

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Dipartimento per la Programmazione Strategica,
i Sistemi Infrastrutturali, di Trasporto a Rete, Informativi e Statistici
Direzione Generale per la Digitalizzazione, i Sistemi Informativi e Statistici
Ufficio di Statistica

Produzione di statistiche sull'incidentalità nei trasporti stradali

ISTAT - Istituto Nazionale di Statistica

Direzione centrale per la metodologia e disegno dei processi statistici

Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e il Welfare

**Incidenti stradali in Italia: nuovi indicatori provinciali basati sui dati elaborati
da Sistemi Informativi Geografici**

Contributo Istat

Incidenti stradali in Italia: nuovi indicatori provinciali basati sui dati elaborati da Sistemi Informativi Geografici

a cura del Dott. Marco Broccoli (a) e della Dr.ssa Silvia Bruzzone (b)

Istituto Nazionale di Statistica

Direzione centrale per la metodologia e disegno dei processi statistici (a)

Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e il Welfare (b)

Incidenti stradali in Italia: nuovi indicatori provinciali basati sui dati elaborati da Sistemi Informativi Geografici

1. Introduzione

Gli indicatori di prestazione della sicurezza stradale (RSPI) forniscono un approccio multidimensionale per l'indagine sugli incidenti stradali compresi di veicoli e persone coinvolte. Combinando l'uso di indagini statistiche, sistemi informativi geografici amministrativi (GIS) e fonti di big data (BD), il risultato fornisce nuovi elementi per la pianificazione di soluzioni infrastrutturali e l'applicazione di politiche volte a ridurre morti e feriti gravi.

Oggi esiste una chiara distorsione informativa per quanto riguarda la costruzione di denominatori di riferimento posti come base nella costruzione degli indicatori statistici legati agli incidenti stradali. La popolazione residente, utilizzata come proxy per il rischio di esposizione in una specifica area geografica, di solito non è una soluzione ottimale a causa della stagionalità dell'evento. Il parco veicolare (Automobile Club d'Italia - ACI) potrebbe fornire una panoramica completa dei veicoli presenti in una determinata regione e dovrebbe fornire una maggiore precisione sugli indicatori statistici. La "possibile distorsione" è attribuita principalmente alla mobilità degli utenti sulla strada. L'estesa chilometrica della rete stradale (da Open Street Map) fornisce sicuramente una prima serie di informazioni coerenti sui diversi territori. Queste informazioni non sono disponibili nelle statistiche ufficiali a livello nazionale, sebbene esistano archivi e grafici stradali dettagliati per ogni comune, provincia e regione, non è ancora stato creato un catasto strade nazionale armonizzato e sistematico.

Il risultato della presente ricerca si concentra sull'utilizzo di fonti amministrative esistenti, sullo scouting di nuove fonti e sull'analisi di dati integrati e ausiliari.

L'obiettivo del progetto è calcolare i tassi di incidentalità stradale, gli indici di mortalità e di lesività, confrontando queste misure con la corrispondente lunghezza in metri di carreggiata per arco stradale ricavato da Open Street Map. Questo approccio è stato utilizzato per la prima volta, dagli autori, per costruire indicatori di incidentalità stradale e adottato dalle "Statistiche sperimentali" dell'Istat (Broccoli, Bruzzone 2019 e 2021). Sebbene Open Street Map sia citato come fonte di dati anche in molti articoli scientifici, lo scopo principale era la simulazione del traffico basata su GIS o altri scopi (Zilske, Neumann e Nagel 2011). L'obiettivo finale del progetto è quello di ampliare le informazioni statistiche con la fornitura di flussi di traffico (veicoli/km) sulla rete stradale nazionale. Ciò consentirebbe di calcolare la probabilità di essere coinvolti in un incidente, considerando la diversa esposizione al rischio di incidente.

2. Metodologia

2.1. L'uso del Sistema Informativo Geografico (GIS) per una rappresentazione grafica

Il GIS è un sistema geografico progettato per acquisire, memorizzare, manipolare, analizzare, gestire e presentare dati spaziali o geografici. I GIS forniscono strumenti che consentono agli utenti di analizzare le informazioni spaziali, di modificare i dati nelle mappe e di mostrare i risultati. Per mettere in relazione informazioni provenienti da fonti diverse, il GIS utilizza una posizione spaziale come variabile indice chiave (join attribute by location). Proprio come un database relazionale contenente testo o numeri, può mettere in relazione molteplici tabelle utilizzando le corrispondenti chiavi primarie (PK) e secondarie (AK) comuni. I GIS possono mettere in relazione informazioni altrimenti non correlate utilizzando la posizione come variabile indice chiave. Qualsiasi variabile che possa essere localizzata spazialmente, utilizzando le coordinate x, y e z, che rappresentano rispettivamente la longitudine, la latitudine e l'altitudine, rappresenta l'innovativa caratteristica dei layer vettoriali per la produzione di statistiche. I layer utilizzati rappresentano diversi formati vettoriali: territori amministrativi (poligoni), reti stradali (linee) e punti di traffico (punti).

"Join attributes by location"¹ è l'algoritmo che prende un livello vettoriale di input e crea un nuovo livello vettoriale, aggiungendo alla versione estesa le caratteristiche aggiuntive del secondo livello.

In particolare, sono state utilizzati i confini amministrativi delle località italiane, ampie aree sub-comunali che contengono i confini urbani dei territori (ultimo censimento disponibile per l'Italia del 2011) e di conseguenza i comuni italiani² sono stati aggregati secondo lo strato di tipo località. L'obiettivo del progetto è quello di armonizzare la variabile statistica località dell'indagine Istat con la classe del grafo stradale. Pertanto, il layer delle strade è armonizzato con la classificazione della localizzazione degli incidenti e permette di creare nuovi indicatori di sicurezza per tipologia di strada³⁴.

2.2. Open Street Map e tipo di arco stradale

Open Street Map (OSM) è un progetto collaborativo finalizzato alla creazione di mappe del mondo a contenuto libero. Il progetto mira a una raccolta di dati geografici, con lo scopo principale di creare mappe e cartografia. La caratteristica principale dei dati geografici presenti in OSM è quella di avere una licenza libera, la Open Database License. È quindi possibile utilizzarli liberamente per qualsiasi scopo con l'unico vincolo di citare la fonte. Tutti possono contribuire popolandolo o correggendo i dati. Le mappe sono create utilizzando i dati registrati da dispositivi GPS portatili, fotografie aeree e altre fonti libere.

Sebbene OSM sia uno strumento Open Source basato sulle informazioni di una comunità, il prodotto fornisce dati da considerarsi affidabili e coerenti, tanto che gran parte dei software di navigazione GPS Android e iOS su dispositivi portatili sono alimentati da OSM, ad esempio WisePilot, Maps.me, NavFree, Scout, ShareNav, MoNav, Navitel, ecc.

I layer vettoriali di Open Street Map, utilizzati nella presente ricerca, aggiornati quotidianamente e scaricabili gratuitamente, consistono in: rete stradale e punto di traffico (POT). Sono disponibili anche

¹ L'unione degli attributi per località è una funzionalità del software QGIS. Gli autori hanno adattato l'implementazione dell'algoritmo per i dati specifici utilizzati nel presente studio. - [27.1.17. Vector general — QGIS Documentation documentation](#)

² Elenco dei codici dei comuni italiani all'1/1/2023 <https://www.istat.it/it/archivio/6789>

³ La classificazione delle località comprende quattro voci: aree urbane, aree poco abitate, aree produttive e case diffuse. 1. Area urbana è un aggregato di case contigue o vicine con strade, piazze e simili, o comunque aree caratterizzate da servizi o attività pubbliche. 2. Area abitata di piccole dimensioni è un'area priva di un luogo di raccolta, e si basa su un gruppo di almeno quindici edifici contigui e vicini, se la distanza tra gli edifici non supera i trenta metri ed è inferiore alla distanza tra il centro e la più vicina delle case chiaramente sparse. 3. L'area produttiva è un'area extraurbana non compresa nei centri o nelle aree residenziali con più di 10 unità locali. 4. Le case diffuse rappresentano un'area con case sparse nel territorio comunale a una distanza non sufficiente a costituire un centro abitato.

⁴ Istat - Basi territoriali e variabili censuarie <https://www.istat.it/it/archivio/104317> ; Istat - Descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie delle Basi territoriali per i censimenti: anni 1991, 2001, 2011 Descrizione Dati Geografici (istat.it)

gli shape aggiunti: Edifici, uso del suolo, natura, luoghi, POWF (Point of Worship), POIS (Point of interest), ferrovie, trasporti, aree acquatiche e vie d'acqua.

La tabella 1, di seguito riportata, contiene l'elenco delle principali tipologie di arco stradale di Open Street Map utilizzate per fornire la lunghezza in metri delle carreggiate per tipologia di strada e per province italiane.

Le tipologie di arco stradale selezionate per il calcolo degli indicatori analizzati nella presente ricerca sono riferite al flusso di veicoli motorizzati: autostrada, superstrada, primaria, secondaria, terziaria, non classificata, residenziale, strada urbana, raccordo autostradale, raccordo superstrada, raccordo primario, raccordo secondario, raccordo terziario, servizio, sconosciuto. Non sono considerati parte del dominio osservato i percorsi pedonali, le strade ferrate, le piste ciclabili, le piste pedonali, i sentieri e i gradini, anch'essi definiti nei tipi di strada OSM.

Inoltre, per calcolare gli indicatori di incidentalità stradale, con denominatore rappresentato dalla lunghezza degli archi in Open Street Map, abbiamo costruito una "matrice di raccordo" tra le categorie di strade, classificate per tipo funzionale di strada e le categorie del gestore intestatario delle strade, utilizzate dall'indagine Istat sugli incidenti stradali. La classificazione sistematica degli archi stradali (Open Street Map), classificati nelle categorie utilizzate dall'Istat, è stato modificato, per quanto riguarda una prima release (Broccoli, Bruzzone 2019 e 2021).

Tabella 1 – Classificazione degli archi stradali di Open Street Map

Classe OSM	Descrizione
Motorway	Autostrade a pagamento o gratuite, compresi i raccordi autostradali come le tangenziali di Milano e il Grande Raccordo Anulare di Roma. Equivalente alle Freeway, Autobahn, ecc..
Motorway Link	Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra un'autostrada ed un'altra autostrada o altra strada di classificazione inferiore. Solitamente i limiti sono analoghi a quelli autostradali.
Trunk	Strade che si pongono a metà strada tra Autostrade/Tangenziali e le Statali. Può anche essere classificato così il tratto di svincolo di un'autostrada-tangenziale che porta al centro città.
Trunk Link	Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra un trunk ed un altro trunk o altra strada di classificazione inferiore.
Primary	Strade di importanza nazionale e regionale che non godono della classificazione di autostrada, tangenziale o superstrada. Collegano tra loro le città principali. Normalmente sono classificate come SS (Strade Statali) o SR (Strade Regionali).
Primary link	Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di importanza nazionale (primary) ed un'altra strada di importanza nazionale o altra strada di classificazione inferiore.
Secondary	Strade di importanza regionale e provinciale. Collegano tra loro i principali comuni di una regione. Sono normalmente classificate come SP (Strade provinciali) ma esistono eccezioni.
Secondary link	Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di importanza regionale/provinciale (secondary) ed un'altra strada di importanza regionale/provinciale o altra strada di classificazione inferiore.
Tertiary	Strade di importanza locale o comunale. Collegano tra loro i comuni più piccoli. In ambito urbano sono le strade laterali a primarie e secondarie con un discreto flusso di traffico.
Tertiary link	Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di classificazione tertiary ed un'altra strada di classificazione tertiary od inferiore.
Residential	Strade situate in zone residenziali per l'accesso alle abitazioni, senza funzione di collegamento tra diversi insediamenti. Sono spesso fiancheggiate da case.
Living Street	Strade a prevalente uso pedonale dove il limite di velocità è particolarmente basso, i pedoni hanno la precedenza sugli automezzi ed è facile che bambini giochino per strada (poco frequenti in Italia, comunque indicate da apposito segnale di zona residenziale).
Service	Strade di accesso o interne ad aree di servizio, spiagge, campeggi, complessi industriali, centri commerciali, residenze, posteggi, discariche, installazioni, ecc.
Unknown/Unclassified	Classificazione per il livello minimo della rete stradale extraurbana. In ambito urbano sono utilizzate per raggiungere destinazioni nelle immediate vicinanze e il flusso del traffico è relativamente più basso che in strade di classificazione superiore.

È stata adottata una nuova classificazione analitica, utilizzando una tecnica più raffinata di attribuzione dei singoli archi stradali, circa tre milioni e mezzo in totale (OSM), ai gruppi di classificazione Istat (Tabella 2).

Tabella 2 – Tabella di raccordo per la codifica degli archi stradali classificati da OSM e le località e tipo di strada in uso per le rilevazioni Istat (a)

Classificazione Archi Stradali secondo Open Street Map	Località al Censimento 2011			
	Aree urbane e nucleo abitato		Località produttive e case sparse	
	Tipo localizzazione strada da Incidenti stradali			
	Autostrade	Strade urbane	Autostrade	Strade extraurbane
Autostrade	x		x	
Strade statali, provinciali, regionali e comunali extraurbane		x		x
Strade urbane		x		x
Raccordi autostradali	x		x	
Raccordi per strade statali, provinciali, regionali e comunali extraurbane		x		x
Non classificato		x		x

(a) Elaborazione Istat

3. Dati e risultati

Utilizzando i dati della fonte Open Street Map⁵, sono state realizzate statistiche sperimentali per l'analisi di nuovi indicatori. Sono stati confrontati i tassi a livello provinciale, tradizionalmente calcolati, sulla popolazione residente o sul parco veicolare, con quelli costruiti con al denominatore la lunghezza della rete stradale. Al numeratore dei rapporti sono stati considerati tutti gli incidenti stradali con lesioni a persone avvenuti negli anni 2018, 2020 e 2022, che hanno coinvolto almeno un veicolo circolante sulla rete stradale nazionale e documentati da un'autorità di Polizia⁶. Per arricchire i dati sull'estesa stradale, è stata inclusa anche una ulteriore informazione da Open Street, in particolare, i dati sui punti di traffico rilevati sugli archi stradali (PoT Point of Traffic). Sono stati costruiti, infatti, anche nuovi indicatori di incidentalità stradale, "pesati" con le informazioni sull'intensità del traffico, considerando i chilometri di carreggiata con la presenza di un punto di traffico sull'arco.

Infine, un gruppo di indicatori di incidentalità stradale composti e sintetici completa il set di indicatori calcolati.

Per operare una sintesi degli indicatori è stato utilizzato il metodo della media aritmetica (z-scores) MZ (Software Ranker dell'Istat), (Mazziotta e Pareto, 2013). I valori degli indici sono stati calcolati secondo il metodo MZ (media aritmetica Z scores) per archi stradali, parco veicolare e popolazione. Questo metodo permette di costruire indicatori che tengano conto di estese stradale, con e senza i volumi di traffico sulla strada. I risultati mostrano che la classifica delle province italiane, rispetto al nuovo indicatore sintetico, si modifica se confrontata con la classifica dei singoli indici e definisce un nuovo profilo del rischio di incidenti a livello territoriale.

⁵ OpenStreetMap fornisce dati geografici su migliaia di siti web, dispositivi mobili e hardware. OpenStreetMap è costruito da una comunità di mappatori, che contribuiscono, aggiornano e monitorano i dati su strade, bar, stazioni ferroviarie e molto altro, in tutto il mondo - OSM: OpenStreetMap.

⁶ Istat - Incidenti stradali [Istat.it Incidenti stradali](https://www.istat.it/it/incidenti-stradali)

3.1. Confronto tra diversi indicatori e classificazione del rischio di incidenti stradali nelle province italiane

Gli indicatori proposti si riferiscono al rapporto tra incidenti stradali, morti, feriti e veicoli rispetto alla lunghezza della strada, considerando anche le informazioni aggiuntive sui punti di traffico, sulla popolazione residente e sul parco veicoli. Oltre a quanto già diffuso dalle Statistiche Sperimentali dell'Istat (Broccoli, Bruzzone 2019 e 2021), nel presente studio sono state utilizzate le informazioni aggiornate sull'incidentalità stradale per gli anni 2018, 2020 e 2022, ultimo disponibile. Il confronto tra i tre anni, rappresentativi del periodo precedente, di quello durante e di quello successivo alla pandemia, è stato utile per spiegare il cambiamento delle abitudini di mobilità e la differenza tra le province italiane. Alcune evidenze e risultati sono presentati nella successiva Sezione 3.2.

Per quanto riguarda i diversi indicatori costruiti, è interessante evidenziare la differenza tra le misure degli stessi fenomeni, incidentalità stradale e mortalità stradale ad esempio, ma considerando denominatori diversi. A sostegno di questa tesi, un risultato interessante è dato dai risultati della matrice di correlazione, ottenuta attraverso la sintesi di tutti gli indicatori per anno, provincia e tipo di strada ed elaborata con lo strumento Ranker⁷. L'applicazione di diversi criteri di ponderazione porta, infatti, a risultati molto divergenti. La Tabella 3 mostra i valori di correlazione, riferiti alla variazione di ciascuna variabile contenuta nella matrice rispetto a tutte le altre. I valori mostrano, infatti, che il rischio di essere coinvolti in un incidente stradale, all'interno della provincia di residenza (0,2929-0,3712) o all'interno della provincia di immatricolazione del veicolo (0,4138-0,4861) è significativamente più basso se confrontato con l'indicatore sull'estesa dell'arco stradale (inclusi i punti di traffico), dove si è verificato l'incidente. Gli indicatori di incidentalità stradale, riferiti alla lunghezza della strada per provincia, consentono quindi di ottenere un risultato più vicino alle misure di rischio di incidente stradale.

Tabella 3 –Matrice di correlazione tra gli indicatori (a)

Anni	2018			2020			2022		
	Popolazione	Parco veicolare	Estesa km	Popolazione	Parco veicolare	Estesa km	Popolazione	Parco veicolare	Estesa km
Popolazione	1.0000	0.9066	0.3712	1.0000	0.9148	0.2929	1.0000	0.8914	0.3688
Parco Veicolare		1.0000	0.4861		1.0000	0.4138		1.0000	0.4802
Estesa Stradale			1.0000			1.0000			1.0000

a) Risultati ottenuti mediante l'applicazione del software Istat Ranker.

Focalizzando l'attenzione sull'anno 2022 e sugli indicatori di incidentalità stradale per lunghezza della strada "ponderati" con le informazioni dei PoT (Point of Traffic) (numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti per 100 chilometri di carreggiata nella provincia). I risultati principali mostrano una massima esposizione al rischio di incidenti e al numero di veicoli coinvolti, per le autostrade e le strade urbane delle principali città. Milano registra il massimo tasso di incidenti per 100 km di carreggiata, su autostrade e strade urbane (rispettivamente 929,37 e 629,48 per 100 km), seguita da Roma (851,44 e 447,97) e Genova (703,51 e 492,74). Sulle strade extraurbane, invece, le

⁷ Ranker è un sistema software per l'analisi e la valutazione comparata dei risultati prodotti attraverso diversi metodi di sintesi statistica degli indicatori elementari disponibili in letteratura. [Ranker \(istat.it\)](https://www.istat.it/it/ranker)

province di medie dimensioni risultano più colpite. Monza e Brianza ha il valore massimo (518,55 incidenti stradali per 100 km). Risultati simili si rilevano per i veicoli e i feriti, mentre i risultati sono leggermente diversi per i tassi di mortalità stradale, che evidenziano lo svantaggio di Roma sulle strade urbane, Napoli sulle strade extraurbane e Rimini sulle autostrade. Considerando i tassi sulla popolazione residente, la classifica delle province risulta completamente diversa; per i tassi di incidenti stradali (per 1 ml di abitanti), infatti, sulle autostrade il valore più alto è per la provincia di Savona, sulle strade extraurbane per Latina e Genova sulle strade urbane.

Milano e Roma, ai primi posti per rischio di incidenti stradali sulle autostrade, rispetto alla lunghezza delle strade, scendono all'8° e al 10° posto per popolazione residente (11° e 12° posto per le strade urbane), (Grafico 1 e 2).

Grafico 1 – Tasso di incidentalità stradale per provincia. Anno 2022 (per 100 km di estesa stradale - Autostrade)

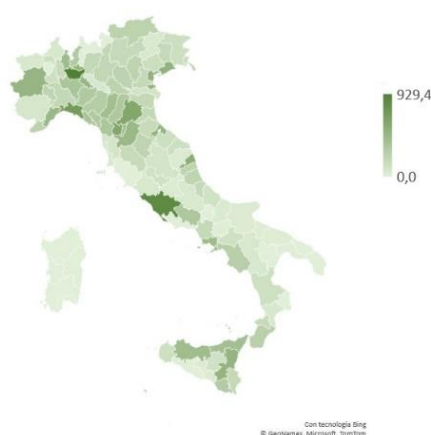
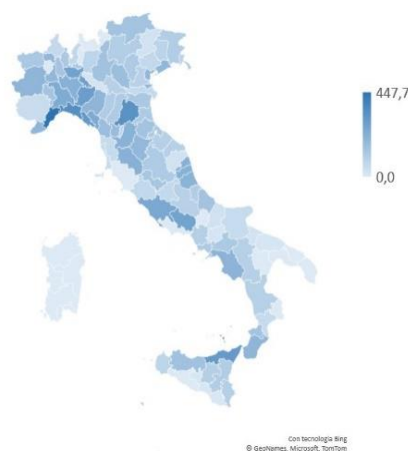


Grafico 2 – Tasso di incidentalità stradale per provincia. Anno 2022 (per 1 milione di abitanti - Autostrade)



Le province più grandi come Roma, Milano, Napoli, Palermo e Torino, con un'elevata numerosità della popolazione residente, portano a valori più bassi degli indicatori rispetto ai valori reali. L'alta densità di strade in questi territori, invece, conduce ad indicatori stradali che le classificano come le peggiori province, in termini di rischio di essere coinvolti in un incidente. Allo stesso tempo, piccole province come Monza e Brianza e Varese, vengono influenzate dalla differenza tra popolazione ed estesa stradale nella classifica dei due metodi. I flussi di traffico su queste piccole aree fanno esplodere, infatti, gli indicatori di rischio a valori più elevati.

Alcune province di medie dimensioni, infine, come Grosseto, Savona, Rieti, Piacenza e Macerata fanno evidenziare un rischio di esposizione al rischio armonizzato con le loro infrastrutture stradali; nel complesso la classifica fornisce un valore con un livello di sicurezza migliore della media nazionale.

3.2. Qual è stato l'effetto della stagione pandemica sugli incidenti stradali?

Nel corso dell'anno 2022, si osserva una chiara ripresa della mobilità e degli incidenti stradali, dopo gli anni in cui la pandemia ha conosciuto la fase più acuta. Gli incidenti stradali, i morti e i feriti rispetto al 2020, mostrano una crescita complessiva superiore ai mesi in cui le misure di limitazione del traffico e della mobilità sono state applicate per contenere il virus. Rispetto all'anno 2018, gli incidenti stradali e le vittime nel 2022 mostrano comunque una diminuzione.

Per quanto riguarda il confronto tra i tre anni 2018, 2020 e 2022, i risultati della tabella 4 mostrano la classifica delle cinque migliori e peggiori *performance* per provincia in Italia degli indicatori di sintesi (metodo MZ elaborato dal software Istat Ranker). Guardando alla classifica, Milano e Monza e Brianza appaiono costantemente le province a maggior rischio per la sicurezza stradale, seguite da Genova, nel 2018, anno del crollo del Ponte Morandi, e da Roma, Napoli e Trieste nel 2020 e 2022. Le migliori performance, considerando il compendio degli indicatori, si registrano invece nelle città delle regioni meridionali: Basilicata, Sicilia e Sardegna.

Tabella 4 – Migliore e peggiore prestazione nel rischio di incidente stradale. Classifica delle prime e delle ultime cinque province per anno (classifica in base ai punteggi Z della media aritmetica). Anni 2018, 2020 e 2022

Migliore prestazione nel rischio di incidente stradale (classifica in base ai punteggi Z della media aritmetica) (a)							
2018		2020		2022		2022 Senza Traffico	
Isernia	0.9593	Potenza	0.9613	Isernia	0.9953	Isernia	0.9356
Agrigento	0.9376	Isernia	0.9447	Benevento	0.9488	Benevento	0.8894
Benevento	0.9224	Benevento	0.9320	Sud Sardegna	0.9057	Campobasso	0.8519
Oristano	0.9133	Agrigento	0.9094	Campobasso	0.8877	Sud Sardegna	0.8514
Nuoro	0.8514	Nuoro	0.8566	Potenza	0.8765	Potenza	0.8460
Peggior prestazione nel rischio di incidente stradale (classifica in base ai punteggi Z della media aritmetica) (a)							
2018		2020		2022		2022 Senza Traffico	
Napoli	-1.6180	Genova	-1.3306	Trieste	-1.8683	Napoli	-1.8181
Roma	-1.8673	Napoli	-2.1097	Napoli	-1.9743	Trieste	-1.9996
Genova	-2.1538	Roma	-2.2092	Roma	-2.2733	Roma	-2.2437
Monza - Brianza	-2.9951	Monza -Brianza	-2.5266	Monza-Brianza	-2.2891	Monza - Brianza	-2.8428
Milano	-3.3958	Milano	-2.9771	Milano	-3.3239	Milano	-3.8396

(a) I valori degli indici sono stati calcolati secondo la MZ (media aritmetica dei punteggi Z).

4. Conclusioni

I big data non sono generati direttamente per scopi statistici, ma per il loro utilizzo, una metodologia adeguata deve essere in grado di collegare gli eventi e collegarli alle unità della popolazione di interesse per le statistiche ufficiali. Altri elementi necessari sono l'elaborazione dei dati, in modo coerente con il quadro statistico, l'eventuale attribuzione di pesi, per garantire la rappresentatività rispetto alla popolazione di riferimento e la stima degli aggregati di interesse, comprese le misure di qualità per dimensione spaziale e temporale. Il progetto di utilizzo di Open Street Map per l'indagine sugli incidenti stradali è aderente alle caratteristiche citate e le attività in corso sono destinate a fornire nuovi sviluppi in futuro.

Bibliografia

- Broccoli, M., Bruzzone, S. (2019 and 2021). Use of the open street map to calculate indicators for road accidents on the Italian roads. Updating with 2017 data. *Istat Experimental Statistics* (Roma) <https://www.istat.it/en/archivio/257384>
- Broccoli, M., Bruzzone S. (2021). Use of open street map for accident investigation on the road and motorways networks. *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, Volume LXXV n. 4 Ottobre-Dicembre 2021, (Roma), pp. 157-168.

- Farchi, S., Molino, N., Giorgi Rossi, P. et al. (2006). Defining a common set of indicators to monitor road accidents in the European Union. *BMC Public Health*, 6, pp. 183.
- Hakkert, A.S., Braimaister, L. (2002). The uses of exposure and risk in road safety studies, Report documentation *SWOV Institute for Road Safety Research*, Leidschendam (NL).
- Harbison, F.H., Maruhnic, J., Resnick, J. R. (1970). Quantitative Analyses of Modernization and Development, *Princeton University Press*, New Jersey, pp. 224.
- Mazziotta, M., Pareto, A. (2013). Methods for constructing composite indices: one for all or all for one? *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, Volume LXVII n. 2 Aprile-Giugno 2013 (Roma), pp. 67-80.
- Retallack, A.E., Ostendorf, B. (2020). Relationship between traffic volume and accident frequency at intersections, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17(4), pp. 139.
- Zilske, M., Neumann, A. and Nage, K. (2011). OpenStreetMap for traffic simulation. In: *Proceedings of the 1 st European state of the map: OpenStreetMap conference*. - Wien: OpenStreetMap Austria u.a., 2011 (Wien), pp. 126–134.