abertis

# ROAD TECH

## Affrontare le sfide dell'aumento del traffico

Scritto da:

The Economist Intelligence Unit

# SOMMARIO


| | |
|---|---|
| Prospettive | 04 |
| Premessa | 07 |
| Quadro generale | 08 |
| Introduzione | 10 |
| Capitolo 1: Problematiche crescenti legate all'aumento del traffico | 13 |
| Capitolo 2: Progressi tecnologici per contrastare l'aumento del traffico | 19 |
| Capitolo 3: Accelerare l'adozione della tecnologia stradale | 33 |
| Conclusioni | 39 |

# PROSPETTIVE

*RoadTech: Affrontare le sfide dell'aumento del traffico* (titolo originale: Road Tech: *Addressing the challenges of traffic growth*) è un *report* dell'Economist Intelligence Unit (EIU), commissionato da Abertis, che esamina il ruolo della tecnologia e delle soluzioni di *smart engineering* nell'affrontare i problemi connessi all'aumento del traffico.

I risultati sono basati su ricerche documentarie e interviste a innovatori ed esperti in materia. L'Economist Intelligence Unit desidera ringraziare i seguenti esperti che hanno partecipato al programma di interviste (elencati in ordine alfabetico):

**James Anderson,** direttore dell'Institute for Civil Justice della RAND Justice, Infrastructure, and Environment presso RAND Corporation

«È una sfida veramente difficile, perché a provvedere ai budget per le strade sono entità diversissime tra loro, con budget, capacità e competenze altrettanto diversi».

**Greg Archer,** responsabile veicoli puliti presso la Transport & Environment

«Se non facciamo i conti con l'aumento delle emissioni dei trasporti prodotte dai veicoli, siano essi automobili, furgoni o camion, non riusciremo a raggiungere i nostri obiettivi climatici».

**Hari Balakrishnan,** chief technology officer di Cambridge Mobile Telematics e Professore presso il MIT

« Gli innovatori stanno passando agli *smartphone* per raccogliere dati sul traffico. "In molti posti l'economia non giustifica l'impiego [di sensori e videocamere]"».

**José Barbero,** preside del Transportation Institute, National University of San Martín

«Le nuove tecnologie permettono la raccolta di dati che prima erano estremamente difficili da ottenere, come i flussi di traffico. Ora molti di questi dati sono prontamente disponibili per l'acquisto. È assolutamente straordinario».

**Larry Burns,** ex vice presidente ricerca e sviluppo di General Motors

«È ora che la definizione di infrastruttura si evolva per includere non solo gli elementi fisici, come strade e ponti, ma anche i componenti digitali ed elettronici».

**Sten de Wit,** portavoce, SolaRoad

«L'idea di installare pannelli solari nelle strade non è volta a ottimizzare la resa energetica dei singoli pannelli, ma ad aggiungere la funzionalità di accumulo di energia rinnovabile a una rete stradale che costruiamo, ammoderniamo e utilizziamo comunque, in un *business case* positivo».

**Di-Ann Eisnor,** responsabile della crescita, Waze

«Avere più dati eliminerà le mere opinioni o affermazioni politiche e permetterà a tutti coloro che si trovano in una città di lavorare insieme con maggiore coesione».

**Robert Frey,** direttore della pianificazione, Tampa-Hillsborough Expressway Authority

«Serve una qualche fonte di entrate che possa attrarre [il settore privato] in modo che la [amministrazione della] città possa dedicarsi più alla misurazione delle performance che alla gestione delle attrezzature».

**Tim Gammons,** global smart mobility leader, Arup

«Non costruite un sistema tecnologico che pensate vi duri 30 anni. Non potete garantirlo in vista di ogni novità che riserverà il futuro, perché è impossibile sapere cosa accadrà».





L'Economist Intelligence Unit è la sola responsabile del contenuto del presente *report*. I risultati e i pareri espressi nel *report* non necessariamente riflettono le opinioni dello sponsor. Michael Martins e Adam Green sono gli autori del *report*. Melanie Noronha ne ha curato l'edizione.

**Harold Goddijn,** chief executive officer, TomTom

«Sta già accadendo. La tecnologia contribuisce all'ottimizzazione della rete stradale, che può ridurre l'inquinamento prodotto dagli ingorghi. Già solo sapere dove ci sono ingorghi permette ai governi locali di fare qualcosa a tale proposito».

**Ray King,** responsabile del controllo della gestione del traffico urbano, Consiglio Comunale di Newcastle

«Penso che il rischio maggiore sia il ritmo a cui la tecnologia evolve. Se investiamo nella tecnologia oggi, verrà fuori qualcos'altro che renderà la tecnologia di oggi obsoleta. Non si può vedere l'orizzonte della tecnologia».

**Holly Krambeck,** economista senior, Banca Mondiale

«Utilizzare i cellulari come sensori è un modo molto più conveniente di raccogliere i dati che servono alle città per pianificare i progetti infrastrutturali».

**Ken Leonard,** direttore dell'Intelligent Transportation Systems Joint Program Office della US Federal Highway Administration

«Una cooperazione tra i governi e l'industria che aiuti a introdurre tecnologie utili ad affrontare queste sfide può aumentare la sicurezza del sistema e al contempo agire a supporto degli obiettivi di mobilità ed efficienza».

**Paul Nieuwenhuis,** professore di logistica e gestione delle operazioni alla Cardiff University

«Diventa sempre più importante che i produttori [di veicoli elettrici] si interessino alle infrastrutture di ricarica».

**José Papí,** presidente di Smart Transportation Alliance

«La costruzione di strade oggi richiede tutto un altro insieme di competenze. Per certi aspetti, le infrastrutture non sono più un'area di conoscenza riservata agli ingegneri civili. Servono ingegneri industriali, ingegneri delle telecomunicazioni, psicologi, economisti e persino giuristi».

**Steven Shladover,** responsabile dei programmi, Partners for Advanced Transit and Highways (PATH), Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley

«Alla fine tutto sta nello spenderci soldi. Se si vogliono infrastrutture più intelligenti, si deve stanziare il denaro».

**Bryant Walker Smith,** assistente universitario, School of Law and School of Engineering, University of South Carolina.

«Ci focalizziamo sull'idea più attraente, ossia l'auto che si guida da sola, Nel frattempo ci dimentichiamo di tutte le tecnologie di supporto, che pure sono importantissime».

**Ben Stanley,** responsabile ricerca sull' *automotive* globale, IBM Institute of Business Value, IBM Global Business Services

«[I veicoli a guida autonoma] decolleranno davvero con l'arrivo del 5G».

**Emanuela Stocchi,** presidente, International Bridge, Tunnel and Turnpike Association

«Persino con le *partnership* tra soggetti pubblici e privati [per i progetti stradali], il contratto prevede obblighi specifici sulla sicurezza dei conducenti e l'applicazione delle ultime tecnologie. La nostra priorità fondamentale è servire l'utente o conducente».

**José Viegas,** segretario-generale, Forum Internazionale dei Trasporti, OCSE

«Il 70% degli incidenti e delle lesioni è dovuto a errori umani involontari. Il punto è che non siamo costantemente impeccabili: commettiamo errori».

**Joe Waggoner,** chief executive officer e direttore esecutivo, Tampa-Hillsborough Expressway Authority

«Se c'è la possibilità di integrare nuovi componenti come parte del vostro ciclo di sostituzione e rinnovo dei sistemi preesistenti, potete distribuire il costo nel tempo».

# PREMESSA

## DI ABERTIS

**In tutto il mondo, il traffico è in aumento. Oggi sulle strade circolano circa un miliardo di veicoli, che potrebbero diventare ben quattro miliardi entro il 2050. Dal nostro punto di vista di operatore globale delle strade a pedaggio, la notizia è fantastica in un'ottica commerciale. Al tempo stesso, però, comprendiamo le sfide reali che questa crescita del traffico rappresenterà se le cose non cambiano: paralisi della circolazione, cambiamento climatico e inquinamento atmosferico.**

**Grazie ai progressi tecnologici e allo *smart engineering*, stanno emergendo nuove soluzioni che possono rendere le strade più pulite e più efficienti. Finora ci si è focalizzati molto sulle innovazioni riguardanti le tecnologie dei veicoli. Dovunque guardi, vedo svolgersi una nuova storia di progresso nel settore dell' *automotive*. Veicoli a guida autonoma e connessi sono ora realtà e hanno il potenziale per cambiare le regole del settore. I veicoli elettrici stanno iniziando a entrare nell'uso comune.**

**Ma tutte queste tecnologie devono necessariamente operare su una piattaforma fondamentale e universale: le strade. Se l'innovazione delle infrastrutture stradali non starà al passo con i progressi tecnologici che riguardano i veicoli, la crescita del traffico resterà un enorme problema e il vero potenziale di tali tecnologie non potrà realizzarsi. Noi di Abertis siamo convinti che la chiave per sbloccare il progresso stia nell'intersezione tra i progressi tecnologici e l'innovazione delle infrastrutture stradali. È per questo che abbiamo commissionato il presente *report*, rivolgendoci a esperti dei più svariati settori e luoghi geografici, per sviluppare una panoramica la più completa possibile delle tecnologie e delle innovazioni emergenti, nonché degli elementi necessari ad accelerare la loro concreta adozione. Ciò che vediamo sono i molti modi in cui le infrastrutture stanno diventando più intelligenti, come i dati vengono ora usati per trasformare radicalmente la gestione del traffico e determinare nuove forme di mobilità, e come i rapidi cambiamenti nelle tecnologie per le superfici stradali stanno modificando il modo in cui pensiamo alle strade come risorse.**

**L'aspetto che colpisce di più è quanto il futuro della mobilità sia di fatto dipendente dalla collaborazione. Sappiamo che un mondo dove la crescita del traffico sia sostenibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico è realizzabile solo mediante *partnership* lavorative tra i governi e gli innovatori, grandi e piccoli. E in considerazione del continuo aumento delle richieste di finanziamenti pubblici, è indispensabile esplorare nuovi modi per finanziare le innovazioni infrastrutturali necessarie a supportare l'adozione di queste nuove tecnologie. Le infrastrutture stradali sono la piattaforma per il futuro della mobilità e Road Tech è nel cuore della creazione di strade più intelligenti, pulite e sicure.**

# QUADRO GENERALE

È in corso una trasformazione nei trasporti, a un ritmo molto più veloce di quello che tanti prevedevano. La confluenza dei *trend* della tecnologia dell' *automotive*, dei *big data* e della *sharing economy* sta cambiando l'approccio delle persone verso gli spostamenti. Ma, congiuntamente al rapido ritmo di crescita della popolazione, questi sviluppi contribuiranno a un aumento del traffico che si presenta come insostenibile.

Il presente *report* esamina queste innovazioni tecnologiche nelle infrastrutture del trasporto su strada per mettere in evidenza il loro ruolo nel mitigare le sfide poste dal traffico in aumento. Il *report* evidenzia fattori che possono permettere un'adozione più capillare di tali tecnologie. Si tratta di una considerazione fondamentale sia per i responsabili politici e gli amministratori delle città – poiché questi prendono oggi decisioni sugli investimenti infrastrutturali che plasmeranno il futuro dei trasporti nelle loro città e nei loro Paesi – sia per sviluppatori di tecnologie, ingegneri e finanziatori.

**RISULTATI CHIAVE DEL *REPORT*:**

**L'aumento del traffico sta determinando perdite di produttività, incidenti stradali, inquinamento atmosferico e un impatto negativo sulla salute pubblica.** Il World Economic Forum (WEF) stima che il numero delle automobili nel mondo crescerà di 600 milioni tra il 2014 e il 2025, determinando un aumento della congestione a meno che lo sviluppo delle infrastrutture non stia al passo con il cambiamento. I veicoli sono responsabili del 17% delle emissioni globali di anidride carbonica $CO_2$, oltre che di emissioni di diossido di azoto $NO_2$ e di particolato fine. Nella sola UE questo ha causato più di 450.000 morti premature, costate alle economie delle regioni interessate oltre 1.400 miliardi di dollari USA all'anno. Il World Economic Forum (WEF) stima il costo economico e ambientale globale del traffico congestionato pari a 1.400 miliardi di dollari USA all'anno. Se queste sfide non verranno affrontate, si tradurranno in oneri economici duraturi per i Paesi di tutto il mondo.

**Le infrastrutture stradali sono in fase di ridefinizione.** Un tempo limitate agli elementi fisici come barriere e segnali, ora le infrastrutture stradali includono componenti digitali, quali le tecnologie di rete *wireless* e l'intelligenza artificiale. L'emergere di veicoli a guida autonoma e connessi sta trainando questo cambiamento, dal momento che essi si basano proprio sulle infrastrutture di telecomunicazione per comunicare con altri veicoli e infrastrutture. "È ora che la definizione di infrastruttura evolva per includere non solo gli elementi fisici, come strade e ponti, ma anche i componenti digitali ed elettronici", spiega Larry Burns, ex vice presidente ricerca e sviluppo di General Motors.

**Le infrastrutture intelligenti offrono molte opportunità di migliorare efficienza e sicurezza delle strade.** Ad esempio, le infrastrutture *smart* sono un fattore essenziale per permettere la diffusione dei veicoli a guida autonoma, che promettono di ridurre del 90% i casi di incidente stradale. Al contempo, la gestione dinamica del traffico, mediante tecniche quali il conteggio sulle rampe e il controllo dinamico delle corsie, ha il potenziale per ridurre sia la congestione che l'inquinamento. Va detto che comunque non tutte le tecniche di gestione intelligente del traffico richiedono nuove infrastrutture stradali fisiche. Anche i dati raccolti dagli *smartphone* dei conducenti e, in alcuni casi, le immagini satellitari possono essere utilizzati per consentire un utilizzo più efficiente delle strade.

**I *big data* e la *sharing economy* stanno facilitando la "*mobility as a service*" (mobilità come servizio).** I servizi digitali permettono non solo una distribuzione più efficiente dei veicoli sulle strade, ma anche un uso più efficiente dei veicoli da parte dei passeggeri. Ad esempio, le app di *mobility as a service* (MaaS) elaborano percorsi a misura dell'utente, utilizzando sia mezzi di trasporto pubblici che modalità di condivisione private. Gli esperti ritengono che, se utilizzati su larga scala, tali servizi hanno il potenziale per migliorare in misura significativa l'efficienza del settore dei trasporti, riducendo la congestione del traffico e i problemi connessi. Tuttavia, servizi come questi, basati sulla condivisione dei dati, necessitano che i responsabili politici e le autorità di controllo trovino un giusto equilibrio tra praticità e privacy.

**La superficie stradale stessa è al centro di un'innovazione sostanziale.** Le strade coprono una notevole percentuale dei terreni di tutto il pianeta, soprattutto nelle città, e molte tecnologie emergenti promettono di trasformare questa risorsa finora passiva in qualcosa di più produttivo. Ad esempio, le strade e i marciapiedi possono essere dotati di pannelli solari rivestiti da piccole particelle di vetro cosicché ci si possa passare sopra, mentre i sistemi piezoelettrici possono essere utilizzati per generare elettricità dalla pressione esercitata dai veicoli in transito sulle superfici stradali. Nel frattempo, i ricercatori stanno esaminando la possibilità di impiegare materiali alternativi per ridurre l'impatto ambientale della costruzione di strade.

**Ai governi spetta di svolgere un ruolo cruciale, quello di permettere una maggiore adozione di queste tecnologie.** È necessario che la *leadership* politica stabilisca standard comuni per le infrastrutture stradali intelligenti e crei quadri normativi e buone pratiche per condividere e tutelare i dati così prodotti.
I governi devono inoltre perseguire nuovi approcci per finanziare l'*upgrading* delle tecnologie stradali: uno studio del 2015 condotto dal McKinsey Global Institute ha stimato un deficit di finanziamento per le infrastrutture stradali di 11.400 miliardi di dollari USA tra il 2016 e il 2030. Gli stessi governi hanno anche l'importante compito di finanziare e rendere possibili progetti pilota ed esperimenti relativi alle tecnologie stradali, nonché favorire le nuove competenze multidisciplinari richieste dai progetti sulle infrastrutture stradali intelligenti.

**I prossimi 5-10 anni saranno cruciali per determinare il futuro delle strade nel mondo.** Gli standard tecnici e i quadri normativi concepiti oggi plasmeranno il modo in cui le strade saranno costruite e gestite negli anni a venire. Le prime esperienze dei conducenti e delle altre parti interessate nei progetti pilota e in altre implementazioni iniziali influenzeranno sia il comportamento dei guidatori che l'opinione pubblica. I responsabili politici che vogliono cogliere le opportunità offerte dalla tecnologia in termini di miglioramento della sicurezza, della sostenibilità e dell'efficienza delle strade devono prendere parte al processo quanto prima.

# INTRODUZIONE

> "I trasporti sono fondamentali per le singole economie. Se una nazione vuole mantenere il ruolo di leader globale, deve avere trasporti competitivi a livello globale"
>
> **LARRY BURNS, EX VICE PRESIDENTE RICERCA E SVILUPPO E PIANIFICAZIONE STRATEGICA DI GENERAL MOTORS**

Le infrastrutture dei trasporti hanno un ruolo centrale nel funzionamento delle economie moderne. Le città forniscono alle imprese l'accesso alla forza lavoro e ai consumatori, e sono pertanto una fonte vitale di attività economica. Le aree urbane degli Stati Uniti e del Regno Unito occupano, rispettivamente, solo l'1,5% e il 7% del loro territorio totale, ma hanno contribuito fino al 50% del PIL degli Stati Uniti nel 2011[1] e al 39% del PIL del Regno Unito nel 2013.[2] Uno schema simile è evidente nel Paesi di tutto il mondo. Le Nazioni Unite prevedono che la popolazione urbana mondiale salirà dal 54% del 2014 al 66% entro il 2050, con le crescite più rapide in India, Cina e Nigeria.[3]

Con l'espandersi delle città, la connettività al loro interno e tra di loro sarà critica per la crescita economica.
Le infrastrutture stradali, nello specifico, sono spesso il canale principale attraverso cui le merci vengono scambiate e le persone si spostano. Migliorare la connettività attraverso queste infrastrutture permetterà spostamenti più efficienti di persone e merci, trainerà la crescita economica e creerà equità sociale.[4]

Il traffico globale di passeggeri e merci su strada e rotaia è aumentato del 40% tra il 2000 e il 2010. Entro il 2050 è previsto un raddoppiamento rispetto al livello del 2010, con quasi metà della crescita attesa attribuita al traffico su strada.[5] Si prevede inoltre che nel Regno Unito, in Francia e in Germania la strada percorsa dai veicoli (misurata in VMT, *vehicle miles travelled* aumenterà del 19% per i passeggeri e del 14% per le merci tra il 2013 e il 2030. Negli Stati Uniti si prevede nello stesso periodo un aumento del VMT passeggeri di oltre il 30%.

Ciononostante, l'International Energy Agency (IEA) attribuisce quasi il 90% della crescita prevista del traffico a Paesi non appartenenti all'OCSE[6], sulla scia di una rapida crescita del reddito pro capite. Nell'ultimo decennio, il PIL pro capite medio è raddoppiato in Cina, India, Sud-Est asiatico ed Est Europa.[7] Con l'aumento della ricchezza sono aumentati anche i tassi di proprietà delle automobili, spesso molto più velocemente rispetto al tasso di sviluppo delle infrastrutture. Ciò ha determinato una situazione caratterizzata da più automobili sulle strade e più chilometri percorsi. Il World Economic Forum (WEF) stima che il numero delle automobili nel mondo crescerà di 600 milioni tra il 2014 e il 2025.[8]

Sebbene contribuisca all'attività economica, la crescita del traffico stradale porta con sé una serie di sfide. La più pressante include le perdite di produttività dovute alla maggiore congestione; l'aumento delle emissioni di carbonio da parte di automobili e strade sempre più numerose; e l'aggravarsi dell'inquinamento atmosferico causato dal traffico e del conseguente impatto negativo sulla salute pubblica. Viste le

previsioni sull'urbanizzazione e la preannunciata concomitante espansione delle infrastrutture stradali, queste tendenze sono destinate a peggiorare, a meno che non si prendano le necessarie misure per bilanciare o prevenire gli effetti collaterali di un'espansione della rete stradale.

In risposta alle preoccupazioni sul traffico in crescita sono state introdotte misure di natura politica, quali il *congestion pricing*, l'istituzione di zone a emissioni ridotte e rigorose regole di sicurezza stradale. Se è vero che alcune misure di questo tipo danno risultati positivi, esse pregiudicano però le libertà dei viaggiatori, imponendo costi e inconvenienti aggiuntivi, tra cui limiti decisionali su dove e quando viaggiare. Poiché è improbabile che l'attuale domanda di spostamento diminuisca, in particolare per raggiungere i posti di lavoro nelle città principali, è probabile invece che i vantaggi risultanti da queste misure politiche presto si stabilizzino a un livello stazionario e che divengano necessarie soluzioni più radicali.

Grazie ai progressi tecnologici e allo *smart engineering*, stanno emergendo nuove soluzioni che possono rendere le strade più sostenibili e più efficienti.
Le infrastrutture intelligenti stanno favorendo una gestione più attiva del traffico, accelerando il lancio delle auto che si guidano da sole e trasformando la nostra idea di mobilità. Sono in fase sperimentale nuove tecnologie che introducono strade in grado di generare energia solare e persino una ricarica induttiva con cui i conducenti possono ricaricare le proprie auto durante la guida. Per favorire e rafforzare i vantaggi procurati da questi progressi tecnologici serviranno cambiamenti a livello politico e normativo, una maggiore collaborazione intersettoriale, sostegno pubblico e investimenti nelle infrastrutture stradali, non solo nella forma tradizionale.
"È ora che la definizione di infrastruttura si evolva per includere non solo gli elementi fisici, come strade e ponti, ma anche i componenti digitali ed elettronici", dice Burns.

**600 MILIONI**
**AUMENTO STIMATO DEL NUMERO DI AUTOMOBILI TRA IL 2014 E IL 2025 (WORLD ECONOMIC FORUM, WEF)**

Nel presente *report* analizziamo alcune delle più recenti innovazioni che stanno ridefinendo le infrastrutture stradali, sottolineando il ruolo svolto da tali infrastrutture nell'affrontare i problemi causati dalla crescita del traffico su strada.
Il prossimo capitolo analizza più in profondità le sfide poste dalla crescita del traffico, in modo da fornire un contesto per i capitoli successivi, che si focalizzeranno sulle tecnologie emergenti e sui fattori abilitanti necessari a favorirne una maggiore diffusione.

[1] www.visualisingdata.com/2014/02/defending-the-incredible-gdp-map/
[2] ibtta.org/sites/default/files/documents/MAF/Costs-of-Congestion-INRIX-Cebr-Report%20(3).pdf
[3] intothefuture.eiu.com/how-will-cars-of-the-future-communicate-with-city-infrastructure/
[4] Calderon, Cesar and Serven, Luis. 2014. Infrastructure, Growth, and Inequality : An Overview. Policy Research Working Paper; No. 7034. World Bank Group, Washington, DC. © World Bank. openknowledge. 1 worldbank.org/handle/10986/20365 Licence: CC BY 3.0 IGO. web.williams.edu/Economics/wp/pedroniinfrastructure.pdf
[5] www.iea.org/publications/freepublications/publication/TransportInfrastructureInsights_FINAL_WEB.pdf
[6] ibtta.org/sites/default/files/The%20Public%20Health%20Costs%20of%20Traffic%20Congestion.pdf; www.iea.org/publications/freepublications/publication/TransportInfrastructureInsights_FINAL_WEB.pdf
[7] www.iea.org/publications/freepublications/publication/TransportInfrastructureInsights_FINAL_WEB.pdf
[8] www3.weforum.org/docs/WEF_Connected_World_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction_2014.pdf

# CAPITOLO 1

## Problematiche crescenti legate all'aumento del traffico

La nostra ricerca individua le sfide pressanti poste dalla crescita del traffico su strada. Quelle più frequentemente citate dagli esperti di trasporti e dagli economisti sono state la perdita di produttività risultante dalla maggiore congestione; il contributo al cambiamento climatico dato dalle crescenti emissioni di carbonio dovute al traffico e alla costruzione di nuove strade; l'impatto negativo sulla salute pubblica del sempre maggiore inquinamento atmosferico sotto forma di fumi dei veicoli; e i tassi criticamente elevati di decessi e lesioni causati da incidenti stradali.

**Figura 1: Le sfide fondamentali poste dall'aumento del traffico stradaleroutier**

**1. PERDITA DI PRODUTTIVITÀ**

**1.400 miliardi di dollari USA** è la stima del World Economic Forum (WEF) per i costi degli ingorghi stradali in tutto il mondo.

**2. CAMBIAMENTO CLIMATICO**

**22%** delle emissioni totali di $CO_2$ nei Paesi OCSE è causato dai veicoli.

**3. SALUTE PUBBLICA**

**1/3** del particolato fine nelle aree urbane è emesso dai veicoli ed è uno dei fattori di rischio per l'insorgenza di malattie respiratorie, infarti ed ictus.

**4. INCIDENTI STRADALI**

**1,25 milioni** di persone muoiono ogni anno, mentre dai 20 ai 50 milioni restano ferite, secondo l'Organizzazione mondiale della sanità.

*Fonti: World Economic Forum; Organizzazione Mondiale della Sanità; OCSE*

## PERDITA DI PRODUTTIVITÀ

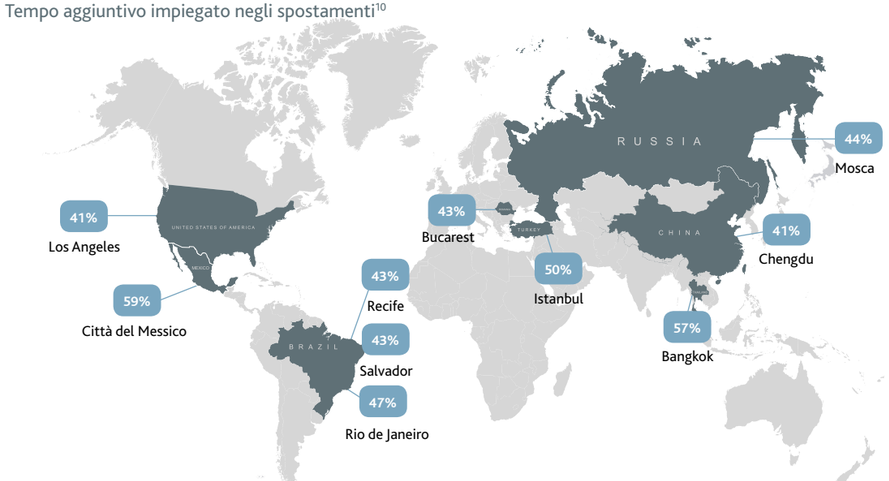
Tra tutti i problemi causati dalla crescita del traffico, la congestione è quello con l'impatto più immediato e tangibile sulla vita delle persone. Se consideriamo Regno Unito, Stati Uniti, Francia e Germania, nel 2013 il cittadino medio ha passato 36 ore imbottigliato nel traffico e 75 ore a pianificare percorsi: per queste cifre insieme è previsto un aumento del 6% entro il 2030.[9] I maggiori tassi di congestione, oltre ad alimentare la frustrazione di chi guida, si traducono in una perdita di produttività in quanto il tempo perso a causa del traffico potrebbe essere impiegato in altre attività.





**Figura 2: Le 10 città più congestionate a livello globale del 2015 (con popolazione superiore a 800.000 abitanti)**

Tempo aggiuntivo impiegato negli spostamenti[10]



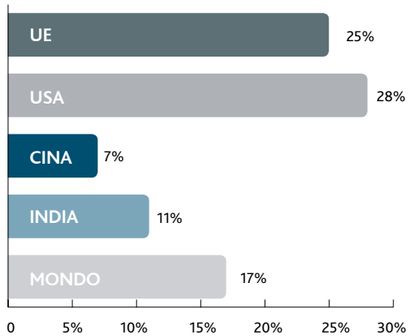

*Fonte: TomTom Traffic Index 2016*

Molti analisti hanno cercato di stimare il costo totale della congestione del traffico. In Regno Unito, Stati Uniti, Francia e Germania, i costi economici e ambientali diretti e indiretti della congestione erano stimati a 200 miliardi di dollari USA nel 2013, con un aumento previsto a 293 miliardi di dollari USA per il 2030.[11] Nel 2013 gli Stati Uniti hanno perso all'incirca 124 miliardi di dollari bloccati al volante, mentre la Commissione europea stima che la congestione costi all'UE circa 80 miliardi di euro l'anno.[12] Nelle aree in via di sviluppo, i costi sono addirittura superiori. Nella sola città di Bangalore, le perdite dovute alla congestione ammontano a 6,5 miliardi di dollari USA all'anno, mentre Pechino perde quasi il doppio, con ben 11,3 miliardi di dollari USA.[13] Il World Economic Forum (WEF) stima un costo globale annuo degli ingorghi pari a 1.400 miliardi di dollari USA.[14]

## CAMBIAMENTO CLIMATICO

I trasporti sono responsabili di circa il 22% delle emissioni OCSE totali di anidride carbonica ($CO_2$), che costituiscono una delle principali cause del riscaldamento globale. In Cina e India, nel frattempo, le cifre si attestano rispettivamente al 7% e 11% circa. In Asia, gli esperti prevedono per il 2030 un aumento da tre a cinque volte oltre i livelli del 2000 se non verranno adottate misure per far fronte alle emissioni del trasporto su strada.[15]

**Figura 3: Percentuale delle emissioni di $CO_2$ generate dal trasporto su strada, 2013[16]**




*Fonte: International Energy Agency, 2015*

Nonostante gli sforzi per migliorare l'efficienza dei veicoli e gli standard relativi alle emissioni, gli esperti segnalano che questi hanno avuto un impatto minimo. Secondo la Commissione europea, "il trasporto è l'unico grande settore nell'UE in cui le emissioni di gas serra sono ancora in aumento".[17] Greg Archer, responsabile veicoli puliti presso la *think tank* Transport & Environment, ne spiega il motivo: "I produttori sono stati molto bravi a ottenere valori bassi nei test, ma non è stato lo stesso per quanto riguarda le prestazioni su strada.

> "I produttori sono stati molto bravi a ottenere valori bassi nei test, ma non è stato lo stesso per quanto riguarda le prestazioni su strada. Pertanto il deficit tra i risultati dei test e le prestazioni nel mondo reale è ora in media ben superiore al 40%"
>
> **GREG ARCHER, RESPONSABILE VEICOLI PULITI PRESSO LA TRANSPORT & ENVIRONMENT**

Pertanto il deficit tra i risultati dei test e le prestazioni nel mondo reale è ora in media ben superiore al 40%".

Inoltre, la costruzione e la manutenzione delle infrastrutture stradali comporta già di per sé un notevole impatto ambientale. Il calcestruzzo è il secondo materiale più consumato al mondo dopo l'acqua, e l'industria del cemento, che annovera tra i suoi principali prodotti proprio il calcestruzzo per le infrastrutture stradali, produce il 5% delle emissioni di carbonio globali[18]. Se una risposta alla crescita del traffico è la costruzione di più strade o l'espansione di quelle esistenti, questa iniziativa non farà altro che aumentare l'impronta di carbonio del settore e il suo contributo al cambiamento climatico.

**17%**
**CONTRIBUTO DEI VEICOLI ALLE EMISSIONI GLOBALI DI CO2 (IEA)**

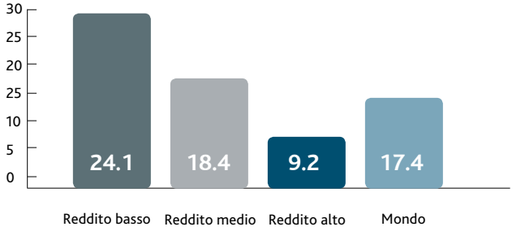
## SALUTE PUBBLICA

La crescente congestione sulle strade contribuisce in misura significativa all'inquinamento atmosferico e ha determinato un più vasto impatto nocivo sulla salute pubblica. I veicoli emettono la maggiore quantità di inquinamento quando girano al minimo, pertanto l'impatto è più pesante nelle città con una maggiore congestione. Nelle città che monitorano la qualità dell'aria, si stima che oltre l'80% delle persone che vivono nei centri urbani sia esposto a livelli di inquinamento atmosferico superiori ai limiti fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).[19] Nelle aree urbane, le emissioni dei veicoli sono responsabili di un terzo del particolato fine[20], che rappresenta uno dei fattori di rischio per infarti, ictus e malattie respiratorie.[21] Nel 2013, l'OMS ha annunciato la classificazione del particolato e delle emissioni diesel tra le sostanze cancerogene per l'uomo, con le emissioni diesel posizionate nella categoria dei cancerogeni certi (Gruppo 1).[22],[23] Oltre 450.000 morti premature sono state registrate nell'UE nel 2013 come attribuibili all'esposizione a particolato fine, ozono e diossido di azoto ($NO_2$).[24] Il costo economico annuo di queste morti premature è stimato a 1.400 miliardi di dollari USA, secondo l'OMS.[25]

## INCIDENTI STRADALI

All'onere economico contribuiscono anche gli incidenti stradali che provocano lesioni e decessi. L'OMS stima che, nel mondo, gli incidenti stradali provocano 1,25 milioni di decessi ogni anno, equivalenti grosso modo a due morti al minuto, mentre dalle 20 alle 50 milioni di persone subiscono lesioni. Sia i decessi che le lesioni hanno un costo economico significativo: fino al 3% del PNL nei Paesi sviluppati e fino al 5% del PNL nei Paesi con reddito basso e medio.[26] Nei 32 Paesi ad alto reddito monitorati dall'International Road Traffic and Accident Database (IRTAD), i morti per incidenti stradali sono diminuiti del 42% tra il 2000 e il 2013. Tuttavia, le vittime di incidenti stradali segnalate dall'IRTAD rappresentano solo il 6% degli 1,3 milioni di morti sulla strada globali del 2013: ciò indica che la grande maggioranza dei casi avviene in Paesi a basso e medio reddito.[27] Le vittime sono solitamente giovani uomini, che spesso provvedono al sostentamento della famiglia in Paesi con bassi tassi di partecipazione della forza lavoro femminile, perciò le morti premature e le lesioni possono lasciare cicatrici economiche durevoli, gravando così su comunità e reti di sicurezza sociale già fragili.

**Figura 4: Decessi per incidente stradale per popolazione di 100.000 persone, per livello di reddito del Paese, 2013***




*Fonte: Banca Mondiale*

**Il livello di reddito dei Paesi è stato determinato sulla base dei dati provenienti dal database degli indicatori dello sviluppo mondiale (World Development Indicators), Banca Mondiale, 2015. Reddito basso = < 1.045 dollari USA pro capite; reddito medio = 1.045-12.745 dollari USA pro capite; reddito alto = >12.745 dollari USA pro capite*

La gravità delle sfide presentate dalla crescita del traffico in termini di onere sanitario, ambientale ed economico è fonte di preoccupazioni. "Se non facciamo i conti con l'aumento delle emissioni del trasporto prodotte dai veicoli, siano essi automobili, furgoni o camion, non riusciremo a raggiungere i nostri obiettivi climatici", afferma Archer. I malfunzionamenti dei trasporti, in particolare su strada, devono essere affrontati con urgenza per ridurre l'impatto negativo sul cambiamento climatico, le complicazioni per la salute associate e i costi a carico di residenti e governi.

Tra le soluzioni tipiche rientrano l'espansione della rete stradale e l'adozione di misure di natura politica come rigorose regole di sicurezza stradale, il *congestion pricing* e l'istituzione di zone a emissioni ridotte. Se queste hanno avuto un certo successo nel mitigare la congestione e ridurre le vittime di incidenti stradali mortali, occorre però fare ancora molto.

In aggiunta, una buona connettività tra le diverse città e i diversi Paesi può essere un motore di crescita economica, dal momento che persone e merci possono giungere a destinazione in modo efficiente, riducendo i costi a carico di viaggiatori e imprese. In una fase di debole crescita economica nei mercati sviluppati come in quelli emergenti, l'introduzione di modifiche ai trasporti potrebbe generare un forte impatto positivo su molteplici fronti.

**450.000**
**MORTI PREMATURE NELL'UE A CAUSA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

I progressi nella tecnologia stradale stanno fornendo nuove opportunità non solo per far fronte ad alcune problematiche in essere, ma anche per migliorare l'efficienza stradale al fine di stimolare la produttività e la crescita economica. Il prossimo capitolo esamina in profondità alcune delle più innovative tecnologie stradali.

[9] ibtta.org/sites/default/files/documents/MAF/Costs-of-Congestion-INRIX-Cebr-Report%20(3).pdf
[10] TomTom defines extra travel time as the additional time spent on the road during peak hours compared with one hour of driving during free-flow conditions, multiplied by 230 working days per year.
[11] ibtta.org/sites/default/files/documents/MAF/Costs-of-Congestion-INRIX-Cebr-Report%20(3).pdf
[12] www.civitas.eu/sites/default/files/Results%20and%20Publications/civ_pol-not6_its_web.pdf; inrix.com/wp-content/uploads/2015/08/Whitepaper_Cebr-Cost-of-Congestion.pdf
[13] www.chinadaily.com.cn/china/2014-09/29/content_18679171.htm; qz.com/280082/the-true-cost-of-bangalores-traffic-gridlock-to-indias-it-industry-is-staggering/
[14] www3.weforum.org/docs/WEF_Connected_World_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction_2014.pdf
[15] www.oecd.org/derec/adb/47170274.pdf
[16] edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf
[17] ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en
[18] b8f65cb373b1b7b15feb-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/000/622/original/cement-report-exec-summary-2016.pdf
[19] www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/
[20] ibtta.org/sites/default/files/The%20Public%20Health%20Costs%20of%20Traffic%20Congestion.pdf
[21] ibtta.org/sites/default/files/The%20Public%20Health%20Costs%20of%20Traffic%20Congestion.pdf
[22] www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2013/10/outdoor-air-pollution-a-leading-environmental-cause-of-cancer-deaths
[23] www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf
[24] EEA, Air quality in Europe — 2016 report
[25] www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf?ua=1
[26] www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/
[27] www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15irtadannualreport_0.pdf

# CAPITOLO 2

## Progressi tecnologici per contrastare l'aumento del traffico

> "Siamo all'inizio di una trasformazione sostanziale nel nostro sistema di trasporti. Sappiamo che stiamo andando verso un mondo di auto a guida autonoma o volanti e di droni. Ma la realtà ci pone di fronte a questa domanda: che cosa intendiamo fare oggi per colmare questa distanza?"
>
> **DI-ANN EISNOR, RESPONSABILE DELLA CRESCITA, WAZE**

Nell'affrontare le sfide fondamentali del traffico in aumento, gli sviluppi del settore *automotive* sono ben più avanti di quelli delle infrastrutture stradali. "Il trasporto su strada è molto indietro rispetto ad altre modalità di trasporto in termini di pensiero sistemico (*system thinking*)" spiega Steven Shladover, responsabile dei programmi all'Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley. "In parte ciò dipende dal fatto che i veicoli sono al centro dell'interesse del settore privato, mentre sulle infrastrutture stradali si focalizza il settore pubblico". Società private come Tesla e Google hanno fondi relativamente importanti per le attività di ricerca e sviluppo e sono incentivate ad agire in fretta quando i vantaggi di accaparrarsi un mercato risultano essere sostanziali.
Per di più, questi sviluppi stanno avvenendo in un contesto di rapidi progressi tecnologici in altre modalità di trasporto, come l'*hyperloop*, un sistema di trasporto passeggeri e merci che spingerebbe una capsula attraverso un tubo quasi a vuoto a velocità superiore a quella di un aereo. Il settore pubblico, di contro, deve confrontarsi con la potenziale opposizione pubblica, con processi decisionali frammentati e con costi potenziali elevati in caso di fallimento, dato che sulle decisioni infrastrutturali è difficile tornare indietro.

Per le infrastrutture stradali, le opportunità di affrontare le sfide poste dal traffico in aumento si presentano su due fronti. Il primo è quello delle infrastrutture intelligenti, che faciliteranno l'introduzione e la diffusione dei veicoli a guida autonoma, permetteranno una gestione del traffico e delle infrastrutture più proattiva e trasformeranno il modo in cui le persone pensano alla mobilità. Il secondo è quello delle *surface technologies*, in cui lo *smart engineering* sta contribuendo a trasformare le infrastrutture passive in risorse dinamiche con sviluppi come la ricarica induttiva e le "strade solari". Tali opportunità sono approfondite in questo capitolo.

## 1. INFRASTRUTTURE INTELLIGENTI

### GUIDA LA MIA AUTO

**Il futuro dei veicoli è l'autonomia, che però si basa sull'evoluzione delle infrastrutture stradali.**

I veicoli a guida autonoma sono stati progettati con l'intento di eliminare l'errore umano nella guida. Ci si aspetta che questo riduca il numero degli incidenti stradali, che sono per la maggior parte attribuibili proprio a errori dei conducenti. Al di là dei comportamenti rischiosi, come bere prima di mettersi alla guida o non indossare le cinture di sicurezza, "il 70% degli incidenti e delle lesioni è dovuto a errori umani involontari", spiega José Viegas, segretario-generale del Forum Internazionale dei Trasporti dell'OCSE. "Il punto è che non siamo costantemente impeccabili: commettiamo errori".

Per ogni persona uccisa in un incidente stradale negli Stati Uniti, otto sono ricoverate e 100 sono trattate in centri di pronto soccorso, per un costo totale di oltre 212 miliardi di dollari USA nel 2012.[28]. Uno





studio condotto dal McKinsey Global Institute stima che l'utilizzo di veicoli a guida autonoma potrebbe ridurre gli incidenti del 90%, il che nel 2012 avrebbe potuto tradursi in un risparmio di 190 miliardi di dollari USA. "L'opportunità di ridurre il tasso totale netto di infortuni è enorme" secondo James Anderson, direttore dell'Institute for Civil Justice di RAND Justice, Infrastructure and Environment Unit della RAND Corporation. Al contempo, in Australia, uno studio condotto dalla FIA Foundation, una *think tank* sulla sicurezza stradale, ha esaminato più di 51.879 richieste di risarcimento assicurativo presentate in seguito a incidente stradale alla Traffic Accident Commission (Commissione incidenti stradali) dello Stato di Victoria tra il 2006 e il 2010. Ne è risultato un costo medio nel ciclo di vita per ogni incidente, da quelli minori a quelli mortali, pari a 68.734 dollari australiani (52.000 dollari USA).[29]

Infine, l'adozione dei veicoli a guida autonoma sarà determinata dal grado di *evoluzione* di infrastrutture stradali più ampie. "Il veicolo automatizzato non può funzionare se non è presente un'infrastruttura *smart*", spiega José Papi, Presidente di Smart Transportation Alliance, una piattaforma collaborativa globale no-profit per l'innovazione delle infrastrutture dei trasporti. Per essere completamente autonomo, un veicolo deve essere consapevole degli elementi circostanti: sia quelli statici, come le strade e i pali del telefono, sia quelli dinamici, come gli altri veicoli. Ciò richiede molteplici tipi di tecnologia che, nonostante i progressi, non hanno ancora raggiunto il necessario grado di maturità.

I veicoli a guida autonoma impiegano molti tipi di sensori, ossia videocamere, rilevatori a ultrasuoni, radar e LiDAR (radar ottici), per provvedere alle informazioni necessarie alla guida senza pilota. La loro capacità di interagire con l'infrastruttura stradale e con gli altri veicoli può essere migliorata con la predisposizione delle infrastrutture adeguate. L'*internet of things* (internet degli oggetti) è al centro di questo processo e richiede infrastrutture di telecomunicazione come le torri mobili, che forniscono connettività internet *wireless* e accesso alla rete mobile. Consideriamo tre esempi attuali e significativi.

- Le automobili autonome Volvo, attualmente utilizzate in un esperimento a Göteborg (Svezia), si basano su collegamenti per le comunicazioni tra il veicolo e la tecnologia *cloud* per accedere a informazioni in tempo reale su percorsi e condizioni del traffico.
- La società di telecomunicazioni Vodafone sta già testando la comunicazione da veicolo a veicolo su una rete di quinta generazione (5G).[30] Le sperimentazioni sono attualmente in corso nel Regno Unito e in Germania.
- AT&T sta lavorando per offrire un servizio di rete *vehicle-to-everything*, che permetterà ai veicoli di comunicare non solo con le altre auto ma anche con l'infrastruttura e i pedoni.

Ben Stanley, responsabile ricerca sull'*automotive* globale presso IBM Global Business Services, è ottimista: "[I veicoli a guida autonoma] decolleranno davvero con l'arrivo del 5G".

Oltre a migliorare la sicurezza delle strade, i veicoli a guida autonoma influenzeranno il futuro dell'ingegneria e del *design* stradali. Gli spazi di parcheggio potranno essere ridotti, perché questi veicoli "necessitano solo di una decina di centimetri di distanza laterale e non della distanza necessaria ad aprire una portiera, dato che il conducente non deve entrare e uscire", spiega Stanley. Allo stesso modo aumenterà anche la capacità stradale grazie a corsie più strette, in considerazione del fatto che le automobili autonome dovrebbero esercitare un migliore controllo della corsia rispetto agli umani. Gli scenari futuri includono corsie di tangenziali, cavalcavia e sottopassaggi riservati ai veicoli a guida autonoma al fine di migliorare i flussi di traffico.

## CAMION A GUIDA AUTONOMA

Tra i vari tipi di veicoli, l'ascesa della tecnologia a guida autonoma sarà presumibilmente trainata dai camion, da cui ci si aspetta un rendimento stabile. I camion senza conducente possono operare per un maggior numero di ore, perché eliminano il bisogno di frequenti pause di riposo e le restrizioni sull'orario lavorativo che si applicano ai conducenti umani. Anche il settore in crescita dell'*e-commerce* si affiderà sempre più a tali camion per completare l'ultimo anello della catena di fornitura: i camion a guida autonoma potrebbero infatti facilitare consegne più frequenti a tutte le ore del giorno, aumentando così la produttività.

Questo potrebbe avere un impatto notevole persino sulle infrastrutture stradali tradizionali. Larry Burns, ex vice presidente ricerca e sviluppo di General Motors, ipotizza: "Oggi dobbiamo progettare autostrade, superstrade e ponti in grado di reggere carichi di oltre 36 tonnellate. Con i camion a guida autonoma, potrebbe non essere necessario tenere in considerazione un peso simile. Il carico massimo potrebbe essere dimezzato, o magari suddiviso in parti ancora più piccole, perché le consegne in giornata e l'*e-commerce* implicheranno spedizioni più piccole e più frequenti".

I camion a guida autonoma hanno il potenziale per contribuire in misura significativa a migliorare l'efficienza della catena di fornitura anche nel trasporto merci su lunga distanza. Prove di "*truck platooning*" (letteralmente, il raggruppamento di camion in plotoni), in cui un convoglio di camion autonomi segue un camion guidato da un conducente umano, sono in corso in Europa e, più di recente, a Singapore. Il ministero dei trasporti e l'autorità portuale di Singapore hanno sottoscritto un accordo con due società di *automotive*, Scania e Toyota Tsusho, per progettare e testare il sistema di *platooning* dei camion a guida autonoma. È stata progettata una superstrada per la corsa di prova di 10 chilometri. Se il *truck platooning* darà risultati positivi, le autorità stradali dovranno considerare i vantaggi di corsie dedicate ai camion nello sviluppo di future infrastrutture. Il sistema di *platooning* prevede la separazione dei diversi camion per permettere agli altri veicoli in transito sulle strade pubbliche di attraversare, altra considerazione fondamentale per le autorità responsabili e i gestori delle strade.

## MAI FERMARSI

**Una gestione dinamica del traffico può agevolare il regolare flusso di volumi di traffico in costante crescita.**

Le informazioni generate dai veicoli connessi e dalle infrastrutture intelligenti offrono alle autorità stradali l'opportunità di migliorare radicalmente la gestione del traffico anticipando la domanda futura. Shladover spiega: "Se tutti i veicoli, o almeno molti di essi, trasmettessero informazioni su dove stanno andando, potrebbero fornire ai sistemi di gestione del traffico una base dati più ricca da utilizzare per rendere il controllo del traffico più efficiente". La gestione attiva del traffico (*active traffic management*, definita anche *smart asset management* nel Regno Unito o *intelligent transport systems*, ITS, negli Stati Uniti) non solo allevia la congestione, dando come risultato tempi di spostamento ridotti, ma può anche contribuire a ridurre l'inquinamento atmosferico prodotto negli ingorghi. Diversi progetti di ITS condotti negli Stati Uniti hanno già dato i loro frutti: la coordinazione della segnaletica è arrivata a ridurre il consumo di carburante del 15% toccando al contempo una riduzione del 19% delle emissioni di gas serra, secondo il Texas Transport Institute.[31]

Questa evoluzione richiede relazioni più strette tra le autorità stradali e gli attori privati, soprattutto in termini di condivisione di dati e analisi. Ad esempio, da sensori posti sui suoi veicoli a guida autonoma Volvo raccoglie dati che vengono poi archiviati nel Volvo Cloud e condivisi con le principali autorità stradali svedesi.[32] Quando sulle strade circolerà un maggior numero di veicoli a guida autonoma, questi genereranno grandi volumi di dati che forniranno una visione in tempo reale delle condizioni stradali. Usando tali informazioni, le autorità stradali potranno gestire e controllare in maniera dinamica i flussi di traffico mediante una combinazione di strategie operative in tempo reale e predittive. Di seguito riportiamo cinque esempi di utilizzo di tecnologie avanzate.

- **Ramp metering**: usa l'intelligenza artificiale (AI) per interpretare i dati sul traffico in tempo reale al fine di controllare il flusso dei veicoli che entrano nelle autostrade o superstrade, aumentando l'efficienza dell'immissione in corsia e riducendo il numero degli incidenti.[33]

- **Monitoraggio della velocità (*speed monitoring*)**: si avvale di tecnologie quali telecamere *smart* per il rilevamento della velocità, per avvisare i conducenti che stanno superando o stanno per superare il limite di velocità.

Telecamere più sofisticate possono anche rilevare la velocità per tipo di veicolo, eventuali sorpassi vietati, guida nella corsia d'emergenza e persino infrazioni legate all'uso della cintura di sicurezza e del telefono cellulare. In aggiunta, l'autorità stradale di Dubai ha sviluppato oltre 500 radar "amici" che servono solo ad avvisare i conducenti senza infliggere alcuna sanzione.[34]

- **Controllo dinamico della corsia (*dynamic lane control*)**: utilizza dati sul traffico sia predittivi che in tempo reale per creare corsie temporanee e persino invertire il senso di marcia per alleviare la congestione nelle ore di punta. È previsto che la sperimentazione ad Auckland, Nuova Zelanda, inizi nel 2017.[35]

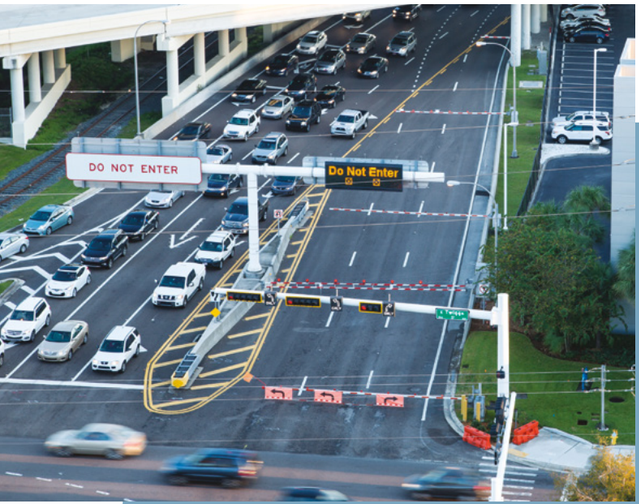
**15%**
RIDUZIONE DEL CONSUMO DI CARBURANTE DOPO L'ADOZIONE DELLE TECNOLOGIE DI COORDINAMENTO DELLA SEGNALETICA
(TEXAS TRANSPORT INSTITUTE)

- **Pedaggio dinamico e *free-flow***: il pedaggio dinamico si regola per l'utilizzo delle strade in tempo reale, in base alla domanda presente e alle previsioni fondate sui dati storici. I sistemi dinamici di calcolo del pedaggio vengono impiegati nelle corsie ad alta densità di occupazione, generalmente addebitando un importo per i conducenti senza passeggeri.[36] Al contempo, il pedaggio a scorrimento libero (*free-flow* od *open-road*) consente alle autorità di riscuotere i pedaggi senza richiedere alle auto di rallentare ai caselli, con una conseguente riduzione di congestione, incidenti ed emissioni di carbonio.[37] Ci sono vari modi per individuare quando determinate auto entrano ed escono dalle strade a pedaggio, ad esempio l'installazione di targhette elettroniche nelle auto e il riconoscimento automatico della targa.

- **Accelerazione delle risposte alle emergenze (*accelerating emergency response*)**: il *software* di analisi video, sviluppato mediante AI, può elaborare le immagini delle videocamere stradali per localizzare rapidamente le collisioni e inviare i servizi di emergenza. L'intervento più rapido di tali servizi si tradurrà in un maggior numero di vite salvate.

- **Informazioni sul traffico in tempo reale (*real-time traffic reporting*)**: usa trasmettitori di comunicazione dedicata a corto raggio (DSRC) per consentire ai veicoli di condividere con altri veicoli e con le unità lungo la strada informazioni in tempo reale su lavori stradali e incidenti. Questo sistema è stato installato a Singapore dalla Land Transport Authority, l'autorità dei trasporti terrestri, nell'ambito della sperimentazione dei veicoli a guida autonoma.[38]

Oltre a favorire la gestione del traffico, le nuove tecnologie possono anche aiutare i governi e i gestori delle strade a fornire servizi vitali e mantenere meglio asset critici. In alcuni Paesi, tra cui gli Stati Uniti e la Corea del Sud, le autorità stradali stanno sperimentando l'uso dei droni per le ispezioni dei ponti, nel tentativo di tagliare i costi e ridurre al minimo i rischi per i dipendenti. Sensori posti in ponti, gallerie e altre infrastrutture forniscono dati sullo stato di queste, dati che a loro volta possono ridurre al minimo i problemi e migliorare l'efficienza degli interventi di riparazione e manutenzione.




**PROGETTO PILOTA:**
**CENTRO DIREZIONALE DI TAMPA**

Lo schema pilota di gestione del traffico dal valore di 22 milioni di dollari USA in corso a Tampa, Florida, sta mettendo in atto un approccio sistemico per migliorare il flusso del traffico, aumentare la sicurezza stradale e ridurre le emissioni prodotte dai veicoli.

Attualmente in fase di progettazione e realizzazione, è uno dei primi progetti in cui un'autorità pubblica monitorerà le interazioni tra diverse applicazioni che condizionano veicoli stradali connessi, pedoni, biciclette e mezzi pubblici.I precedenti progetti consideravano infatti un unico tipo di interazione con applicazioni.
In un miglio quadrato del centro direzionale della città, diverse stazioni monitoreranno e comunicheranno le interazioni pertinenti, come ad esempio l'ingresso in autostrada e l'attraversamento pedonale. In aggiunta, l'autorità dei trasporti di Tampa sta collaborando con Sirius XM, un *provider* di radio satellitare, per giungere alla comprensione di come la radio satellitare possa lavorare con i veicoli connessi.

**Componenti tecnologici:**

- *Upgrading* di 1.600 auto, dieci autobus pubblici e dieci tram con la tecnologia dei veicoli connessi
- 40 unità a bordo strada
- Tecnologia LiDAR per riconoscere i pedoni (dal momento che il GPS degli *smartphone* non è sufficientemente preciso)
- Tecnologia di segnaletica per regolare i tempi dei segnali in base all'attività all'incrocio

**Ci sono sei strategie operative basate sulla tecnologia:**

- Notifiche di contromano, date ai guidatori che stanno per imboccare una rampa di uscita nella direzione sbagliata o che si stanno avvicinando a veicoli contromano, finalizzate all'applicazione della legge.
- Avvisi di decelerazione sulla rampa, identificati con una forte frenata del veicolo, vengono inviati ai veicoli che seguono, con lo scopo di ridurre la velocità al formarsi di code. Questa tecnologia fornisce anche preavvisi di collisione ai veicoli che superano veicoli fermi su una rampa.
- Un sistema di priorità per i mezzi pubblici regola le luci semaforiche in base alle richieste degli autobus in ritardo. I veicoli del trasporto pubblico potrebbero anche includere convogli di veicoli in condivisione (*ride-sharing*) e veicoli a guida autonoma.
- Avvisi di sicurezza relativi ai tram per gli altri veicoli, che permettono/evitano una svolta a destra davanti a un tram in sosta/in marcia. Questi avvisi vengono inoltre inviati ai pedoni mediante un'app per *smartphone*.
- Informazioni in tempo reale per i viaggiatori (tempo mancante per giungere a destinazione e velocità media di percorrenza) fornite a pedoni e veicoli sulla base dell'attività dei veicoli in zona.
- Sistema di avanzamento del traffico che controlla i segnali stradali in base ai tempi di arrivo dei veicoli e non a programmi di tempistiche predefinite.

Mentre il programma di questo progetto pilota sui veicoli connessi prevede di monitorare e registrare gli indicatori chiave in un periodo di 18 mesi a partire dall'aprile 2018, il sistema è stato predisposto per operare in perpetuo.





## *DATA DRIVE*, I DATI AL SERVIZIO DELLA MOBILITÀÉE

**Le nuove modalità di sfruttamento dei dati sul traffico stanno cambiando il modo in cui le autorità stradali approcciano la gestione del traffico.**

Il futuro delle infrastrutture intelligenti non sta nell'aumento del numero di sensori e di telecamere nella rete stradale. Come fa notare Hari Balakrishnan, chief technology officer di Cambridge Mobile Telematics e Professore presso il MIT, è una questione di scala: "In molti posti l'economia non giustifica l'impiego [di sensori e videocamere]". Gli innovatori stanno passando agli *smartphone*. Holly Krambeck, economista senior della Banca Mondiale, spiega: "Utilizzare i cellulari come sensori è un modo molto più conveniente di raccogliere i dati che servono alle città per pianificare i progetti infrastrutturali. Le reti di sensori fisici sono costose non solo da realizzare, ma anche da mantenere. Con i telefoni cellulari raccogliamo i dati più frequentemente in aree più ampie della città, ottenendo così dati di qualità più alta a costi più bassi".

L'enorme diffusione dei telefoni cellulari ha di fatto trasformato i conducenti in strumenti individuali di indagine del traffico. A Boston, un'app chiamata StreetBump, attivata dai conducenti, viene utilizzata per individuare eventuali buche. Se una deformità del fondo stradale è oggetto di tre segnalazioni separate in quattro giorni, viene riportata alle autorità locali, che possono quindi orientare più efficientemente le risorse per la manutenzione.[39] È "una tecnologia relativamente a basso costo e piuttosto facile da replicare da qualsiasi giurisdizione che desideri adottarla", commenta Ken Leonard, direttore dell'Intelligent Transportation Systems Joint Program Office presso la US Federal Highway Administration.

Waze, un'app di navigazione che fornisce agli utenti dati sul traffico in tempo reale mediante *crowdsourcing*, ha iniziato a condividere con i governi dati resi anonimi, ma granulari, per integrare le tradizionali azioni di raccolta dati. "I dati come infrastruttura ('*data as infrastructure*') costituiscono uno degli elementi più importanti che abbiamo in questo momento", spiega Di-Ann Eisnor, responsabile della crescita presso Waze. Attraverso il suo programma Connected Citizens, l'app Waze raccoglie dati dai conducenti per quanto riguarda ingorghi, incidenti e buche. Tali notifiche supportano anche i servizi di soccorso. Eisnor spiega: "Negli Stati Uniti il 70% delle segnalazioni di incidente giunge ai centri di controllo del traffico prima da Waze che dal 911 [il numero di emergenza]. Di conseguenza, con i dati di Waze, i paramedici arrivano sulla scena dell'incidente con quattro o sette minuti di anticipo". È un meccanismo reciproco, in cui le autorità stradali forniscono a Waze informazioni su chiusure della circolazione e incidenti, che a loro volta rientrano tra i fattori della scelta del percorso generata dall'app per i suoi utenti. In tal modo i *big data* supportano un'altra tendenza emergente: la "*mobility as a service*" (si veda la sezione seguente).

Nel frattempo stanno emergendo anche numerosi usi della tecnologia satellitare nella gestione del traffico. Nel 2013 l'UE ha completato un progetto di *proof-of-concept* per un sistema di gestione del traffico basato su satellite chiamato SafeTRIP. Il progetto, che prevedeva l'installazione di un piccolo dispositivo di lettura nelle automobili, ha dimostrato potenziale per molte applicazioni di sicurezza stradale e gestione del traffico, inclusi il monitoraggio delle condizioni stradali e il miglioramento dei tempi di risposta alle emergenze.[40] A Singapore è attualmente in fase di sviluppo un sistema di gestione del traffico basato su satellite, la cui implementazione è prevista per il 2020.[41]

## *MOBILITY AS A SERVICE*, LA MOBILITÀ COME SERVIZIO

**L'integrazione di varie modalità di trasporto in un unico servizio di mobilità, accessibile su richiesta, è nota come *mobility as a service* (MaaS).**

I *big data* generati da infrastrutture intelligenti, veicoli connessi e *smartphone*, unitamente alla gamma di opzioni del trasporto pubblico e privato, stanno portando all'emergere di un nuovo paradigma utente-centrico del trasporto, definito *mobility as a service* (MaaS). La MaaS prevede un'unica piattaforma digitale che integra servizi di pianificazione del viaggio *end-to-end*, prenotazione, acquisto di biglietti online e pagamento in tutte le modalità di trasporto, sia pubbliche che private. Le piattaforme di questo tipo combinano i dati in tempo reale sui trasporti con le preferenze degli utenti per quanto riguarda velocità, comodità e convenienza, permettendo alle persone di seguire il percorso più veloce o più economico per giungere a destinazione utilizzando la combinazione di mezzi ottimale. Questo approccio è particolarmente allettante per i pianificatori degli spostamenti urbani in vista della situazione attesa per il 2050, quando, secondo le previsioni, due terzi della popolazione mondiale vivrà nelle città.[42] Grazie a un legame più stretto dell'offerta alla domanda, la MaaS ha il potenziale per far spostare più persone e merci in modi più veloci, puliti ed economici rispetto alle opzioni attuali.

Un esempio di MaaS è l'app Whim, sviluppata dalla *start-up* finlandese MaaS Global, che indica ai viaggiatori il percorso ottimale dal punto esatto di partenza al punto esatto di

arrivo avvalendosi di una combinazione di modalità di trasporto pubbliche e private. Tale sistema differisce da servizi esistenti, come ad esempio la Oyster card disponibile a Londra, che consente ai viaggiatori di utilizzare un'unica tessera per accedere a più modalità del solo trasporto pubblico. "Lo definiamo servizio 'integrato', ma è tutto tranne che integrato per gli spostamenti *end-to-end*", dice Tim Gammons, global smart mobility leader di Arup, una società di ingegneria. Con i servizi offerti da Whim, invece, "non devi più preoccuparti di come la tariffa sia suddivisa tra i vari operatori, è tutto automatico. Ti basta solamente dire che viaggio desideri fare". Nell'indicare il percorso più veloce per giungere a destinazione, l'app può selezionare una combinazione di tratti ciclabili, bus, treni o servizi di *car-sharing* privati, offrendo la possibilità di pagare tutto il viaggio con un'unica transazione.

**90%**
RIDUZIONE ATTESA DEGLI INCIDENTI STRADALI CON L'UTILIZZO DEI VEICOLI A GUIDA AUTONOMA

La MaaS è strettamente connessa alla crescita della *sharing economy*. Dalle società di *ride-sharing*, tra cui Uberpool e Via, ai sistemi *peer-to-peer* quali Getaround, CarUnity e BlaBlaCar, stanno rapidamente emergendo nuovi servizi che attraggono naturalmente i giovani residenti delle città. L'app di navigazione Waze sta anche sperimentando un servizio di *car pooling*. "Se stai già andando in auto da qualche parte e sei nella *community* di Waze, che ne dici di dare un passaggio a un altro membro e risparmiare tempo e denaro?", chiede Eisnor. "Se riuscissimo a far davvero entrare la gente nella mentalità del *car pooling*, il risultato sarebbe quello di togliere letteralmente veicoli dalla strada e porre fine al traffico!".

Gli esperti ritengono che, se utilizzati su larga scala, tali servizi condivisi hanno il potenziale per migliorare in misura significativa l'efficienza del settore dei trasporti, riducendo la congestione del traffico e i problemi connessi. Uno studio di un caso della capitale portoghese, Lisbona, presentato dall'OCSE illustra che, se si utilizzassero autobus e auto condivise a guida autonoma al posto dei veicoli personali, si avrebbe una riduzione delle emissioni di ben un terzo e un taglio dello spazio di parcheggio del 97%.[43] Greg Archer, responsabile veicoli puliti presso la Transport & Environment, stima inoltre che in una *sharing economy* potrebbe bastare appena il 10% dell'attuale numero di veicoli.

Sebbene la MaaS sia ancora a uno stadio di sviluppo assolutamente iniziale, progetti pilota sono in corso in tutto il mondo, ad esempio a Helsinki, Parigi, Eindhoven, Göteborg, Montpellier, Vienna, Las Vegas, Denver, Singapore e Barcellona, e stanno ponendo le basi per un'adozione di massa. Tuttavia, trarre i massimi benefici dalla MaaS non sarà un'impresa da poco. Richiederà la disponibilità degli operatori del pubblico e del privato a condividere dati e informazioni in tempo reale, con anche l'importante requisito dell'integrazione dei sistemi operativi, di prenotazione e di pagamento dei fornitori dei trasporti.

### Un grande potere comporta una grande responsabilità

È in corso un dibattito critico sulla proprietà e sulla sicurezza delle grandi quantità di dati raccolti e generati dai sistemi di trasporto intelligenti, inclusi *smartphone* e veicoli. Dal punto di vista della sicurezza dei dati, spiega Gammons, "desta preoccupazioni la questione di chi sia in primo luogo il proprietario dei dati. È il proprietario dell'auto? È il viaggiatore? È il gestore, o è l'autorità dei trasporti?" I dipartimenti governativi degli Stati Uniti stanno sollecitando i produttori a condividere informazioni su come i dati vengono raccolti e resi disponibili dai veicoli.[44]

La connettività potenziata può anche esporre i veicoli a maggiori rischi legati alla cibersicurezza, permettendo potenzialmente agli *hacker* di controllare funzioni fondamentali come la sterzata e la frenata. Alcune aziende, tra cui Google, hanno iniziato a limitare la connettività dei sistemi delle automobili connesse, mentre altre case automobilistiche, spiega Stanley, stanno "coinvolgendo nel *business* professionisti che non necessariamente conoscono l'*automotive*, ma che sono esperti in sicurezza e pirateria informatica, perché devono assolutamente proteggere le loro auto".[45] Un'altra fonte di preoccupazione sono i possibili malfunzionamenti del *software* da cui dipendono tali sistemi. Eventuali errori di un algoritmo possono determinare la selezione di percorsi non ottimali o l'indicazione di una svolta sbagliata. "Il livello di responsabilità che deriva dall'affidarsi in misura sempre maggiore a questi algoritmi ci renderà tutti più affidabili", dice Eisnor. L'impatto dei *big data* sul trasporto ha appena cominciato a farsi sentire, e, dal momento che la tecnologia avanza a ritmo rapido, risolvere queste questioni sta diventando una considerazione chiave per le autorità governative e i responsabili delle politiche, come illustrato più dettagliatamente nel prossimo capitolo.

## 2. SMART SURFACE TECHNOLOGIES

Le strade occupano vaste aree di superficie, nelle città e su tutto il territorio dei vari Paesi, e finora si è investito su di esse considerandole un bene essenziale ma passivo. Tuttavia, i governi e gli operatori stradali privati hanno ora iniziato a trasformare il valore di questi beni sperimentando infrastrutture che generano elettricità, nel tentativo di ridurre i costi dell'infrastruttura energetica, liberare risorse per altri usi, accelerare l'ascesa dei veicoli elettrici e ridurre le emissioni.





### RICARICA E VIA

I produttori di automobili stanno gradualmente abbandonando il tradizionale motore a combustione interna per passare a sistemi a propulsione elettrica, inclusi i veicoli completamente elettrici e quelli ibridi. Sotto la spinta delle pressioni della normativa e, fino a tempi recenti, del prezzo dell'energia, le vendite di auto ibride sono aumentate di sei volte negli Stati Uniti dal 2004 e, nello stesso periodo, di cinque volte in Germania e di otto nel Regno Unito. In Norvegia i veicoli elettrici costituiscono circa un quarto delle vendite di auto nuove.[46] In tutta Europa le vendite di veicoli elettrici sono raddoppiate nel 2015 rispetto all'anno precedente, trasformando la regione nel secondo mercato dei veicoli elettrici a livello globale dopo la Cina.[47] Se questi numeri rappresentano una crescita dalla base, tale tendenza continuerà presumibilmente con l'intervento di produttori e governi verso alcune delle sfide associate ai veicoli elettrici. Gli elevati costi iniziali potranno calare con la diminuzione del prezzo delle batterie agli ioni di litio, ma l'"ansia della durata" – la preoccupazione dei conducenti che la batteria di un'auto elettrica possa esaurirsi prima di trovare una stazione di ricarica – persiste, nonostante il miglioramento della capacità di ricarica.

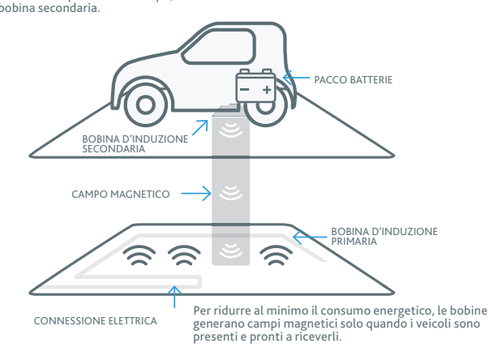
Dal momento che l'attuale capacità di caricamento è sufficiente solo per guidare all'interno di una città, è essenziale espandere la rete delle stazioni di ricarica lungo le autostrade e superstrade che collegano le città tra loro. Se si affronta questo problema, McKinsey, una società di consulenza gestionale, stima che la percentuale di veicoli elettrici sulle vendite totali di nuovi veicoli potrebbe raggiungere il 50% nel giro dei prossimi uno o due decenni.[48]

Un modo per aumentare la capacità di ricarica sta nel costruire infrastrutture di ricarica induttiva integrate nelle strade. Una bobina conduttiva primaria è interrata nel fondo stradale e alimentata per creare un campo magnetico. Questo induce una corrente in un veicolo vicino che contiene una bobina secondaria, con il risultato di ricaricare il veicolo. La ricarica induttiva a veicolo fermo è oggetto di test in diverse città, tra cui Genova e Torino in Italia e Milton Keynes nel Regno Unito, dove bus elettrici vengono alimentati da carica induttiva al termine delle rispettive corse.[49]

Ora, però, sono in corso sperimentazioni su corsie di ricarica che permettono ai veicoli di ricaricarsi durante la corsa passando su una bobina di trasmissione induttiva installata per la lunghezza di questa speciale corsia stradale. Il progetto FABRIC – finanziato dall'UE e forte di un consorzio di 25 partner, tra cui Volvo e Scania – è un'analisi di fattibilità delle tecnologie di ricarica su strada (*on-road*) in siti di prova in Francia, Svezia e Italia.[50] Per consentire un livello più approfondito di analisi, sono state introdotte lievi variazioni in ciascun sito, come i vani cementizi per ospitare i caricabatterie a induzione dotati di coperture rimovibili su misura nel sito francese, e i caricabatterie a induzione integrati nella pavimentazione stradale in Italia. I risultati degli studi di fattibilità sono attesi per la fine del 2017.[51] Nella Corea del Sud, il Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) ha installato la tecnologia in due bus e lungo le tratte da essi coperte, cosicché i mezzi possano ricaricarsi durante le corse. Highways England, l'ente governativo inglese responsabile della gestione delle strade principali del Paese, sta attualmente pianificando sperimentazioni fuori strada per corsie di ricarica elettrica.

### Figura 5: Corsia di ricarica induttiva

Le bobine inserite nella sede stradale generano campi magnetici; quando un veicolo elettrico passa su un campo, viene indotta una corrente elettrica nella sua bobina secondaria.




Le corsie di ricarica elettrica presentano due principali questioni da risolvere. La prima è di natura tecnica. L'efficienza del trasferimento cala drasticamente – anche dell'80% – quando le bobine sono mal allineate.[52] La seconda sfida è costituita dal fatto che i prezzi restano molto alti (sono attualmente stimati intorno alla cifra di 1,6 milioni di sterline britanniche, equivalenti a 2,1 milioni di dollari USA[53], per chilometro)[54], nonostante si preveda una diminuzione con il maturare della tecnologia. Per far fronte al problema tecnico, in varie parti del mondo sono in corso test che stanno sperimentando tecniche per ridurre al minimo il disallineamento tra le bobine. Il problema del costo elevato è attribuibile al fatto che queste tecnologie sono ancora sul nascere. Con una maggiore diffusione dei veicoli elettrici e le risultanti economie di scala si prevede una diminuzione dei costi infrastrutturali nel medio e lungo termine, come è successo con i distributori di benzina per le auto tradizionali.

## SFRUTTARE L'ENERGIA PRODOTTA DA BENI PASSIVI

I governi hanno iniziato a condurre sperimentazioni con infrastrutture che generano energia in due modi. La prima opzione è meccanica, e consiste nella produzione di energia dal traffico stesso mediante la tecnologia piezoelettrica. Tale tecnologia utilizza particolari tipi di cristalli e ceramiche in grado di generare elettricità in risposta allo stress meccanico cui sono sottoposti. Installati sulle superfici stradali, questi possono produrre elettricità quando un veicolo transita sulla strada. Il governo israeliano è stato tra i primi a sperimentare tale tecnologia. Sono stati spesi 650.000 dollari USA per realizzare una strada di un chilometro con una capacità di generare energia pari a 100 kW[55], ma il programma è stato giudicato fallimentare con il diffondersi della notizia che la società che portava avanti i lavori era in corso di liquidazione.[55],[57] A oggi, le tecnologie più avanzate hanno rendimenti elettrici di appena il 20-30%, che scendono addirittura al 10% in alcuni dispositivi a basso costo.[58] Si tratta di una tecnologia promettente per le aree urbane con traffico intenso, dove è più probabile che l'energia venga prodotta in maniera continuata e possa essere impiegata efficacemente.

Una seconda opzione per lo sfruttamento dell'energia stradale consiste nelle tecnologie delle strade solari. Nel dicembre 2016 a Tourouvre-au-Perche, in Normandia (Francia), è stata aperta la prima strada a pannelli solari. Questa strada lunga un chilometro è costata al governo francese 5 milioni di euro (5,5 milioni di dollari USA) ed è stata realizzata per alimentare l'illuminazione stradale della località. Nel frattempo, nei Paesi Bassi, una pista ciclabile di appena 70 metri è stata dotata di pannelli solari nell'ambito di un progetto pilota.

Questa tecnologia consiste in pannelli solari rivestiti da piccole particelle di vetro che li rendono antislittamento, in modo che pedoni e veicoli possano passarvi sopra. Va però detto che i pannelli solari funzionano meglio se posti in posizione angolata e che la resina applicata riduce l'assorbimento della luce, con la conseguenza che tali pannelli generano circa il 30% in meno rispetto al rendimento massimo ottenibile con pannelli solari identici non rivestiti e posizionati con un'orientazione e un'angolazione ideali, secondo Sten de Wit, portavoce di SolaRoad. C'è ancora molta strada da fare prima che questa tecnologia possa essere pienamente sfruttata. Il sistema ha bisogno di maturare e occorre lavorare per garantire che i pannelli siano vantaggiosi in termini di costo.

Le strade a pannelli solari potrebbero essere più adatte a tratti più lunghi tra città e città, dove vi è meno concentrazione di traffico a bloccare la luce del sole. A proposito del progetto in Normandia, non mancano gli scettici, che sottolineano come la regione possa contare solo su 44 giorni di luce solare intensa all'anno e che la strada produrrà pertanto solo una quantità ridotta di energia. Sull'utilità della strada il dibattito resta aperto. De Wit replica con questa argomentazione: "L'idea di installare pannelli solari nelle strade non è volta a ottimizzare la resa energetica dei singoli pannelli, ma ad aggiungere la funzionalità di accumulo di energia rinnovabile a una rete stradale che costruiamo, ammoderniamo e utilizziamo comunque, in un *business case* positivo".

Un altro modo per integrare le infrastrutture stradali esistenti per contribuire alla produzione di energia è mediante turbine eoliche. Diversi produttori offrono turbine eoliche ad asse verticale, che si possono installare sui lampioni o sui pali per alimentare l'illuminazione della strada o della segnaletica. C'è interesse a implementare queste turbine su una scala più ampia lungo le grandi strade a scorrimento veloce per catturare sia il vento naturale che il flusso d'aria aggiuntivo creato dai veicoli. Nel 2016 l'ambasciatrice nel Regno Unito del *business* delle basse emissioni di carbonio, la baronessa Brown, ex ingegnere, ha invitato alla costruzione di turbine eoliche lungo le strade, che, citando le sue parole, "sembrano essere la posizione ideale".[59]

Tuttavia, uno studio del 2015 che ha valutato la fattibilità dell'implementazione su larga scala delle turbine eoliche verticali lungo una strada di collegamento rapido nei Paesi Bassi ha riscontrato che, sebbene un simile progetto sia tecnicamente realizzabile, i costi ad oggi sarebbero "eccessivi".[60]





## VERSO SUPERFICI STRADALI CON IMPRONTA DI CARBONIO NEGATIVA

Facendo abbondante uso di calcestruzzo, la costruzione delle strade ha una pesante impronta di carbonio. Le più importanti università e imprese stanno lavorando sodo per riprogettare il calcestruzzo e renderlo più sostenibile. Regolando la percentuale degli ingredienti, i ricercatori del MIT hanno creato campioni di cemento due volte più forti rispetto al materiale standard, che potranno consentire agli ingegneri di usare meno cemento. Lo scopo è ridurre le emissioni di anidride carbonica ($CO_2$) del 60%.[61] Stando a quanto riportato, Richard Riman della Rutgers University avrebbe prodotto un cemento che utilizza meno calcare rispetto alle tecnologie convenzionali e assorbe la $CO_2$ man mano che si essicca e si solidifica.[62] Nel 2016 il consorzio del progetto LEILAC (Low Emissions Intensity Lime and Cement) ha avviato una sperimentazione incentrata sulla cattura e sullo stoccaggio del carbonio.[63]

I ricercatori del MIT hanno inoltre scoperto che il peso delle automobili intacca le superfici stradali, aumentando la resistenza e facendo quindi lievitare il consumo di carburante dell'1-3%. Per aumentare la resistenza e la durata del calcestruzzo, i ricercatori stanno traendo ispirazione dalla struttura e dalle proprietà di materiali naturali eccezionalmente robusti quali ossa, conchiglie e spugne di profondità.[64]

Si dice che il microbiologo Hendrik Jonker abbia inventato un calcestruzzo in grado di auto-ripararsi mescolandolo con batteri produttori di calcare in grado di sopravvivere fino a 200 anni senza ossigeno né cibo. All'insorgere di crepe, i batteri si alimentano di acqua e producono calcare, che sigilla efficacemente le fessure, estendendo così la durata delle strade.[65]

La capacità dei progetti di costruzione delle strade di incorporare nuovi materiali come questi sarà supportata da innovazioni digitali come il BIM (*building information modelling*) e la simulazione virtuale delle costruzioni (*virtual construction simulation*), che permette agli architetti di valutare l'impatto strutturale e ambientale che i materiali alternativi avranno nel corso dell'intera durata del progetto.[66]

---

Prese insieme, queste tendenze tecnologiche indicano soluzioni che possono rispondere alle sfide generate dalla crescita del traffico, alleviando la congestione, riducendo le emissioni di carbonio e l'inquinamento atmosferico e migliorando la sicurezza delle strade. Le infrastrutture intelligenti e le tecnologie delle superfici *smart* faciliteranno l'emergere e il diffondersi dei veicoli a guida autonoma e dei veicoli elettrici. Pare improbabile che l'interesse del settore privato verso la tecnologia per l'*automotive* scemi a breve, pertanto i ritardi da parte dei governi nel prendere decisioni limiteranno le possibilità invece di rafforzarle. Non agire sarebbe un errore.

A seguire, l'Economist Intelligence Unit presenterà due scenari raffiguranti le direzioni notevolmente diverse che il mondo potrebbe prendere a seconda del livello di adozione di queste nuove tecnologie stradali. Il primo scenario mostra come apparirebbe il mondo se si adottassero innovazioni nelle tecnologie stradali per mitigare le sfide poste dal traffico in aumento, mentre il secondo descrive un mondo che è stato incapace di agire.

---

[28] www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world
[29] www.fiafoundation.org/media/404819/investing-to-save-lives-lr-pages.pdf
[30] www.vodafone.com/content/index/what/technology-blog/emergency-braking.html#
[31] tti.tamu.edu/documents/0-1790-S.pdf
[32] www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/07/18/how-the-connected-car-is-forcing-volvo-to-rethink-its-data-strategy/2/#352d4a5d52a1
[33] ieeecss.org/sites/ieeecss.org/files/documents/IoCT-Part4-13VehicleToVehicle-HR.pdf
[34] whatson.ae/dubai/2017/01/flash-no-fine-friendliest-speed-cameras-ever/
[35] at.govt.nz/projects-roadworks/whangaparaoa-road-dynamic-lane-control-trial/
[36] www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/interurban-mobility/road-solutions/toll-systems-for-highways/dynamic-toll-calculation/pages/dynamic-toll-calculation.aspx
[37] www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=e6dc5dff-8892-4f7f-9a3e-c89d29c0642c
[38] http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364710001618
[39] www.streetbump.org/about
[40] ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/satellite-applications-emergency-handling-traffic-alerts-road-safety-and-incident-prevention
[41] www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=0bd76988-3c70-4b1f-9b68-65bb7fb47d56
[42] www.economist.com/news/international/21707952-combining-old-and-new-ways-getting-around-will-transform-transportand-cities-too-it
[43] www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf
[44] www.nytimes.com/2016/09/20/technology/self-driving-cars-guidelines.html
[45] www.ft.com/content/0284ae3c-60cd-11e6-b38c-7b39cbb1138a; www.ft.com/content/8eff8fbe-d6f0-11e6-944b-e7eb37a6aa8e
[46] cleantechnica.com/2016/08/19/electric-car-sales-33-car-sales-norway-1st-half-2016/
[47] www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/TE%20EV%20Report%202016%20FINAL.pdf
[48] www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability%20and%20Resource%20Productivity/Our%20Insights/An%20integrated%20perspective%20on%20the%20future%20of%20mobility/An-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility-article.ashx
[49] spectrum.ieee.org/tech-talk/transportation/infrastructure/another-transit-system-tests-inductivecharging-buses
[50] www.fabric-project.eu/images/Deliverables/FABRIC_D13.2_V1_FABRIC_project_leaflets_PUBLIC.pdf
[51] www.fabric-project.eu/images/Presentations/FABRIC_Amditis.pdf
[52] s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44949278/How_driver_behaviour_and_parking_alignme20160421-3776-n2m8hd.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1482361694&Signature=esssPUetgtFOxRl79ELEyd3tl5s%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHow_driver_behaviour_and_parking_alignme.pdf
[53] A un tasso di cambio GBP/USD di 1,2829 al 25 aprile 2017
[54] assets.highways.gov.uk/specialist-information/knowledge-compendium/2014-2015/Feasibility+study+Powering+electric+vehicles+on+Englands+major+roads.pdf
[55] www.energy.ca.gov/2013publications/CEC-500-2013-007/CEC-500-2013-007.pdf
[56] www.iroads.co.il/sites/default/files/mtsgt_1_innowattech_presentation_-lucy_edery-azulay.pdf
[57] www.latimes.com/business/la-fi-tn-traffic-electricity-20160926-snap-story.html
[58] www.energy.ca.gov/2013publications/CEC-500-2013-007/CEC-500-2013-007.pdf
[59] www.independent.co.uk/environment/baroness-brown-line-our-motorways-with-wind-turbines-says-government-s-adviser-on-green-energy-a6828436.html
[60] repository.tudelft.nl/islandora/search/author%3A%22De%255C%2BJong%252C%255C%2BB.C.P.M.%22?collection=education
[61] www.citylab.com/design/2015/05/how-slightly-better-concrete-could-save-the-planet/392996/?utm_source=nl_daily_link1_051215
[62] news.rutgers.edu/news/rutgers-develops-eco-friendly-concrete/20170212#.WMEix2_yiUk
[63] www.carbontrust.com/news/2016/10/innovative-project-slash-co2-emissions-cement-lime-sectors-feed-phase/
[64] news.mit.edu/2016/finding-new-formula-for-concrete-0526
[65] Self-healing concrete: Dr Henk Jonkers, Delft University of Technology, Netherlands. 2015
[66] www.thenbs.com/knowledge/bim-and-its-potential-to-support-sustainable-building

# SCENARIO PROATTIVO

Nel 2030 le strade del mondo sono più intelligenti, pulite, sicure ed efficienti e il trasporto su strada è proclamato un modello per il pensiero sistemico. La condivisione intersettoriale dei dati sul traffico sta aumentando i tassi di produttività, il numero dei punti di ricarica a bordo strada ora supera per 2 a 1 quello dei distributori di benzina, la connettività *wireless* onnipresente sta accelerando l'ascesa dei veicoli a guida autonoma, mentre le soluzioni energetiche innovative come le strade piezoelettriche trasformano le infrastrutture dei trasporti in fattori che contribuiscono agli obiettivi globali di sostenibilità.

**L'infrastruttura stradale si fa sempre più intelligente**

- Lo scambio di dati tra strade, veicoli e utenti aumenta i tassi di produttività eliminando milioni di ore di "tempi morti" che prima venivano sprecati nel traffico.
- Le tecnologie ISA (*Intelligent Speed Assistance*, sistema di adattamento automatico della velocità) diventano sempre più sofisticate. Queste combinano telecamere esterne per il riconoscimento dei segnali di limite di velocità con dati GPS per gestire automaticamente la velocità dei veicoli ed eliminare il fattore umano.
- Le aziende di segnaletica stradale e i produttori di veicoli sviluppano segnali dinamici che forniscono informazioni in tempo reale sulle condizioni delle strade
- Gli *smartphone* forniscono un *feedback* critico sulla qualità delle strade, permettendo alle autorità stradali di eseguire interventi di manutenzione mirati.

**I veicoli elettrici si impongono come tendenza dominante nei Paesi ricchi**

- I veicoli elettrici sono economicamente competitivi con i rivali a benzina, grazie alle batterie di maggiore durata che utilizzano grafene[67], alla diminuzione dei costi[68] e agli investimenti governativi in infrastrutture di ricarica.
- Il numero dei punti di ricarica a bordo strada ora supera per 2 a 1 quello dei distributori di benzina.
- Le corsie di ricarica *wireless* permettono alle autorità dei trasporti di aumentare il numero di veicoli ibridi ed elettrici. Con ambiziose strategie, otto Paesi – Canada, Cina, Francia, Giappone, Norvegia, Svezia, Regno Unito e USA – aumentano sostanzialmente la quota di elementi elettrici nel loro parco veicoli statale.[69]
- Convogli di camion a guida autonoma completamente elettrici con il sistema del *platooning* sono ampiamente utilizzati nel trasporto merci su lunga distanza, con conseguente miglioramento dell'efficienza della catena di fornitura e riduzione dell'impatto ambientale di un settore che in precedenza era responsabile di emissioni elevate.
- Negli Stati Uniti, le emissioni dei trasporti calano da 1,79 miliardi di tonnellate di anidride carbonica ($CO_2$) equivalente nel 2014 a 1,25 miliardi di tonnellate entro il[70], e l'UE sorpassa l'obiettivo di un taglio del 47% sulle emissioni legate all'uso di combustibile, con una riduzione che tocca il 52%.

**Automobili a guida autonoma su strade più intelligenti e più sicure**

- I veicoli a guida autonoma rappresentano il 40% delle automobili in strada nelle economie avanzate, grazie alla connettività *wireless* onnipresente con le reti mobili 5G e 6G.
- Singapore e gli Emirati Arabi Uniti mettono in atto forti politiche di riforma, lanciando i veicoli a guida autonoma nei propri sistemi di trasporto pubblico. Gli Emirati Arabi Uniti, che prima contavano un alto tasso di incidenti stradali dovuti a guida imprudente, raggiungono l'ambizioso obiettivo dell'uso di auto elettriche da parte di un residente su quattro entro il 2030.[71]
- Grazie anche alla migliorata sicurezza dei veicoli a guida autonoma, il numero globale di decessi per incidente stradale scende a 800.000 all'anno, dagli 1,25 milioni del 2015.[72]
- Nike lancia le scarpe con un "*chip* pedonale", che comunica con i veicoli connessi per bloccare le auto quando un pedone viene rilevato nel raggio di un metro dal veicolo.

**Le strade si trasformano in fonti di energia**

- Soluzioni energetiche innovative, come le strade piezoelettriche e i pannelli solari integrati nelle strade, trasformano le infrastrutture stradali da fonte di inquinamento e pericolo in un elemento che contribuisce positivamente agli obiettivi globali di sostenibilità.
- I pannelli solari sono installati in molte strade principali e secondarie in luoghi assolati, tra cui California, Florida e Texas negli Stati Uniti, e poi Australia, Emirati Arabi Uniti e Arabia Saudita. L'industria cinese dei pannelli solari – che nel 2030 domina a livello mondiale – trae vantaggio per lo sfruttamento di energia anche dai tetti dei parcheggi.
- Le strade piezoelettriche, che ricavano energia dallo stress meccanico esercitato dai veicoli, progrediscono affermandosi come innovazione energetica in Francia[73], in Israele, nei Paesi del Golfo e nei Paesi Bassi.

[67] www.economist.com/blogs/economist-explains/2015/06/economist-explains-7
[68] www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-11/battery-cost-plunge-seen-changing-automakers-most-in-100-years
[69] www.iea.org/media/topics/transport/EVI_Government_Fleet_Declaration.pdf
[70] www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions
[71] www.2025ad.com/in-the-news/news/arab-emirates-driverless-cars/
[72] www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/
[73] www.theguardian.com/environment/2016/dec/22/solar-panel-road-tourouvre-au-perche-normandy





# SCENARIO PASSIVO

Nel 2030 il sistema stradale mondiale non si distacca molto dall'asfalto e dal calcestruzzo del secolo precedente; le emissioni dei veicoli sono superiori poiché la proprietà di auto è aumentata a livello globale, compromettendo gli sforzi fatti per soddisfare gli obiettivi climatici internazionali e aggravando il fardello della scarsa qualità dell'aria che pesa sulla salute pubblica; gli incidenti dovuti al traffico stradale sono aumentati nei Paesi in via di sviluppo con un alto tasso di crescita; e la congestione rallenta la crescita economica sia nei Paesi ricchi che in quelli poveri.

**Traffico e congestione: un disastro per l'economia, per l'ambiente e per la salute pubblica**

- La tecnologia dei sensori stradali, che monitora e gestisce i flussi di traffico, riceve investimenti governativi in un numero ristretto di mercati leader, ma solo da parte delle autorità urbane più lungimiranti in giurisdizioni con un territorio relativamente piccolo in cui lanciare le tecnologie, come Singapore.
- Gli *smartphone*, i veicoli connessi e l'infrastruttura raccolgono una grande quantità di dati, ma le questioni legali sulla privacy e la sicurezza impediscono che questi vengano condivisi e utilizzati per migliorare il flusso del traffico.
- Il costo ambientale del traffico stradale continua a crescere. Le città più colpite sono Città del Messico, dove i veicoli sono responsabili di oltre il 50% delle emissioni di gas serra e le auto di proprietà aumentano del 4% ogni anno. Tra le altre città critiche rientrano Rio de Janeiro e Bucarest.
- I Paesi non raggiungono gli obiettivi fissati nell'accordo di Parigi del 2015 perché i produttori di veicoli non migliorano le prestazioni in termini di emissioni. Il contributo del trasporto su strada alle emissioni di carbonio globali cresce da meno di un quarto a oltre il 30%.
- L'aggravarsi dell'inquinamento atmosferico causato dalle emissioni di scarico dei veicoli porta a un aumento delle malattie croniche, tra cui asma, broncopneumopatia cronica ostruttiva e cancro.

**Auto elettriche in stato di paralisi**

- Proposti soprattutto da aziende come Tesla, Ford e Toyota, i veicoli elettrici rappresentano appena il 4% delle vendite totali di automobili[74] mentre i veicoli alimentati a petrolio continuano a dominare il mercato.
- Se da una parte le autorità dei trasporti e le aziende di *automotive* concordano sui vantaggi delle auto elettriche, dall'altra si deve constatare una situazione di stallo su chi debba pagare la realizzazione delle strutture di ricarica: i governi sono riluttanti a investire finché non vedranno una quantità critica di auto elettriche sulla strada, ma il settore privato non può rendere le auto elettriche un prodotto di massa senza strutture di ricarica più numerose a disposizione del pubblico.
- L'abolizione dei sussidi governativi vede un calo delle vendite delle auto elettriche[75] e si registrano ben pochi progressi nella riduzione del costo delle batterie elettriche, nel quale risiede il maggiore ostacolo alla riduzione del prezzo delle auto elettriche. Le aziende armeggiano con i modelli agli ioni di litio, ma non vi sono progressi sostanziali nella scienza dei materiali che consentano di portare sul mercato una batteria compatta, sicura e ad alta densità energetica.
- Il dominio costante delle automobili alimentate a petrolio comporta il peggioramento delle tendenze di inquinamento atmosferico urbano in tutto il mondo.[76] Nelle città in espansione nel Golfo e nel Sud-Est asiatico, i livelli di inquinamento sono dieci volte superiori ai livelli raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come conseguenza della maggiore ricchezza e proprietà di automobili.

**Il traffico stradale mette a repentaglio la vita e l'integrità fisica**

- I Paesi investono troppo poco nelle tecnologie stradali connesse alla sicurezza, tanto che i decessi e le invalidità dovuti a incidenti stradali raddoppiano dagli 1,25 milioni annui del 2015. Il problema si aggrava nei Paesi in via di sviluppo a causa della scarsa segnaletica stradale e della debole applicazione della legge sulle strade, unite a una rapida urbanizzazione e all'aumento delle auto di proprietà.
- Le automobili autonome promettevano di incrementare sostanzialmente la sicurezza stradale, ma una serie di incidenti di alto profilo avvenuti su strade pubbliche in Europa e negli Stati Uniti nel periodo 2018-20 ha turbato le autorità di controllo, che rifiutano di autorizzare i veicoli in massa.

[74] A downward projection from this chart: http://www.economist.com/news/business/21644149-established-carmakers-not-tech-firms-will-win-race-build-vehicles
[75] www.ft.com/content/502c4e3c-0d80-11e7-b030-768954394623
[76] https://www.theguardian.com/environment/2016/may/12/air-pollution-rising-at-an-alarming-rate-in-worlds-cities

# CAPITOLO 3

## Accelerare l'adozione della tecnologia stradale

> "Non si tratta solo di creare una tecnologia: a volte la tecnologia è la parte più facile, ma il problema sono gli altri fattori"
>
> **KEN LEONARD, DIRETTORE DELL'INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS JOINT PROGRAM OFFICE DELLA US FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION**

Rimangono molti ostacoli da superare nell'implementazione delle innovazioni della tecnologia stradale trattate nel capitolo precedente. "Una cosa può anche essere fattibile dal punto di vista tecnologico, ma ciò non è una condizione sufficiente perché venga effettivamente realizzata", fa notare James Anderson, direttore dell'Institute for Civil Justice nell'unità RAND Justice, Infrastructure and Environment della RAND Corporation. Occorrono urgentemente sforzi su numerosi fronti per creare un ambiente favorevole a una più ampia e rapida adozione della tecnologia stradale.

La nostra ricerca individua cinque fattori abilitanti fondamentali. In tutti e cinque non va sottovalutato il ruolo del governo, che è quello di fornire guida e supervisione, ma anche e soprattutto di prendere la necessaria iniziativa di testare e finanziare le nuove tecnologie stradali nelle loro fasi iniziali.

## QUADRO POLITICO E NORMATIVO

**Serve una chiara definizione delle politiche per guidare lo sviluppo di standard comuni per le infrastrutture intelligenti, insieme a quadri normativi per la condivisione dei dati e la cibersicurezza.**

I governi possono adottare strategie e target nazionali per affrontare i problemi dovuti alla crescita del traffico. Un esempio a tal merito è rappresentato da Vision Zero, un progetto multinazionale per la sicurezza stradale che mira a realizzare un sistema di infrastrutture stradali senza decessi o lesioni gravi dovuti al traffico. Il progetto è stato inizialmente adottato in Svezia nel 1997 ed è ora attuato da città e Stati nordamericani ed europei. Come idea fondamentale, il progetto riconosce che la sicurezza stradale è la preoccupazione condivisa di tutte le parti interessate, e non solo una responsabilità dei conducenti. José Viegas, segretario generale del Forum Internazionale dei Trasporti, spiega: "Alla base dell'approccio sistemico c'è la volontà di evitare il gioco dello scaricabarile". Incoraggia tutti i partecipanti al sistema dei trasporti, dalle società dell'*automotive* ai conducenti, a mettere al primo posto la sicurezza stradale. In tal modo le politiche nazionali possono incoraggiare sviluppi in tutto il settore dei trasporti, come miglioramenti dei veicoli a guida autonoma volti a ridurre gli incidenti causati da errore umano (che rappresentano fino al 90% di tutti gli incidenti stradali).[77]

Sussistono numerose questioni legate alle infrastrutture stradali intelligenti che richiedono la supervisione dei governi. Tra queste rientrano la fissazione di standard per le stazioni di ricarica, la determinazione della lunghezza massima dei plotoni di camion a guida autonoma e l'introduzione di norme disciplinari sull'utilizzo delle corsie dinamiche, solo per citarne alcune.

Diversi organismi internazionali, nonché governi nazionali e amministrazioni locali, hanno fissato programmi politici per incoraggiare le infrastrutture di trasporto *smart*. Il Forum Mondiale delle Nazioni Unite per l'armonizzazione delle norme sui veicoli (UN's World Forum for Harmonisation of Vehicle Regulations) e il relativo gruppo di lavoro sulla sicurezza del traffico stradale hanno riunito gruppi di discussione per un dibattito sugli standard per la tecnologia dei veicoli automatizzati.[78] Il testo di riferimento australiano National Policy Framework for Land Transport Technology, pubblicato nel 2016, definisce un piano d'azione per le iniziative governative, incluse la normativa per consentire l'esecuzione di test delle automobili senza conducente sulle strade australiane e le sperimentazioni per molte delle tecnologie considerate nel presente *report*. Due città canadesi, Montreal e Alberta, hanno concepito piani strategici per i sistemi di trasporto intelligenti.

La cibersicurezza e la condivisione dei dati sono tra le più citate problematiche che necessitano di un intervento normativo. Nel momento in cui sempre più veicoli comunicano l'uno con l'altro e raccolgono dati personali, tali veicoli possono diventare il nuovo bersaglio degli *hacker*. Sarà fondamentale rendere obbligatori sistemi di sicurezza e ampliare le leggi in materia di privacy e protezione dei dati applicabili ai dati raccolti nel sistema dei trasporti, in particolare per quanto riguarda il modo in cui vengono condivisi.

I governi non devono perdere di vista il quadro più generale in cui l'infrastruttura stradale è un bene pubblico che porta vantaggi per tutti i residenti e può facilitare lo sviluppo economico. Nel contesto della nuova definizione di infrastruttura stradale, questo principio si estende ai dati generati all'interno del sistema dei trasporti. Holly Krambeck, economista senior della Banca Mondiale, afferma: "I dati vengono generati dai residenti delle rispettive città, le quali a loro volta possono utilizzarli per risolvere le sfide del traffico". Si tratta di un argomento fondamentale a favore della condivisione di dati tra organizzazioni.

La vera domanda è dove vada tracciata la linea tra il bene comune dei dati condivisi e il diritto individuale alla privacy. Gli esperti sostengono che sia difficile determinarlo in un primo momento. I responsabili delle politiche e le autorità di controllo devono prestare molta attenzione alla disputa tra praticità e privacy: quante informazioni personali sono disposti a condividere i consumatori per amore della comodità?

## FINANZIAMENTO

**Nuovi approcci di finanziamento, sia pubblico che privato, saranno necessari per consentire la graduale implementazione delle nuove tecnologie man mano che saranno sviluppate.**

In una fase caratterizzata da budget ristretti e misure di austerity, il finanziamento delle future infrastrutture rappresenta una delle odierne sfide globali. Le analisi condotte nel 2015 dal McKinsey Global Institute hanno stimato un deficit nel finanziamento delle infrastrutture stradali pari a 11.400 miliardi di dollari USA nel periodo dal 2016 al 2030[79]. Gli esperti segnalano che ci si aspetta che i governi provvedano alla maggior parte dei finanziamenti delle infrastrutture pubbliche e rivelano un'efficace strategia attualmente adottata nel Nord America e in Europa: anziché fissare budget per progetti ad hoc per l'*upgrading* delle infrastrutture, le autorità intervengono sulle infrastrutture stradali giunte al momento di essere rinnovate o sostituite. "Abbiamo opportunità di implementare la tecnologia per gradi", sostiene Joe Waggoner, chief executive officer e direttore esecutivo della Tampa-Hillsborough Expressway Authority. "Se c'è la possibilità di integrare nuovi componenti come parte del vostro ciclo di sostituzione e rinnovo dei sistemi preesistenti, potete distribuire il costo nel tempo".

**11.400 MILIARDI DI DOLLARI USA**

DEFICIT STIMATO NEL FINANZIAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI TRA IL 2016 E IL 2030
(MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE)

Questo approccio sta determinando il passaggio a orizzonti di investimento più brevi per le future infrastrutture stradali, come spiega Tim Gammons, global smart mobility leader di Arup: "Non costruite un sistema tecnologico che pensate vi duri 30 anni. Non potete garantirlo in vista di ogni novità che riserverà il futuro, perché è impossibile sapere cosa accadrà".

I governi possono anche sfruttare le proprie capacità di assegnazione di appalti. Nel febbraio 2017 l'amministrazione cittadina di Pechino ha annunciato un programma di investimento del valore di 1,3 miliardi di dollari USA per convertire il suo parco taxi di 70.000 elementi in una flotta di veicoli elettrici.[80] Al contempo negli Stati Uniti, Stati, contee e municipalità possiedono circa 1,5 milioni di auto, 500.000 bus e 1,5 milioni di camion. A un tasso di ammortamento del 10%, il governo centrale e gli enti locali degli Stati

> "Le PPP ricopriranno un ruolo sempre più importante per colmare il deficit annuale di 1.000-1.500 miliardi di dollari USA tra la domanda e gli investimenti nelle infrastrutture"
>
> BOSTON CONSULTING GROUP

Uniti acquistano circa 350.000 veicoli all'anno.[81] Si potrebbe richiedere che una certa percentuale di questi sia elettrica (il caso più sensato sarebbe quello degli autobus, dal momento che operano secondo orari fissi e hanno una domanda di energia abbastanza costante).

Alcuni esperti esortano il coinvolgimento del settore privato, mediante concessioni o *partnership* tra settore pubblico e privato (PPP). Il Boston Consulting Group, che stima un deficit annuale di 1.000-1.500 miliardi di dollari USA tra la domanda e gli investimenti nelle infrastrutture, prevede che le PPP ricopriranno un ruolo sempre più importante per colmare il divario.[82] Un elemento essenziale del finanziamento privato è la garanzia di un modello di generazione di reddito. Robert Frey, direttore della pianificazione presso la Tampa-Hillsborough Expressway Authority, spiega: "Serve una qualche fonte di entrate che possa attrarre [il settore privato] in modo che la [amministrazione della] città possa dedicarsi più alla misurazione delle performance che alla gestione delle attrezzature". Ma il coinvolgimento del settore privato non deve limitarsi al finanziamento. Gli stessi produttori del settore *automotive* hanno un forte interesse nella predisposizione delle infrastrutture necessarie, perché questa è la via verso una maggiore adozione dei loro prodotti. Tesla, ad esempio, sta espandendo in tutto il mondo la rete di ricarica per le auto elettriche.

Tuttavia, nelle fasi iniziali il ruolo del governo nel finanziare le nuove tecnologie stradali sarà cruciale. Greg Archer, responsabile veicoli puliti presso la Transport & Environment, usando l'esempio delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici, spiega: "Abbiamo bisogno che i governi forniscano i fondi iniziali per supportare tali infrastrutture. Credo che entro cinque-sette anni quelle reti di ricarica saranno una buona proposta d'affari, ma occorre che realizziamo i primi punti adesso, in modo da incoraggiare la gente a comprare quei veicoli".

## COLLABORAZIONE A LIVELLO DI SISTEMA

**L'efficace implementazione delle infrastrutture intelligenti richiederà nuovi modelli di collaborazione intersettoriale e nuovi bagagli di competenze multidisciplinari.**

Il processo decisionale relativo alle infrastrutture stradali è spesso frammentato in organizzazioni di livello nazionale, statale e locale. Anderson sottolinea: "È una sfida veramente difficile perché a provvedere ai budget per le strade sono entità diversissime tra loro con budget, capacità e competenze altrettanto diversi". Inoltre, con il rapido progredire dell'*automotive* e delle infrastrutture dei trasporti, l'incertezza pervade ogni decisione. Ciò richiede un maggiore coordinamento con tutte le parti interessate, sia nel settore pubblico che nel privato.

Esempi di successo osservabili nel mondo indicano la strada giusta. La città inglese di Newcastle sta attualmente sperimentando lampioni dotati di sensori in grado di comunicare con le ambulanze, che aiutano gli autisti a trovare il percorso più efficiente per raggiungere l'ospedale e cambiano le luci dei semafori per permettere alle ambulanze di arrivare più velocemente in caso di congestione del traffico.[83] Ciò permette al coordinamento tra parti interessate, dalle amministrazioni locali ai prestatori di assistenza sanitaria, di raggiungere un obiettivo comune. Leonard nota: "Una cooperazione tra i governi e l'industria che aiuti a introdurre tecnologie utili ad affrontare queste sfide può aumentare la sicurezza del sistema e al contempo agire a supporto degli obiettivi di mobilità ed efficienza". Di-Ann Eisnor, responsabile della crescita in Waze, evidenzia il ruolo dei dati nel rendere possibile il coordinamento: "Avere più dati eliminerà le mere opinioni o affermazioni politiche e permetterà a tutti coloro che si trovano in una città di lavorare insieme con maggiore coesione".

Il cambiamento nella definizione delle infrastrutture stradali volto a includere tecnologia, *software* e dati significa anche che "la costruzione di strade oggi richiede tutto un altro insieme di competenze", come spiega Papi. "Per certi aspetti, le infrastrutture non sono più un'area di conoscenza riservata agli ingegneri civili. Servono ingegneri industriali, ingegneri delle telecomunicazioni, psicologi, economisti e persino giuristi". La collaborazione intersettoriale, che prevede diversi bagagli di competenze, ad esempio quelle degli specialisti informatici, potrebbe aiutare a rendere più vantaggiosi gli investimenti nel *cloud computing* e nel *machine learning* in termini di rapporto costi-benefici.

## SPERIMENTAZIONE

**Gli esempi di implementazione positiva sono spesso la base per l'espansione o l'adozione in altre parti del Paese o del mondo.**

Questo è il principale movente dietro i progetti pilota condotti in tutto il mondo, come quello attualmente in corso a Tampa, Florida. Si osserva una carenza di studi di casi con risultati positivi su *upgrading* delle infrastrutture e spese di investimento. Dove sono disponibili studi di casi, molti riguardano tecnologie relativamente immature che nel frattempo possono essersi evolute notevolmente, rendendo difficile una standardizzazione. Avendo scarse informazioni a disposizione, i governi trovano arduo prendere decisioni di investimento nelle infrastrutture riguardanti tecnologie che potrebbero essere ormai obsolete quando il progetto sarà completato, per lo meno nelle democrazie sviluppate, dove i decisori delle politiche hanno una certa misura di responsabilità.
Le sperimentazioni sulle tecnologie stradali condotte dai governi dovrebbero focalizzarsi su progetti i cui obiettivi possono essere tagliati su misura per le condizioni politiche ed economiche locali. I progetti che migliorano il sistema di transito pubblico o aiutano le ambulanze a fornire servizi di emergenza più rapidi, ad esempio, contribuiscono a costruire la benevolenza dell'opinione pubblica, essenziale per i governi che pianificano di avventurarsi in aree più rischiose, dove il consenso pubblico potrebbe essere più difficile da ottenere.

## OPINIONE PUBBLICA

**Il via libera finale per la tecnologia stradale dipenderà dal tribunale dell'opinione pubblica.**

Congestione, inquinamento atmosferico, sicurezza stradale e cambiamento climatico sono questioni critiche per le persone di tutto il mondo, che portano molti a esortare a soluzioni di mobilità alternative. Dal momento che i giovani sono meno inclini a possedere veicoli propri e mostrano un alto tasso di penetrazione degli *smartphone*, i concetti di *mobility as a service* e *sharing economy* risultano naturalmente attraenti specialmente tra le nuove generazioni urbane.

La diffusione delle automobili a guida automatica è meno certa, visti i rischi percepiti per la sicurezza personale di fronte all'idea di rinunciare completamente al controllo in un'auto o un taxi senza conducente. In un'indagine del 2016 condotta dalla University of Michigan, due terzi degli intervistati hanno rivelato di essere moderatamente o notevolmente preoccupati all'idea di viaggiare in un veicolo a guida completamente autonoma.[84] Se queste percezioni non cambiano a breve, l'attesa ascesa dei veicoli a guida autonoma potrebbe essere fatta deragliare dall'opinione pubblica in modo analogo al caso delle colture geneticamente modificate, che una volta erano considerate la soluzione alle sfide globali riguardanti la sicurezza alimentare.

[77] pages.eiu.com/rs/783-XMC-194/images/Driving%20to%20the%20future%20-%20The%20development%20of%20connected%20cars.pdf?mkt_tok=eyJpIjoiTlRJek56ZzNPR1kxWldNNSIsInQiOiJGQ3FrWmwwa2F3ZnhhNU54TkMrOHR2cXFRWVl4empaYUZzNUs4aFNZdVZiK1B5bFhLTGJRSFNBQXhndjhkRnVGTFZJRE16RHQ4bGxpZkZGbGZSNWJpVklkTkJmMTcwN25UUlVvTEFFRVo3ND0ifQ%3D%3D%3D
[78] http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573902/EPRS_BRI(2016)573902_EN.pdf
[79] www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/bridging-global-infrastructure-gaps
[80] www.nbdpress.com/articles/2017-02-23/1613.html
[81] papers.ssrn.com/sol3/papers2.cfm?abstract_id=2749375
[82] www.bcg.com/documents/file128534.pdf
[83] www.ncl.ac.uk/press/news/legacy/2015/apr/newcastlemotorsaheadintheraceforafullyautomatedtransportsystem.html
[84] ns.umich.edu/new/releases/23935-vehicle-automation-most-drivers-still-want-to-retain-at-least-some-control

# CONCLUSIONI

Le tecnologie stradali emergenti hanno il potenziale per creare infrastrutture intelligenti e trasformare la mobilità in un modo che incrementi la produttività, riduca la congestione e le emissioni di carbonio prodotte dal traffico stradale, migliori la salute pubblica e renda le strade più sicure. Per i responsabili delle politiche impegnati ad aumentare la produttività delle economie e rendere città e Paesi più vivibili, la priorità è creare le condizioni in cui queste nuove tecnologie possano prosperare. Per farlo, si deve partire dalla definizione di una politica adeguata e di un quadro normativo applicabile. Nei prossimi anni, man mano che queste tecnologie si evolveranno e saranno adottate in misura più ampia, i governi fisseranno standard e protocolli che avranno un ruolo determinante per l'ascesa di tali tecnologie e il loro futuro successo.

In un momento in cui i budget statali sono sottoposti a forti pressioni, il finanziamento delle future infrastrutture può rivelarsi difficile. "Alla fine tutto sta nello spenderci soldi", spiega Steven Shladover, responsabile dei programmi all'Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley. "Se si vogliono infrastrutture più intelligenti, si deve stanziare il denaro". Per le economie in via di sviluppo è un momento adatto per partire alla scalata delle infrastrutture stradali innovative. I Paesi sviluppati si trovano a dover affrontare l'ulteriore sfida delle infrastrutture preesistenti e dovranno pertanto trovare nuovi approcci. In entrambi i casi, le *partnership* con il settore privato possono aiutare a sviluppare soluzioni efficaci.

È opportuno incoraggiare la collaborazione tra pubblico e privato, che può sfruttare un bagaglio diversificato di competenze ed esperienze. La collaborazione con i *provider* tecnologici può migliorare la comprensione da parte dei governi delle nuove tecnologie stradali e delle relative applicazioni per aiutarli a conseguire gli obiettivi di mobilità. Anche dimostrare al pubblico l'impatto dell'adozione di queste tecnologie può aiutare a galvanizzare il necessario sostegno popolare e, attraverso di esso, mobilitare ulteriori finanziamenti a livello locale e statale.

I prossimi 5-10 anni sono cruciali per rendere possibile l'efficace adozione di queste tecnologie su larga scala. Saranno definiti gli standard del settore, si svilupperanno i comportamenti degli utenti e prenderà forma l'opinione pubblica. La finestra di opportunità per fare la cosa giusta per le generazioni a venire ce l'abbiamo adesso.

abertis