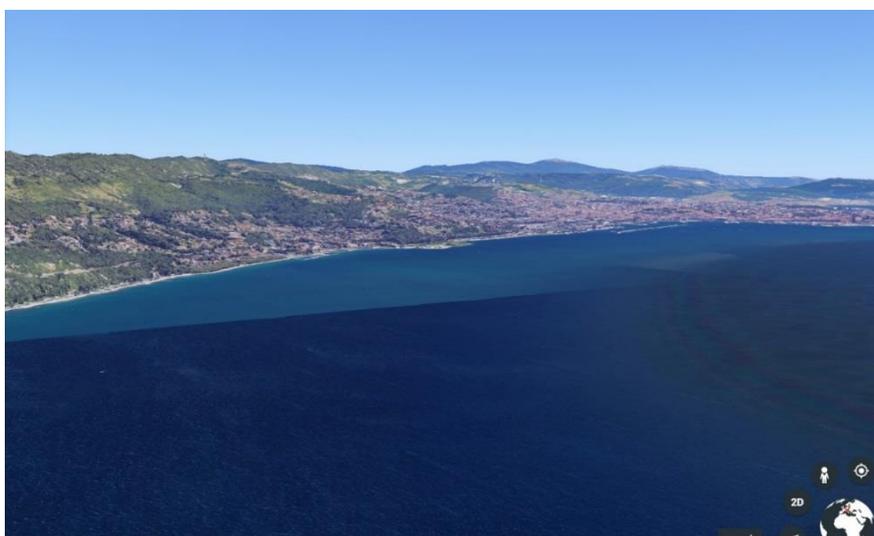


Figura 5 area di gara compresa fra il castello di Miramare e il porto di Trieste. Si notano i rilievi che creano un anfiteatro naturale, posti ideali per osservare la Barcolana dall'alto (Google Earth).



Figura 6 Vista dell'area di gara da Google Street View.



Figura 7 Vista dell'area di gara da Google Street View.



Figura 8 Vista dal mare, si vede il pendio carsico che ricorda un anfiteatro naturale²⁵.

25 <https://www.flickr.com/photos/ddaliedo/1079339165> (CC BY-SA 2.0)



Figura 9 Altra vista della Barcolana da un punto panoramico poco sopra il Faro della Vittoria (©2016 Roberto Corsi).

3.3. Dinamiche residenti a Trieste e nei comuni minori

A Trieste, se si considerano gli andamenti delle due giornate della Barcolana e quelle medie di riferimento, l'andamento risulta coerente in tutte le fasce orarie. Ci si sarebbe attesi una riduzione di residenti durante l'evento a causa del grande affollamento e traffico, che di solito porta ad una fuga dei residenti, e invece il dato mostra che ci sono più residenti durante il fine settimana dell'evento (Figura 10) con un +3,3% nella fascia delle 12. Si noti che in tutti i prossimi grafici la linea tratteggiata indica l'andamento di presenze del comune col medesimo colore ma nelle giornate medie di riferimento.

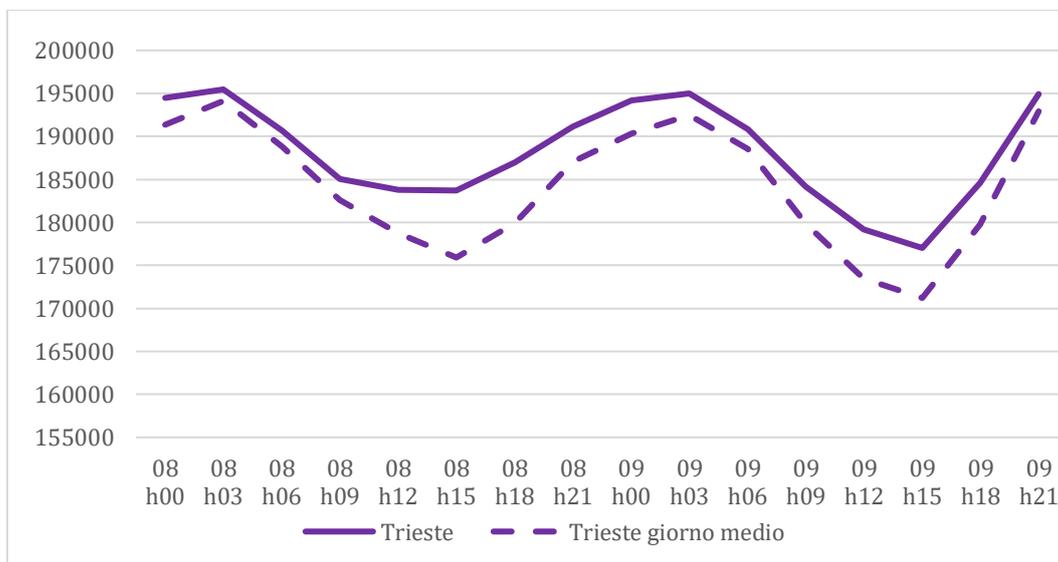


Figura 10 Grafico presenze dei residenti a Trieste.

Diversamente nei comuni minori, come si può vedere dalla Figura 11, pare che nella fascia dalle 12 alle 18, i residenti diminuiscano lievemente sia il sabato che la domenica.

In particolare la domenica nella fascia centrale delle 12 tranne che a Sgonico con +1,4% negli altri comuni si registrano: Duino-Aurisina -14,63%, Monrupino -12%, Muggia -8%, San Dorligo della Valle -12%. Questi cali potrebbero essere dovuti a residenti dei comuni che, per assistere alla Barcolana, si spostano sulle rive di Trieste.

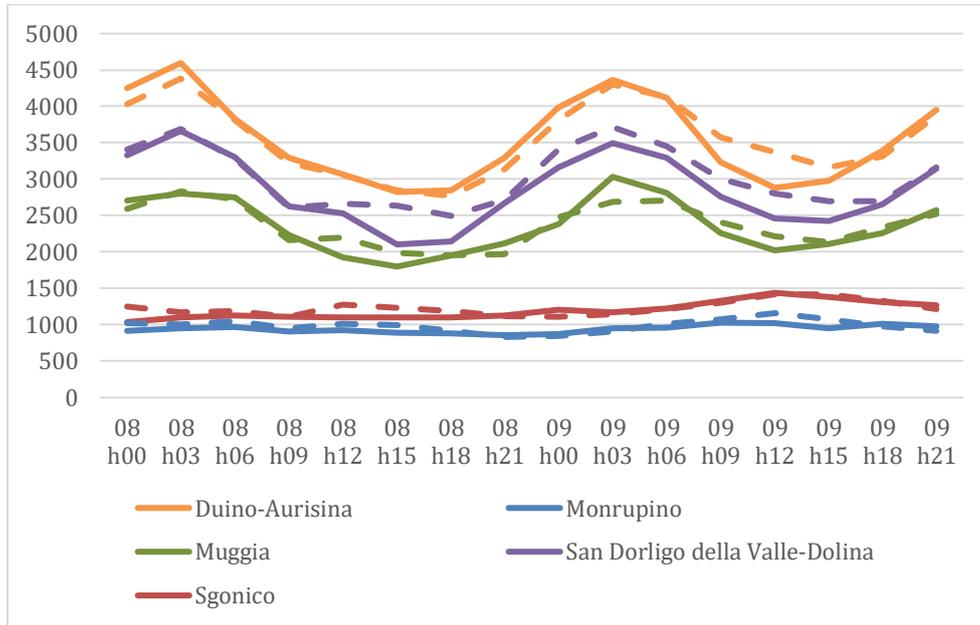


Figura 11 Grafico delle presenze di residenti nei comuni minori.

3.4. Dinamiche italiani non residenti a Trieste e nei comuni minori

I dati più interessanti riguardano però i visitatori italiani, cioè i non residenti (Figura 12). In questo caso si nota un andamento simile delle 2 curve nella giornata di sabato con una significativa differenza la domenica dalle 6 fino a tornare a normalizzarsi verso le 21. In entrambi i valori di non residenti sono particolarmente alti; infatti considerando la fascia delle 12 il sabato vede un +38% (+11.218 presenze) rispetto al sabato medio, ma il picco è addirittura nella fascia delle 18 con un + 57% (+15.928 p.). Mentre considerando domenica nella fascia delle 12 si ha addirittura un +104% (+27.577 p.).

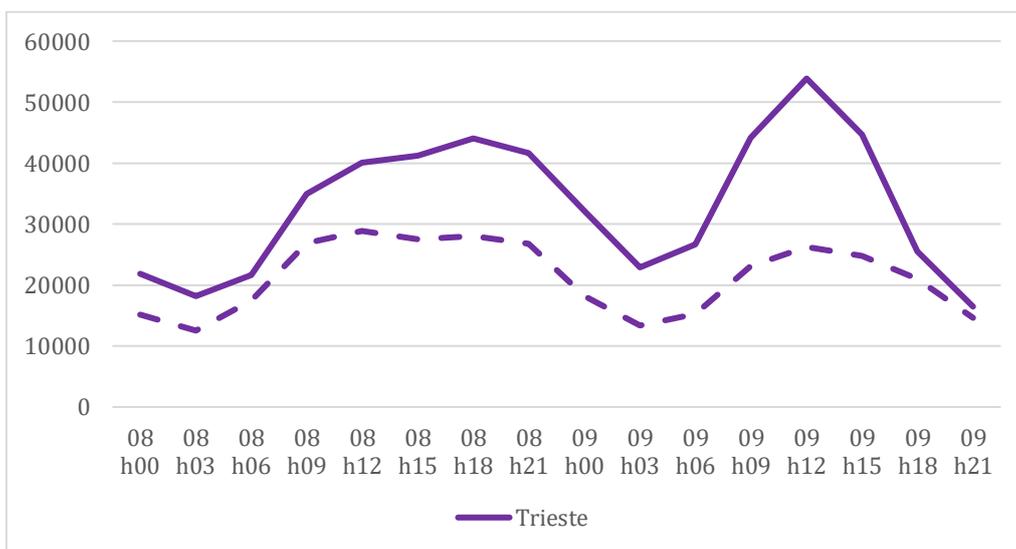


Figura 12 Grafico delle presenze di italiani non residenti a Trieste.

Nei comuni minori (Figura 11), non vi sono grosse differenze nella giornata del sabato, diversamente domenica si osserva che il picco è spostato verso la fascia oraria delle 15 (invece che le 12 di Trieste) con: Duino-Aurisina +34% (+2.398 p.), Monrupino + 4,5%, San Dorligo della Valle +2%, Sgonico +30%. Mentre unico valore negativo è Muggia con -10%. Probabilmente questi incrementi sono dovuti agli spostamenti per pranzare o passare un pomeriggio sul Carso al termine della regata.

Questo dato assieme a quelli delle due fasce orarie adiacenti²⁶, almeno per gli italiani, sembrerebbe confermare che Muggia non sia una buona posizione per seguire la Barcolana.

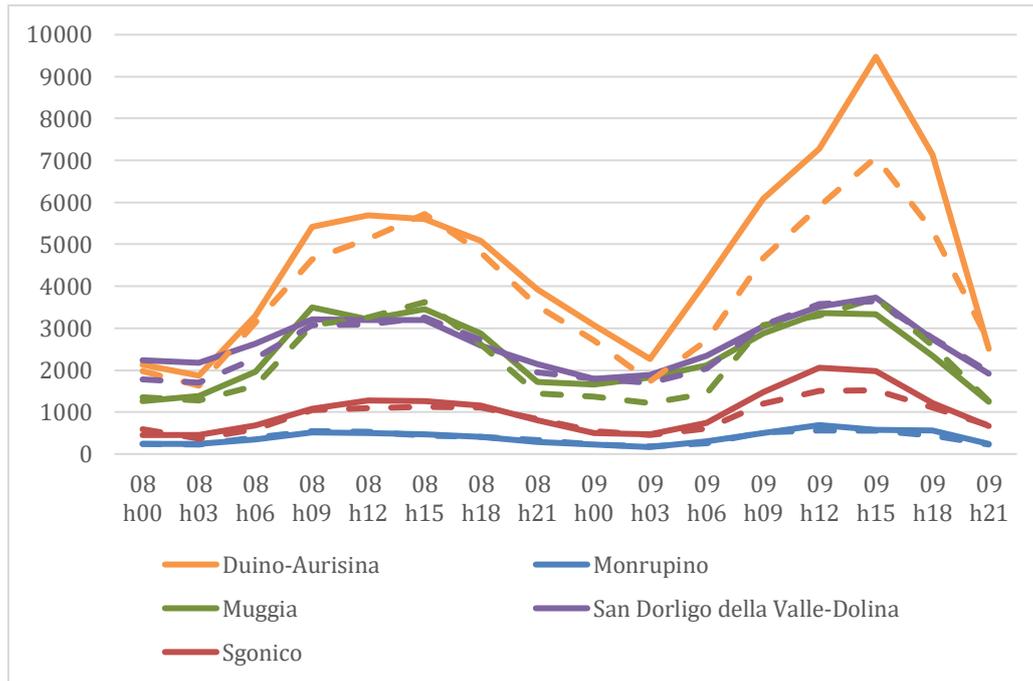


Figura 13 Grafico delle presenze di italiani non residenti nei comuni minori.

Analizzando il dettaglio a Trieste delle presenze italiane dalle tre regioni più numerose (Veneto, Lombardia, Emilia-Romagna, cfr. par. 3.1) la situazione è differenziata (Figura 14) ma si può dire che tutte e tre sono presenti in numeri significativi sia il sabato che la domenica. Quella veneta è di gran lunga superiore rispetto alla media, e si nota un importante picco di persone nella fascia delle 12 il giorno dell'evento pari al +230% (pari a + 6.740 p.), ma anche il sabato non è trascurabile con un picco nella fascia 18 di +211% (+4.627 p.). Effettivamente questo picco potrebbe corrispondere ai tre eventi (Barcolana "classic", "from Slovenia", e "di notte") tenutisi sabato. Questi valori andrebbero verificati nel dettaglio usando dati a livello di singola cella telefonica, considerando che molti velisti potrebbero essere in rada.

In seconda posizione le presenze lombarde che hanno un andamento con due picchi il sabato, e nel periodo di riferimento, e con valori simili all'unico picco del 9, anch'esso in fascia 12 dove c'è un incremento del 103% (+3.118 p.).

²⁶ h09 -1.07%, h15 +2.33

Per ultimi gli emiliani, che presentano un andamento molto più regolare, e con picco il 9 in fascia 12 pari ad un incremento del 91% (+1.472 p.).

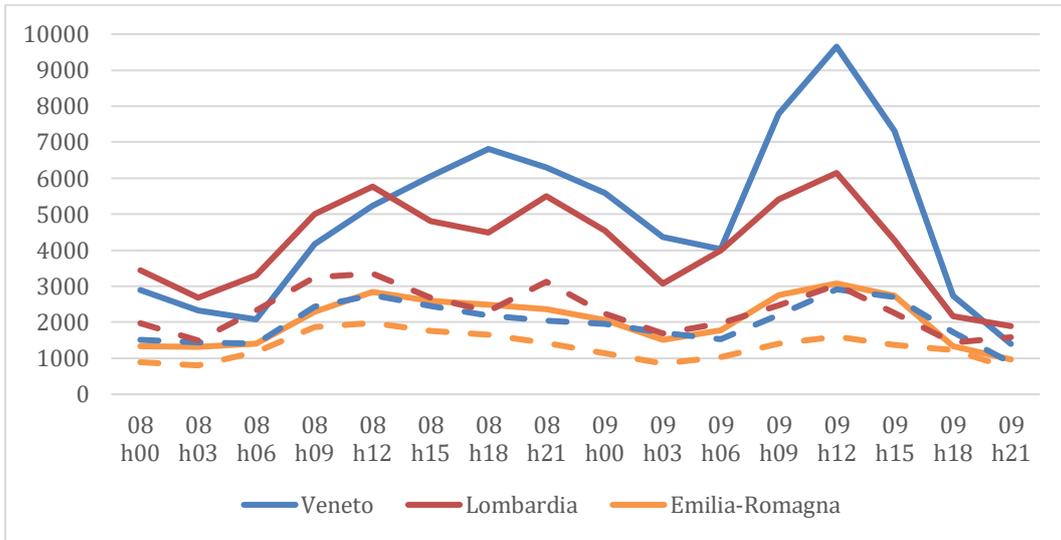


Figura 14 Grafico delle presenze di veneti, lombardi ed emiliani a Trieste.

3.5. Dinamiche degli stranieri a Trieste e nei comuni minori

Il dato complessivo degli stranieri indica stranamente una maggiore presenza sabato rispetto a domenica 9, e questa tendenza è in linea con le giornate di riferimento (Figura 15). Il picco di sabato è spostato sulla fascia oraria delle 15 con incremento del 36% (+4.297 p.), mentre domenica ha il picco in fascia delle 12 e incremento del 63% (+5.508 p.).



Figura 15 Grafico delle presenze di stranieri a Trieste.

Nel caso dei comuni minori gli andamenti sono piuttosto diversi (Figura 16). A Monrupino la presenza straniera è simile ai giorni di riferimento e pare non influenzata dall'evento. Lo stesso vale per Muggia la domenica, ma non il sabato dove c'è una crescita del 40% (+393 p.) di stranieri. San Dorligo della Valle e Sgonico vedono invece una maggior presenza di stranieri sia sabato che domenica.

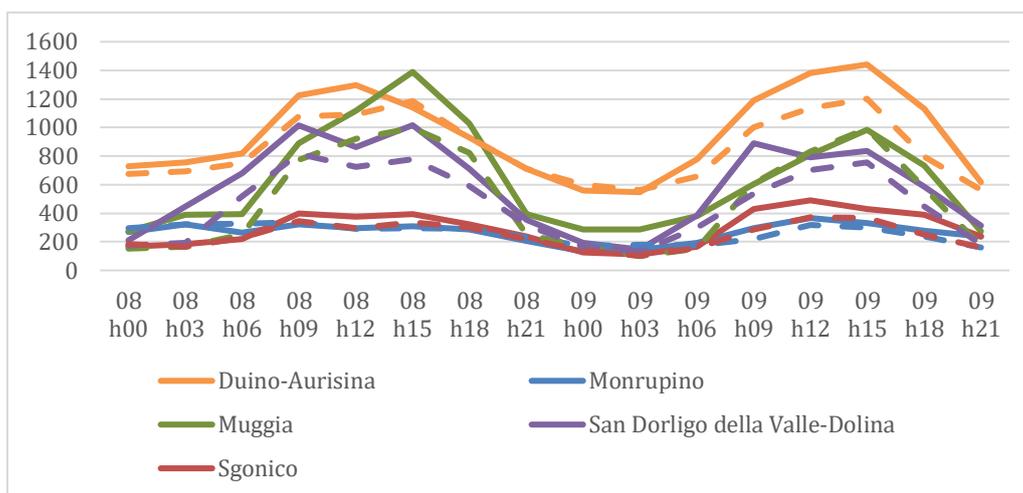


Figura 16 Grafico delle presenze di stranieri nei comuni minori.

Nel dettaglio delle prime tre provenienze straniere (Figura 17) si evidenzia che gli sloveni sono presenti sia sabato che la domenica in egual misura; e rispetto a T_0 il sabato il picco corrisponde in entrambi alla fascia 15 e con presenze di +32% (+ 1.156 p.), mentre la domenica la crescita è del +63% (+1991 p.) ma con picco alle 12 quando la domenica media il picco è alle 15.

Diversamente croati e austriaci stranamente sono presenti in maggior numero solo il sabato, e decrescono la domenica dell'evento. Mentre se si confrontano con il giorno medio crescono in percentuale inferiore rispetto agli sloveni. Comprensibilmente per questioni di distanza gli austriaci sono quelli meno numerosi.

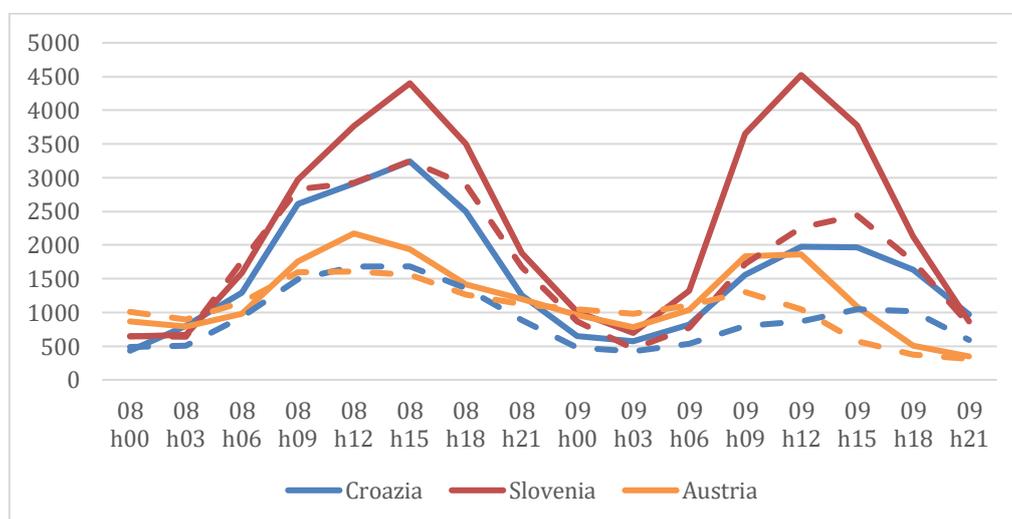


Figura 17 Grafico delle presenze di croati, sloveni e austriaci a Trieste.

3.6. Mappa delle origini-destinazioni

Oltre ai dati delle presenze sono disponibili per i mesi di ottobre e novembre anche i dati di spostamento tra i comuni friulani per giorno medio della settimana; e diviso per fasce orarie da 3 ore (analogamente alle presenze) con individuazione solo delle permanenze di almeno 30 minuti in un comune. Per giorno medio si intende la media di

spostamenti calcolata su ciascun giorno della settimana di quel dato mese (es: media di tutti i lunedì). Sebbene si tratti di un dato influenzato dal numero di giornate che compongono la media (che si cercherà di raffinare in futuro), confrontando il giorno medio della domenica di ottobre rapportato a novembre è possibile leggere un aumento dei transiti notevole, plausibilmente legato alla Barcolana e in parte comunque legato al fatto che ottobre è ancora un buon mese per il turismo, diversamente da novembre più freddo e piovoso.

Interessante evidenziare che il maggior numero di spostamenti avviene proprio dai 5 comuni analizzati in questo studio (Tabella 2), forse in parte anche per motivi legati all'uso di strutture ricettive locali e da altri comuni adiacenti. Vi è poi un piccolo interessante nel comune di Tarvisio; e a ben guardare il pattern dei comuni da cui vi sono provenienze si potrebbe avanzare l'ipotesi che si tratta dei comuni con importanti infrastrutture stradali e ferroviarie usate per raggiungere il capoluogo regionale, e dove i valori però potrebbero essere "smorzati" dalle modalità di acquisizione dei dati indicate a inizio capitolo.

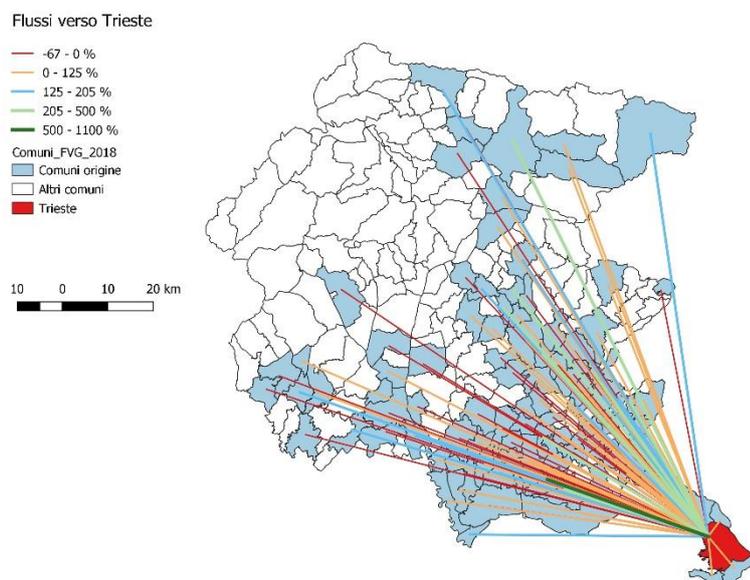


Figura 18 Mappa del rapporto percentuale fra gli spostamenti medi della domenica di ottobre rispetto a novembre fascia delle 12 con destinazione Trieste.

Comune origine	OD_ott	OD_nov	incr. %
Muggia	747	641	+17
San Dorligo della Valle	543	460	+18
Duino-Aurisina	354	277	+28
Gorizia	124	104	+19
Grado	120	79	+52
Monrupino	113	89	+27
Sgonico	99	88	+13
Tarvisio	67	22	+205

Tabella 2 Principali flussi di SIM verso Trieste nei mesi di ottobre, novembre e relativo incremento percentuale.

4. Conclusioni

Con questa prima analisi si è dato risposta a domande del tipo: “quanti turisti hanno presenziato l’evento?”, “quali sono le provenienze nazionali e da altri paesi?”, “quali presenze anche nei comuni limitrofi?” e fornito altre informazioni sull’andamento spazio temporale delle presenze. In particolare:

- Una prima conclusione generale, comune ad altri studi, è che una enorme quantità di dati molto spesso nasconde l’informazione che per essere estratta richiede elaborazioni complesse, le quali prevedono l’uso di dati di appoggio quali-quantitativi che possono dare indicazioni o suggerire dinamiche e fenomeni. Ad esempio ogni anno, al termine della Barcolana, vengono dichiarate le presenze totali che sono stimate in modo empirico.²⁷⁻²⁸ In questo caso ad esempio i dati di presenza da rete telefonica potrebbero essere letti assieme ad altri indicatori come i biglietti del TPL (Trasporto Pubblico Locale) ma anche indicatori economici provenienti dagli operatori quali ristoranti, ricettività, musei, ecc.
- È chiaro poi che la conoscenza specifica del fenomeno osservato aiuta molto nella sua interpretazione, e da questo punto di vista si vorrebbe approfondire ulteriormente l’argomento assieme agli organizzatori della Barcolana, ad amministrazioni e agli operatori economici, al fine di comprendere meglio le ricadute.
- L’uso di questi dati può sicuramente consentire di analizzare e pianificare l’evento in modo meno “spannometrico” e più quantitativo. Nello specifico possiamo dire che i dati a livello comunale risultano adatti ad individuare le macro-dinamiche, mentre per un’analisi di dettaglio di presenze e spostamenti nel tessuto urbano dovremmo scendere a livello di griglia (es. 150x150m). Dati telefonici con una risoluzione spazio-temporale più precisi consentiranno di descrivere e rappresentare graficamente con maggior precisione le densità di presenze nel corso del tempo (es: con una mappa di densità) consentendo ad esempio una migliore pianificazione nella gestione dei flussi di persone ma anche delle possibili emergenze e nella lettura post evento delle ricadute.
- Sarebbe inoltre interessante disporre di dati sulle origini e destinazioni (matrici OD) di quelle singole giornate per dettagliare gli spostamenti fra comuni analizzati in modo da mettere in luce proprio le dinamiche specifiche di spostamento, cosa che i dati di presenza non consentono di fare.

5. Bibliografia

Agcom – Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (2016). Il consumo di servizi di comunicazione: esperienze e prospettive.
<https://www.agcom.it/documents/10179/6076453/Pubblicazione+20-10-2016/5328e481-c8da-4c0e-90da-b071fe89009b?version=1.0>

²⁷ <https://www.quotidiano.net/sport/altri%20sport/barcolana-2016-1.2555232>

²⁸ <http://www.turismofvg.it/Evento/168448/49a-Ed-Barcolana>

Ahas R., Silm S., Järv S., Saluveer E. (2010). “Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones”, *Journal of Urban Technology*, 17, 3-27

Amaduzzi S., Sowkhya B., And Raawal D. (2018). Visualization and analysis of cellular & twitter data using qgis, «Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.», XLII-4/W8, 199-209, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W8-199-2018>, 2018.

Amaduzzi S. (2017). Gis, Big Data e Social per l’analisi di sistemi territoriali complessi. Intervento presentato al convegno “L’apporto della Geografia tra rivoluzioni e riforme”, Roma Tre, 7-10 Giugno 2017. <http://hdl.handle.net/11390/1125884>

Calabrese F., Colonna M., Lovisolo P., Parata D., Ratti C. (2011). “Real-time urban monitoring using cell phones: a case study in Rome”, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12, 141–151 <http://dx.doi.org/10.1109/TITS.2010.2074196>

De Mauro A., Greco M., Grimaldi M. (2016). A Formal definition of Big Data based on its essential features, in *Library Review*, vol. 65, n° 3. <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/LR-06-2015-0061>

Furletti B., Gabrielli L., Renso C., Rinzivillo S. (2013). Analysis of GSM calls data for understanding user mobility behavior. *IEEE International Conference on Big Data*.

Giannotti F., Nanni M., Pedreschi D., Pinelli F., Renso C., Rinzivillo S., Trasarti R., (2011). “Unveiling the complexity of human mobility by querying and mining massive trajectory data”, *The VLDB Journal*, 20, 695–719

Mateos P., Fisher P.F. (2007). Spatiotemporal accuracy in mobile phone location: assessing the new cellular geography. in Drummond, J., Billen, R., Forrest, D. and João, E. (ed.) *Dynamic & Mobile GIS: Investigating Change in Space and Time*. London: Taylor & Francis CRC, 189-212.

Ratti C., Sevtsuk A., Huang S., Pailer R. (2005). *Mobile Landscapes: Graz in Real Time*. <https://pdfs.semanticscholar.org/0045/e5710dc631b98f893d0b18bff46d280e212b.pdf>

Ahas R., Armoogum J., Esko S. (2014). Feasibility study on the use of mobile positioning data for tourism statistics, Consolidated Report Eurostat Contract No 30501.2012.001-2012.452 <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/747990/6225717/MP-Consolidated-report.pdf>

Sagl G., Loidl M., Beinat E. (2012). Visual Analytics Approach for Extracting Spatio-Temporal Urban Mobility Information from Mobile Network Traffic. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2012, 1, 256-271 <https://www.mdpi.com/2220-9964/1/3/256>

Wang D., Pedreschi D., Song C., Giannotti F., Barabasi A.L. (2011). Human mobility, social ties, and link prediction, *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining KDD 11*, 1100-1108