

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

**DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE,
I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI**

DIREZIONE GENERALE PER I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI

Div. 3 - Ufficio di Statistica

PROGRAMMAZIONE STRATEGICA 2019

OBIETTIVO OPERATIVO:

**STATISTICHE SULL'INCIDENTALITA' NEI TRASPORTI STRADALI,
ANCHE CON RIFERIMENTO ALLA TIPOLOGIA DI STRADA**

ISTAT - Istituto Nazionale di Statistica

Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e il Welfare

Servizio Sistema Integrato Salute, Assistenza e Previdenza

Direzione Centrale per la Metodologia e il Disegno dei Processi Statistici

Servizio Metodi, Qualità e Metadati

**UTILIZZO DI OPEN STREET MAP PER IL CALCOLO DI INDICATORI
PER L'INCIDENTALITÀ STRADALE SULLA RETE VIARIA ITALIANA**

Contributo ISTAT

a cura del Dr. Marco Broccoli

Istituto Nazionale di Statistica
Direzione Centrale per la Metodologia e il Disegno dei Processi Statistici
Servizio Metodi, Qualità e Metadati
broccoli@istat.it

e della Dr.ssa Silvia Bruzzone

Istituto Nazionale di Statistica
Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e il Welfare
Servizio Sistema Integrato Salute, Assistenza e Previdenza
bruzzone@istat.it

Utilizzo di Open Street Map per il calcolo di indicatori per l'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana

Introduzione

In linea con il percorso intrapreso da Eurostat e da altri istituti di statistica, l'Istat nel 2017 ha iniziato a produrre sperimentalmente alcune informazioni utilizzando metodi innovativi nella produzione di dati.

Le statistiche prodotte sono definite sperimentali in quanto non rispettano pienamente i criteri necessari all'introduzione stabile di nuove metodologie, alla loro traduzione in soluzioni tecnologiche e organizzative, all'accertamento del rispetto dei requisiti di qualità e delle regole di armonizzazione.

Nel luglio 2019, l'Istat ha reso disponibili per la prima volta i dati sulle estese chilometriche delle strade per tipologia e provincia, scaricabili dal sito web collegato al sistema informativo Open Street Map (OSM) ed ha proposto il calcolo di nuovi indicatori sull'incidentalità stradale. Il prodotto presentato è incentrato, infatti, sulla valorizzazione delle fonti amministrative esistenti, lo scouting di nuove fonti e l'analisi di registri integrati e ausiliari. Il primo rilascio è riferito all'anno 2016.

La sperimentazione di OSM come fonte di dati sull'incidentalità stradale consente di andare oltre l'attuale indisponibilità di un catasto strade nazionale, armonizzato e sistematico. Inoltre, la lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale (da Open Street Map) fornisce sicuramente un denominatore più adeguato per la costruzione di indicatori sull'incidentalità stradale, rispetto alle misure più tradizionali come popolazione residente o parco veicolare.

Nella costruzione di indicatori statistici per l'incidentalità stradale attualmente esiste una distorsione delle informazioni con riferimento alla scelta dei denominatori più aderenti alla misurazione del fenomeno. La popolazione residente, infatti, spesso utilizzata, non sempre è una soluzione appropriata, soprattutto alla luce della stagionalità degli incidenti stradali e della concentrazione, in alcuni periodi dell'anno e in luoghi specifici.

Il parco veicolare per provincia di immatricolazione (di fonte PRA – ACI) fornisce informazioni più precise rispetto alla popolazione, ma la caratteristica del fenomeno implica una distorsione negli indicatori, legata alla mobilità degli utenti della strada sul territorio.

La lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale (da *Open Street Map*) fornisce sicuramente una prima serie coerente di informazioni relative ai diversi territori. Tale informazione non è disponibile nelle statistiche ufficiali a livello nazionale benché esistano archivi e grafi stradali dettagliati per singolo comune, provincia e regione; non è stato ancora istituito, però, un catasto strade nazionale armonizzato e sistematico.

Per la costruzione di indicatori sull'incidentalità stradale è stato necessario ricondurre la classificazione delle tipologie di strada fornita da Open Street Map utilizzata dalla Rilevazione Istat degli incidenti stradali. A tale scopo sono state utilizzate le Basi territoriali pubblicate dall'Istat per il Censimento 2011 e la classificazione dei comuni al 2016.

L'aggiornamento delle località del 2011 ai comuni del 2016 è stato possibile mediante la costruzione di una tabella di collegamento per l'aggregazione del territorio costituito da 8.090 unità amministrative locali nel 2011, in 7.998 comuni del territorio italiano del 2016.

Il set di indicatori di incidentalità per estesa stradale misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia e per tipologia di strada. E' prevista, inoltre, l'aggiunta di altre informazioni desunte da OSM, come la percentuale di tratti stradali su ponte, sopraelevata o galleria.

Per la costruzione e l'analisi di indicatori sintetici per le dimensioni prese in esame sono stati utilizzati due strumenti standard sviluppati in Istat: RankerTool desktop e i.Ranker web application. La selezione del metodo da utilizzare per la costruzione degli indici sintetici è stata anche corredata di un test di robustezza. La scelta ottimale è risultata essere orientata al metodo MZ - media aritmetica (z-scores).

I sistemi GIS per la rappresentazione grafica

Un sistema informativo geografico (GIS) è un sistema progettato per acquisire, archiviare, manipolare, analizzare, gestire e presentare dati spaziali o geografici. Le applicazioni GIS sono strumenti che consentono agli utenti di analizzare le informazioni spaziali, modificare i dati nelle mappe e presentare i risultati di queste operazioni. Per correlare le informazioni provenienti da fonti diverse, GIS utilizza la posizione spaziale come variabile chiave di riferimento (key reference by position). Analogamente a quanto accade di consueto per un database relazionale contenente diverse tabelle messe in relazione mediante chiavi comuni, GIS può mettere in relazione, infatti, informazioni altrimenti non correlate utilizzando la posizione come variabile chiave.

Questa specifica caratteristica del GIS ha consentito di esplorare una frontiera alternativa per la produzione di informazioni statistiche. Qualsiasi variabile può essere localizzata spazialmente utilizzando le coordinate x, y e z che rappresentano rispettivamente longitudine, latitudine ed elevazione. Queste coordinate GIS possono rappresentare altri sistemi, come territori (poligoni), reti stradali (linee) e punti di traffico (punti).

Come primo passo sono stati costruiti layer grafici sovrapposti, mediante l'utilizzo di un algoritmo ad hoc programmato per effettuare un'operazione di "join spaziale" tra i diversi attributi delle aree geografiche considerate. L'algoritmo considera in input il vettore con i layer grafici del territorio e crea un nuovo vettore costituito da una versione estesa rispetto a quella di input, con l'inclusione nella tabella collegata di attributi aggiuntivi. Gli attributi aggiuntivi e i loro valori sono desunti da un secondo livello vettoriale. Viene applicato, infatti, un criterio spaziale per selezionare i valori dal secondo livello che vengono, poi, aggiunti a ciascuna caratteristica del primo livello.

Le basi territoriali Istat utilizzate con il sistema GIS sono fornite per le seguenti unità amministrative:

- Regioni
- Province
- Comuni (aggiornati ogni anno)
- Località (solo al Censimento 2011)

L'aggiornamento delle località del 2011 ai comuni del 2016 è stato possibile mediante la costruzione di una tabella di collegamento che ha consentito l'aggregazione del territorio costituito da 8.090 unità amministrative locali nel 2011, in 7.998 comuni del territorio italiano del 2016. La scelta degli shape delle località è conseguente all'armonizzazione del grafo stradale con la variabile localizzazione degli incidenti stradali.

La classificazione località prevede 4 diverse modalità¹:

1. Aree urbane
2. Nucleo abitato
3. Località produttive
4. Case sparse

¹ Cfr. definizioni località censuarie <https://www.istat.it/it/archivio/104317>

Open Street Map e le tipologie di arco stradale

Open Street Map (OSM)² è un progetto collaborativo finalizzato a creare mappe a contenuto libero del mondo. Il progetto punta ad una raccolta mondiale di dati geografici, con scopo principale la creazione di mappe e cartografie. La caratteristica fondamentale dei dati geografici presenti in OSM è che possiedono una licenza libera, la Open Database License.

È cioè possibile utilizzarli liberamente per qualsiasi scopo con il solo vincolo di citare la fonte e usare la stessa licenza per eventuali lavori derivati dai dati di OSM. Tutti possono contribuire arricchendo o correggendo i dati. Le mappe sono create usando come riferimento i dati registrati da dispositivi GPS portatili, fotografie aeree ed altre fonti libere.

I layer vettoriali di Open Street Map aggiornati quotidianamente e i dati scaricabili gratuitamente sono:

- Grafi stradali
- Punti di traffico (POT)

Shape aggiuntivi sono:

- Edifici
- Uso del suolo
- Naturale
- Luoghi
- POWF (Point of Worship)
- POIS (Point of interest)
- Linee ferroviarie
- Trasporto
- Acqua
- Corsi d'acqua

Le tipologie di archi stradali utilizzati in Open Street Map sono le seguenti:

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), tuttavia esistono eccezioni come per esempio in piccoli centri montani dove la strada SS attraversa il paese ma la strada primaria è una tangenziale di moderna costruzione che evita il centro abitato. In ambito urbano normalmente formano il primo anello della città (vedi Milano) e normalmente sono classificate come Viali.

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. In ambito urbano normalmente sono classificate come vie importanti anche a due corsie per senso di marcia.

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.

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. Spesso collegano villaggi e borghi.

² OpenStreetMap fornisce dati geografici su migliaia di siti web, applicazioni mobili e dispositivi hardware. OpenStreetMap è costruito da una comunità di mappatori che contribuiscono e mantengono i dati sulle strade, sentieri, caffè, stazioni ferroviarie e molto altro ancora, in tutto il mondo.” citazione da sito ufficiale OSM: <http://www.openstreetmap.org/about> .

Residential: Strade situate in zone residenziali per l'accesso alle abitazioni, senza funzione di collegamento tra diversi insediamenti. Sono spesso fiancheggiate da case.

Path: Sentieri non pensati per un uso specifico.

Steps: Rampe di scale, accessibili esclusivamente ai pedoni.

Unknown: Non classificate.

Benché si tratti di uno strumento Open Source e basato su informazioni provenienti da una community, il prodotto fornisce dati da considerarsi attendibili e robusti, tanto che la maggior parte dei software di navigazione GPS Android e iOS su dispositivi portatili sono alimentati da OSM, come ad esempio WisePilot, Maps.me, NavFree, Scout, ecc.

Classificazione archi stradali OSM e localizzazione degli incidenti stradali

Le tipologie di arco stradale selezionate per il calcolo degli indicatori sono tutte quelle riferite alla circolazione dei veicoli a motore: Autostrade, Tangenziali, Strade di importanza nazionale e regionale, Strade di importanza regionale e provinciale, Strade di importanza locale o comunale, Strade di importanza locale o comunale, Strade urbane, Raccordi autostradali, Tratti di collegamento (svincoli/rampe) per strade statali, regionali, provinciali o comunali, Strade di accesso o interne ad aree di servizio, non classificate. Aree pedonali, Strade carreggiabili ad uso prevalentemente agricolo o forestale, percorsi per equitazione, piste ciclabili, percorsi e passaggi pedonali, rampe di scale non sono, invece oggetto della rilevazione.

La tabella 1 riporta il raccordo, secondo una elaborazione Istat, tra la classificazione degli archi stradali in Open Street Map secondo la località e la localizzazione strada utilizzata nella classificazione degli incidenti stradali rilevati dall'Istat.

Tabella 1 – Tabella di raccordo tra classificazione archi stradali OSM, località e tipo strada

(a)

cr7

Classificazione degli archi stradali da OpenStreetMap	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
Motorway	X		X	
Trunk	X		X	
Primary		X		X
Secondary		X		X
Tertiary		X		X
Unclassified		X		X
Residential		X		X
Living Street		X		X
Motorway Link	X		X	
Trunk Link	X		X	
Primary Link		X		X
Secondary Link		X		X
Tertiary Link		X		X
Service		X		X
Unknown		X		X

(a) Elaborazione Istat

Gli indicatori sull'incidentalità stradale

La proposta di calcolo di nuovi indicatori legati all'incidentalità stradale e di avvalersi di nuove fonti, a carattere sperimentale, da utilizzare al denominatore di tassi e rapporti, nasce per fornire una migliore informazione sulla esposizione al rischio rispetto a dimensioni come la popolazione residente o la flotta veicoli.

Anche se popolazione e veicoli sono, infatti, ad oggi, considerate *proxy* degli esposti al rischio di incidente, è evidente che presentano delle criticità.

Al numeratore degli indicatori sono stati considerati gli incidenti stradali, morti e feriti riferiti all'anno 2016 e provenienti dalla "Rilevazione degli incidenti stradali con lesioni a persone". L'informazione statistica sull'incidentalità è raccolta dall'Istat mediante una rilevazione totale a cadenza mensile di tutti gli incidenti stradali sulla rete stradale pubblica nazionale che hanno causato lesioni alle persone (morti entro il 30° giorno e feriti) e verbalizzati da un organo di Polizia³.

Per quanto concerne i denominatori utilizzati sono la popolazione residente, il parco veicolare e l'estesa chilometrica delle strade per carreggiata.

La popolazione residente⁴ non sempre è una soluzione appropriata, soprattutto alla luce della stagionalità degli incidenti stradali e della concentrazione, in alcuni periodi dell'anno, in luoghi specifici.

La flotta di veicoli per provincia di immatricolazione (di fonte PRA – ACI)⁵ fornisce informazioni più precise rispetto alla popolazione motorizzata, ma non considera il fattore mobilità degli utenti della strada sul territorio.

La lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale (da OSM)⁶ fornisce un set coerente di informazioni relative ai diversi territori perché è indipendente dalla stagionalità (e quindi dalla mobilità legata al periodo) e, rispetto al dato sui veicoli circolanti, dalle province di immatricolazione dei veicoli.

Tale informazione non è disponibile dalle statistiche ufficiali a livello nazionale, poiché, benché esistano archivi e grafi stradali dettagliati per singolo comune o provincia e talvolta regione, non è stato ancora istituito, però, un catasto strade nazionale.

Il set di indicatori di incidentalità per estesa stradale misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia.

Il set di indicatori di incidentalità stradale, calcolato utilizzando il parco veicolare, misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 mila veicoli immatricolati nella provincia.

Il set di indicatori di incidentalità stradale, calcolato utilizzando la popolazione residente, misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni milione di residenti nella provincia.

Nel presente testo non sono riportati i valori puntuali degli indicatori calcolati, contenuti nelle tabelle allegate alla pubblicazione sul sito Istat delle statistiche sperimentali e consultabili alla pagina: <https://www.istat.it/it/statistiche-sperimentali/sperimentazioni-su-big-data>.

Dal calcolo dei diversi indicatori si evidenzia come le graduatorie provinciali presentino sostanziali differenze al variare del denominatore utilizzato. Una stessa provincia può trovarsi, infatti, in posizioni molto diverse nella graduatoria dei tassi di incidentalità, mortalità o lesività se utilizzata la popolazione residente o il parco veicolare, più simili tra loro, oppure l'estesa chilometrica stradale.

³ Rilevazione degli incidenti stradali con lesioni a persone <https://www.istat.it/it/archivio/4609>

⁴ Popolazione residente (demo.istat.it) 31 dicembre 2016.

⁵ Parco veicolare ACI (Automobile Club d'Italia) veicoli a motore (esclusi i rimorchi) al 31/12/2016.

⁶ Elaborazione GIS Basi territoriali censuarie Istat + Grafo stradale Open Street Map, al 1/1/2017, espresso in metri di lunghezza della strada per carreggiata.

La comparazione degli indicatori sintetici costruiti

Per l'analisi e la comparazione degli indicatori sintetici costruiti, sono stati utilizzati due strumenti standard sviluppati in Istat: RankerTool desktop e i.Ranker web application⁷.

Entrambi, con poche differenze, permettono all'utente di:

- acquisire in formato standard (csv o .xls) i valori dei diversi indicatori elementari disponibili per ogni entità, già calcolati e normalizzati;
- effettuare il calcolo, per ogni entità, di uno o più metodi tra quelli implementati;
- visualizzare i valori e le graduatorie risultanti dall'applicazione di ogni singolo metodo, in forma sia tabellare sia grafica;
- porre a confronto le graduatorie mediante i diversi metodi.

Lo strumento Ranker utilizzato prevede la possibilità di scelta anche di diversi metodi.

In particolare, il metodo della Media dei valori standardizzati (MZ), il metodo MR - degli indici relativi (IR), il metodo MPI - Mazziotta-Pareto Index (De Muro et al. 2010), il Metodo delle Graduatorie (MG) e il Metodo tassonomico di Wroclaw (MTW). Le ultime due opzioni sono state però escluse a priori, poiché non ritenute idonee per il ranking degli indicatori sull'incidentalità stradale e a rappresentare il fenomeno oggetto di studio.

Per la selezione del metodo da utilizzare per la costruzione degli indici sintetici è stato effettuato un **test di robustezza e condotta una analisi di influenza** mediante l'applicazione del software COMIC⁸ (COMposite Indices Creator) per la costruzione di indici compositi, attraverso metodi di sintesi e la valutazione della loro consistenza.

Tramite il software COMIC è stato possibile effettuare la comparazione tra il grado di robustezza per i principali metodi applicabili, in particolare in tabella 6 sono presentati i dati sulle medie e scarti quadratici medi degli "shifts" per i vari metodi (Cfr. Tabella 6).

Dallo studio dei risultati dell'analisi d'influenza, a seguito dell'effettuazione dei test di robustezza su un set di metodi di sintesi, la scelta ottimale risulta essere orientata ai metodi di MZ - media aritmetica (z-scores) e MPI - Mazziotta-Pareto Index.

Viste le caratteristiche del metodo MZ - media aritmetica (z-scores), metodo più conosciuto e di più facile interpretazione per la lettura dei risultati e accessibile a tutti gli utenti, è stato selezionato per la presentazione dei dati contenuti nel presente lavoro.

⁷ La nota metodologica e la guida all'utilizzo sono disponibili ai link:

<http://www.istat.it/en/files/2014/03/RANKER-manuale.pdf>

https://i.ranker.istat.it/wr_guida.htm

https://i.ranker.istat.it/wr_guida_notametodologica.htm

⁸ COMIC (COMposite Indices Creator) <https://www.istat.it/it/metodi-e-strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi/strumenti-di-analisi/comic>

APPENDICE – Rappresentazione cartografica di alcune tipologie di archi stradali da OpenStreetMap

Figura 1. Mappa delle Primary Roads. Anno 2016
(Open Street Map)



Figura 2. Mappa delle Secodary Roads. Anno 2016
(Open Street Map)



Figura 3. Mappa delle Motorways. Anno 2016
(Open Street Map)



Figura 4. Mappa dei Trunk. Anno 2016
(Open Street Map)

