



Società Italiana Docenti di Trasporti

Position Paper

Soluzioni innovative per la mobilità urbana: prospettive ed opportunità

**XXIII Convegno Internazionale “Società Italiana dei Docenti di Trasporti”
“Sapienza” Università di Roma – Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale**

Roma, 10 Ottobre 2018

Premessa

La ricerca di strategie integrate, capaci di rendere il livello di servizio offerto dal trasporto collettivo nelle grandi aree urbane e metropolitane sempre più vicino al comfort ed alla disponibilità dell'autovettura privata, ha permesso di sviluppare nell'ultimo decennio numerose innovazioni nel settore della mobilità condivisa, connessa, dell'elettromobilità e dell'automazione.

In particolare, l'Unione Europea ha delineato, in numerosi documenti di politica dei trasporti ed attraverso il finanziamento di specifiche linee di ricerca innovative, una Roadmap sui trasporti e sulla mobilità urbana in una cornice programmatica di medio-lungo termine. Il fine è quello di affrontare le principali criticità globali legate allo sviluppo sostenibile nelle tre componenti ambientale, economica e sociale, e di monitorarne l'andamento alle differenti scale territoriali (locale, nazionale, sovranazionale).

In relazione alla componente ambientale, è opportuno ricordare che i Paesi aderenti all'accordo sul clima di Parigi si sono impegnati ad occuparsi fattivamente di soluzioni in grado di contrastare i cambiamenti climatici (già oggetto del Position Paper SIDT nel 2014). Le città, come ben noto, sono responsabili per circa i due terzi delle emissioni mondiali di gas serra e del 70% circa del consumo energetico, e tale andamento non accenna a diminuire stante l'intenso processo di urbanizzazione occorso prevalentemente nel secolo scorso nei paesi più industrializzati ed ancora fortemente in atto, soprattutto nei paesi dalle economie emergenti. Il trasporto locale è una delle componenti principali del panorama emissivo urbano, che richiede azioni mitigatrici urgenti, come ad esempio il potenziamento della mobilità elettrica (purché prodotta da fonti rinnovabili e compatibile con le esigenze di trasporto), il recupero dei modi non motorizzati per le funzioni urbane di prossimità, la riqualificazione dell'offerta del trasporto pubblico attraverso l'uso di flotte veicolari "green".

Non è tuttavia ipotizzabile agire sia sulla componente tecnologica che ambientale se non in sinergia con le componenti dell'economia, dell'industria e della società. Il potenziamento della mobilità elettrica o "elettrificata", ad esempio, deve affrontare il nodo della produzione di energia elettrica da fonti non rinnovabili ed il suo costo. In modo analogo, l'esigenza di riqualificare l'offerta di trasporto pubblico con veicoli meno inquinanti deve coniugarsi con altri modi e con livelli di servizio più vicini alle esigenze di un'utenza urbana in continua evoluzione e sempre più esigente, se gli obiettivi sono quelli della accessibilità per tutti, dell'inclusione sociale, della sicurezza, dell'equità e della riduzione del consumo di suolo.

Il Position Paper SIDT 2018 permette d'individuare le strategie chiave volte allo sviluppo sostenibile del trasporto urbano, poste in essere più o meno recentemente, e valutarne la loro applicabilità a larga scala, evidenziandone limiti e potenzialità. A tal fine, si porrà l'accento su misure come il potenziamento del ruolo di servizi *customizzati* grazie anche al consolidamento dei servizi condivisi (*car, scooter e bike sharing*), la promozione di veicoli ibridi e di quelli elettrici specie per flotte pubbliche, l'introduzione di nuove forme di uso e tariffazione come, ad esempio, gli schemi MaaS e l'imminente diffusione dei veicoli a guida assistita, un domani forse autonoma).

Il convegno SIDT 2018 offre, invece, l'occasione ormai consolidata per un dibattito tra i maggiori esperti del settore coinvolti nell'applicazione di queste strategie su basi tipiche dell'ingegneria in un approccio di sistema che coniughi domanda ed offerta di trasporto, in modo da offrire una visione utile al nostro Paese a perseguire risultati coerenti con gli indirizzi dell'Unione Europea.

1. Condizionamenti nella mobilità urbana

1.1 Rilevanza della sostenibilità della e nella mobilità urbana

La **Roadmap** tracciata a livello europeo in merito ai **trasporti ed alla mobilità urbana** è stata preparata come cornice programmatica di lungo termine al fine di affrontare le criticità globali dello **sviluppo sostenibile** (nelle tre componenti ambientale, economica e sociale) che, per loro natura, non possono essere gestite né a livello locale né nazionale.

In relazione alla **componente ambientale**, gli effetti del cambiamento climatico sono già stati oggetto di un *Position Paper* della SIDT nel 2014. A seguito dell'accordo sul clima di Parigi, i paesi aderenti si sono impegnati a cercare soluzioni in grado di contrastare i cambiamenti climatici. In questo contesto, le città hanno le maggiori responsabilità, poiché il grande *processo di urbanizzazione*, avvenuto prevalentemente nel secolo scorso nei paesi più industrializzati ed ancora fortemente in atto in tutto il mondo, provoca circa i due terzi delle emissioni mondiali di gas serra e del 70% circa del consumo energetico. Nessun Paese sarà, pertanto, in grado di raggiungere i propri obiettivi di riduzione degli effetti sul clima senza un aiuto significativo da parte delle singole città le quali, a loro volta, necessitano di ulteriori strumenti per intraprendere un percorso sostenibile di abbattimento delle emissioni inquinanti su scala locale e globale.

In relazione invece alle **componenti dell'economia e della società**, i costi per l'energia – quella non rinnovabile, da produrre o acquistare - e la marginalità delle zone periferiche sono fenomeni da affrontare non solo in ambito locale. Pertanto, il miglioramento dell'accessibilità dalle aree meno popolate verso i centri urbani oltre a contribuire sostanzialmente al raggiungimento degli obiettivi ambientali potrà favorire la competitività, la coesione e l'inclusione sociale, l'equità e il benessere dei cittadini. Poiché, ad oggi, la maggior parte degli spostamenti in ambito urbano avviene con l'utilizzo di veicoli privati alimentati da **motori a combustione interna tradizionali**, le soluzioni potranno essere cercate puntando su propulsori ibridi o elettrici, più rispettosi dell'ambiente e su servizi di trasporto integrati su larga scala. Al contempo, la **diversificazione modale** ai fini energetico-ambientali, talvolta interessante per spostamenti brevi e perlopiù non sistematici, com'è il caso della bicicletta, andrà valutata – nella logica di sostenibilità più estesa - con il "livello di sicurezza" connesso a tale scelta.

In termini **economici**, il costo della congestione è molto elevato: secondo lo studio "[Muoversi meglio in città per muovere l'Italia](#)" [Fondazione Filippo Caracciolo, 2014], nelle 6 città di Torino, Milano, Genova, Roma, Napoli e Palermo tale costo è stimabile pari a 5 miliardi di euro/anno, pari a 995 euro per famiglia. Molto grave è anche l'effetto sociale in termini di costi per la sicurezza nel trasporto stradale. Secondo l'ISTAT, nel 2016 si sono verificati in Italia 175.791 incidenti, che hanno provocato 3.283 morti e 249.175 feriti. Molto elevata è la mortalità degli utenti deboli (pedoni, ciclisti, motociclisti), con 1.618 morti (49,2% del totale). L'incidentalità nelle aree urbane costituisce una quota rilevante dell'incidentalità totale: sulle strade urbane si sono riscontrati il 74,6% degli incidenti, il 44,6% dei morti ed il 70,8% dei feriti. Secondo il Rapporto della Fondazione Caracciolo il costo sociale della sicurezza stradale è di 850 euro a famiglia, oltre ai risvolti umani non quantificabili in termini monetari. Una carente manutenzione dei veicoli, infine, contribuisce a peggiorare sicurezza e inquinamento locale.

La sostenibilità della e nella mobilità urbana risulta quindi una problematica complessa, con evidenti relazioni con il mondo dei trasporti.

1.2 Obiettivi generali europei e nazionali in campo energetico-ambientale

I piani europei di medio e lungo termine s'inseriscono nella già nota "strategia EU 2020" per un uso sostenibile delle risorse, aggiornata dai successivi accordi europei di ottobre 2014. Prima di essi, il **programma Europe 2020** prevedeva, con riferimento all'anno 2020:

- una riduzione del 20% delle emissioni di gas ad effetto serra rispetto ai livelli del 1990;
- un aumento delle quote delle energie rinnovabili nel mix energetico dell'UE al 20%;
- un incremento del 20% dell'efficienza energetica.

Questi obiettivi, assieme al **Libro bianco sui Trasporti** del 2011 e al Piano di efficienza energetica, sono rimasti - fino ad ottobre 2014 - un traguardo chiave, la cui traduzione nelle politiche generali e locali avrebbe potuto consentire all'UE d'ottenere una riduzione delle emissioni dei gas serra tra l'80 ed il 95% al 2050 rispetto ai livelli del 1990.

Il Libro Bianco ha conservato tale valenza anche dopo il 2014, mentre l'obiettivo 20-20-20 è stato sostituito da quello "**40/27/27**" per il quale i leader dell'UE hanno concordato il perseguimento di una riduzione dei gas serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto al 1990 e di almeno il 27% per le energie rinnovabili e per il risparmio energetico entro il 2030, da perseguire a livello di singole nazioni.

In attuazione della *Roadmap 2050* in materia di consumi energetici e di emissioni serra, per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile, una parte del Libro Bianco è orientato alla definizione di comportamenti ecologicamente più responsabili da parte dei cittadini per una buona pratica, che possano favorire il contenimento delle emissioni di gas serra, mediante l'**indipendenza dal petrolio nella mobilità urbana**, il che significa l'*ibridizzazione* dei motori (*powertrain*) e l'*elettrificazione* - ma non solo - dei veicoli, l'uso di alternative modali al diffusissimo trasporto individuale "convenzionale", come il trasporto pubblico "pulito", la mobilità dolce (es. pedonale e ciclabile) ed i servizi condivisi o di *sharing mobility* (es. *car-pooling*, *car-sharing*, *scooter-sharing*, *bike-sharing*, ecc.).

Da un punto di vista più strettamente operativo, nella direzione di maggiore sostenibilità dei sistemi di trasporto e della mobilità urbana va anche il Decreto 4 agosto 2017, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, di adozione delle nuove linee guida per la redazione dei *Piani Urbani di Mobilità Sostenibile (PUMS)*.

Questi Piani, come ricordato dal decreto, sono finalizzati a "soddisfare i fabbisogni di mobilità della popolazione, assicurare l'abbattimento dei livelli d'inquinamento atmosferico ed acustico, la riduzione dei consumi energetici, l'aumento dei livelli di sicurezza del trasporto e della circolazione stradale, la minimizzazione dell'uso individuale dell'autovettura privata, l'incremento della capacità di trasporto, l'aumento della percentuale di cittadini trasportati dai sistemi di trasporto collettivo, anche con soluzioni di *car-pooling* e *car-sharing* e la riduzione dei fenomeni di congestione nelle aree urbane".

Come è noto, il nuovo approccio alla pianificazione strategica della mobilità urbana assume come base di riferimento il documento «Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan» (Linee Guida ELTIS), approvato nel 2014 dalla Direzione

generale per la mobilità e i trasporti della Commissione Europea ed è in linea con i principi contenuti nel Libro Bianco del 2011.

Per la ricerca di soluzioni innovative, è stato attivato un programma europeo che individua un cluster di azioni per la mobilità urbana sostenibile (*Sustainable Urban Mobility Action Cluster*) tramite cinque iniziative:

- ≡ Mobilità Aerea Urbana (UAM - *Urban Air Mobility*), con iniziative riguardanti lo sviluppo di nuove forme di mobilità mediante l'uso dello spazio aereo;
- ≡ Mobilità intelligente per la transizione energetica (*IMET – Intelligent Mobility for Energy Transition*), con l'obiettivo di andare oltre le “emissioni zero” puntando, quindi, a rendere la mobilità urbana più resiliente;
- ≡ Veicoli Speciali con Energia Alternativa (AFSV – *Alternative Fuels Special Vehicles*), relativa all'utilizzo di fonti di carburanti alternativi per veicoli speciali;
- ≡ Nuovi servizi di mobilità (NMS – *New Mobility Services*), inerente allo sviluppo di soluzioni multimodali attraverso l'uso di nuove tecnologie e attivazione di servizi innovativi;
- ≡ E-Veicoli per Smart Cities e Comunità (EV4SCC - *E-Vehicles for Smart Cities and Communities*), con l'obiettivo di far diventare l'Europa la più grande piattaforma per la mobilità elettrica nel mondo.

1.3 Vincoli alla mobilità urbana

1.3.1 Criteri di salvaguardia della salute ed ambientale

La regolamentazione europea¹ sulla qualità dell'aria è fondata su specifici principi. Il primo di questi prevede che gli Stati Membri dividano il territorio in zone e agglomerati, per ognuno dei quali dovrà essere effettuata una valutazione dei livelli d'inquinamento dell'aria usando sistemi di misurazione, modelli o altre tecniche empiriche. Qualora i livelli risultino eccedenti rispetto ai valori soglia imposti dall'Unione Europea, dovrà essere redatto un “**Air Quality Plan**”, ovvero un programma atto a garantire il rientro dei valori all'interno di tali soglie. In aggiunta, tutte le informazioni riguardanti la qualità dell'aria dovranno essere divulgate agli enti pubblici preposti.

E' altresì noto come il corpo umano risenta negativamente dell'esposizione a fattori inquinanti presenti nell'aria. Su questo tema, l'UE ha sviluppato un esteso provvedimento che stabilisce standard basati su criteri scientifici relativi al periodo di esposizione e alla concentrazione degli inquinanti².

¹DIRETTIVA 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

²

La tabella che segue riporta un estratto delle sostanze, la concentrazione nell'aria ammessa e gli archi temporali sui quali effettuare le medie che sono fondati sugli impatti che crea l'esposizione sulla salute. Fornisce inoltre le date entro le quali tali soglie dovranno essere rispettate. Per alcuni di questi inquinanti viene anche concessa un'eccedenza annuale.

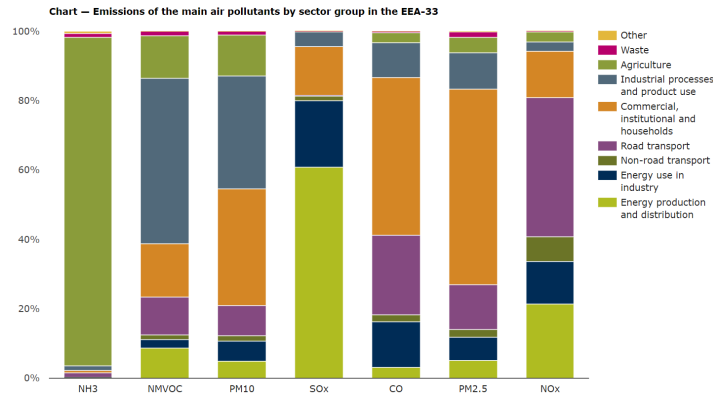
Pollutant
Concentration
Average in g period
Legal nature
Permittedexceedenceseachyear
 Fine particles (PM2.5)

La Direttiva Europea ha introdotto ulteriori obiettivi che puntano all'imposizione di nuove soglie per l'esposizione alle polveri sottili, PM2.5. Le fonti di dati da analizzare derivano dalle *stazioni di misura* situate nei grandi centri urbani per meglio valutare l'esposizione della popolazione.

Il grafico di seguito riportato, fornito dall'*European Environment Agency (EEA)* nel 2017, mostra le emissioni dei principali inquinanti per settore. Tale grafico risulta di particolare interesse poiché contribuisce ad inquadrare le problematiche associate al settore dei trasporti per le quali individuare possibili azioni da implementare in ambito urbano.

25 µg/m ³ *** 1 year Target value entered into force 1.1.2010 Limit value enters into force 1.1.2015	n/a
Sulphurdioxide (SO ₂) 350 µg/m ³ 1 hour Limit value entered into force 1.1.2005	24
125 µg/ m ³ 24 hours Limit value entered into force 1.1.2005	3
Nitrogendioxide (NO ₂) 200 µg/ m ³ 1 hour Limit value entered into force 1.1.2010	18
40 µg/ m ³ 1 year Limit value entered into force 1.1.2010*	n/a
PM10 50 µg/m ³ 24 hours Limit value entered into force 1.1.2005**	35
40 µg/m ³ 1 year Limit value entered into force 1.1.2005**	n/a
Lead (Pb) 0.5 µg/m ³ 1 year Limit value entered into force 1.1.2005 (or 1.1.2010 in the immediate vicinity of specific, notified industrial sources; and a 1.0 µg/m ³ limit value applied from 1.1.2005 to 31.12.2009)	n/a
Carbon monoxide (CO) 10 mg/m ³ Maximum daily 8 hour mean Limit value entered into force 1.1.2005	n/a
Benzene 5 µg/m ³ 1 year Limit value entered into force 1.1.2010**	n/a
PolycyclicAromaticHydrocarbons 1 ng/m ³ (expressed as concentration of Benzo(a)pyrene) 1 year Target value enters into force 31.12.2012	n/a

Da: DIRETTIVA 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.



Si può inoltre rilevare che il settore dei trasporti è responsabile del 47% delle emissioni dell'ossido di azoto. La quota più importante, ovviamente, ricade sul trasporto stradale, che ha appunto un'incidenza del 40% circa. Per quanto riguarda invece i Composti Organici Volatili Non Metanici (COVNM) il trasporto in generale incide per circa il 15%. È opportuno evidenziare che dal 1990 si osserva una notevole riduzione di emissioni di questi ultimi due inquinanti. Infine, il settore trasporti risulta incidere per circa il 13% sulle emissioni di polveri sottili PM2.5, anche se è da rilevare che, a partire dal 1990, lo stesso settore abbia contribuito in modo significativo alla riduzione della produzione di tale inquinante (decremento del 25% circa) grazie anche ai notevoli miglioramenti apportati ai sistemi di controllo delle emissioni soprattutto nei veicoli diesel.

Relativamente alle emissioni generate dai trasporti si ritiene necessario evidenziare la differenza tra aspetti globali (scala di analisi delle emissioni di anidride carbonica) e locali (es. mutazioni del clima a scala regionale, urbana, ecc.):

1. ASPETTI GLOBALI, legati ad un'analisi *Well-to-Wheel*: in questo contesto la scala amministrativa locale non ha molto margine d'azione, se non prestare attenzione al fatto che le scelte locali a favore di un contenimento delle emissioni di CO₂ siano effettuate analizzando la catena energetica complessiva nel momento in cui s'introducono o si favoriscono nuove fonti energetiche (ad es. batterie elettriche, idrogeno come combustibile). Le fonti rinnovabili, in tale ambito, svolgono un ruolo chiave;
2. ASPETTI LOCALI, legati al *Tank-to-Wheel*: in questo ambito si hanno a disposizione specifici interventi più facilmente attuabili a livello regionale e comunale considerando tuttavia:
 - a. le emissioni da sistemi di trasporto nel loro complesso (emissioni da combustione, ma anche emissioni derivanti da usura dei freni e degli pneumatici, dalle polveri sollevate a causa dell'usura della pavimentazione non prontamente rinnovata, etc.),
 - b. gli effetti "camino" in città rispetto all'inquinamento delle aree circostanti,
 - c. l'accumulo di inquinanti provenienti dalle autostrade tangenziali urbane, ecc.,
 - d. il riscaldamento degli edifici.

La quantificazione delle emissioni va coniugata con l'individuazione delle possibili cause: quali sono le componenti dei trasporti che contribuiscono agli inquinanti dispersi nell'aria. A titolo di esempio: composizione del parco circolante, mancanza di manutenzione di strade e/o autoveicoli, usura degli pneumatici, usura dei freni, ecc. Si tratta di emissioni esclusivamente di origine locale o causate, ad esempio, dall'effetto "camino" generato dalla copertura urbana (edifici e pavimentazioni), dall'orografia, dalla componente ventosa, dalla collocazione di

un'eventuale tangenziale rispetto alla città, dalla scarsa manutenzione della rete viaria, che insieme contribuiscono alla presenza di inquinanti nell'aria.

In questo ambito il margine di azione è costituito da *misure di accompagnamento della transizione verso i veicoli individuali meno inquinanti localmente e verso le alternative modali del trasporto collettivo*.

L'Unione Europea ha altresì avviato un programma per la riduzione degli incidenti stradali. La Commissione sta pertanto promuovendo misure con un alto valore aggiunto per contribuire alla sicurezza stradale, affinché i nuovi veicoli siano equipaggiati con strumentazioni di sicurezza avanzate, come la frenata di emergenza avanzata, il sistema di assistenza al mantenimento della corsia o i sistemi di rilevamento di pedoni e ciclisti per gli autocarri. Queste misure potrebbero salvare fino a 10.500 vite umane ed evitare quasi 60.000 feriti nel periodo 2020-2030, contribuendo così all'obiettivo a lungo termine dell'UE di avvicinarsi a zero morti e gravi infortuni entro il 2050 ("Vision Zero").

1.3.2 Ruolo delle nuove tecnologie per la riduzione dei consumi energetici e degli impatti ambientali dei trasporti

I sistemi di trasporto per tutto il XX secolo sono dipesi quasi esclusivamente dai derivati del petrolio, la cui estrazione in Italia e, più in generale, in Europa è piuttosto ridotta e non sufficiente al fabbisogno interno a livello continentale (la Norvegia e il Regno Unito sono presenti nella lista dei 20 maggiori produttori di petrolio al mondo soltanto con quote modeste). Le incerte prospettive su un'ampia disponibilità di petrolio a basso costo - dovute a varie cause tra le quali la riduzione di investimenti nell'ultimo triennio su nuovi pozzi, l'esaurimento dei grandi giacimenti già sfruttati, l'instabilità geopolitica dell'area medio-orientale storicamente grande esportatrice di petrolio, insieme alla disponibilità di petrolio in zone ad elevato costo di estrazione (Alaska, Siberia, Polo artico) - indicano che in futuro la dipendenza energetica da tale risorsa potrebbe generare effetti non facilmente gestibili.

Negli ultimi anni le tecnologie dei motori di trazione volte a una riduzione dei consumi, l'uso di carburanti sempre più puliti e l'estensione di fonti energetiche rinnovabili hanno contribuito a mitigare gli effetti negativi prodotti dalla circolazione veicolare sui consumi energetici e sull'ambiente. Nel breve periodo, l'introduzione di nuovi vincoli porterà ad un'ulteriore riduzione di tali impatti.

La Comunità europea, con i Regolamenti UE 443 e 510/2009, ha fissato per le automobili di nuova fabbricazione e per i veicoli commerciali leggeri i **livelli di prestazione in materia di emissioni**.

Per le autovetture nuove, il regolamento 443/2009 ha definito i seguenti obiettivi: la riduzione delle emissioni a 120 gCO₂/km per il nuovo parco auto; un limite medio di 130 gCO₂/km a partire dal 2015 (il limite è entrato in vigore già nel 2012 per poi estendersi progressivamente su percentuali superiori di automobili); un ulteriore abbattimento di 10 gCO₂/km dovrà essere conseguito grazie all'adozione di misure specifiche relative ai sistemi di condizionamento di bordo, al monitoraggio della pressione dei pneumatici, all'adozione di pneumatici a bassa resistenza al rotolamento, all'incremento dell'uso di biocombustibili; è inoltre programmato che il livello medio di emissioni da rispettare per le **automobili** scenda a **95 g/km di CO₂ a partire dal 2020/21**. Per i **veicoli commerciali leggeri** il regolamento 510/2011 ha fissato invece il limite in 175 gCO₂/km a partire dal 2017, ulteriormente ridotto a **147 gCO₂/km a decorrere dal 2020/21**.

Si tratta di limiti che vanno letti congiuntamente agli standard, denominati “Euro”, che regolano le emissioni dei principali inquinanti, come il particolato e gli ossidi di azoto; i limiti “Euro 6” (Regolamento 715/2007) per le automobili e i furgoni si applicano a partire dal 2014; oltre che ai minibus ed autocarri di peso fino a 12 t.

Le soluzioni di *mobilità integrata/coordinata, di multi-modalità o co-modalità*, accessibili ed economiche, possono spostare l'interesse dall'uso dell'auto privata verso modi alternativi e - anche grazie alla diffusione di veicoli che possono usare la trazione elettrica in città - favorire l'azione di contrasto alle ricadute negative degli attuali sistemi di trasporto sui contesti urbani e sull'ambiente. Ed ancora, le soluzioni di *shared mobility*, favorendo un uso più efficiente delle risorse di trasporto, consentirebbero entro certi limiti d'incidere positivamente su tutte le dimensioni della sostenibilità: non solo quindi riduzione degli impatti ambientali, ma anche contenimento degli impatti interni al sistema dei trasporti (es. congestione delle reti) ed aumento contestuale degli impatti positivi sul sistema territoriale (es. accessibilità, inclusione sociale, riduzione di uso di spazio/suolo).

Questo cambiamento di paradigma - passaggio dall'attuale sistema dei trasporti basato prevalentemente sulla proprietà del mezzo (veicolo privato) a un sistema basato sulla possibilità di accesso al modo o al servizio di trasporto più appropriato e “pulito” - non può prescindere dall'utilizzo di soluzioni tecnologiche e telematiche nuove. Ne consegue che l'interoperabilità rappresenta una caratteristica essenziale di questo modello di business. L'integrazione non potrà riguardare soltanto i modi di trasporto, ma anche i sistemi di pagamento e i sistemi di informazione e comunicazione (ICT per gli ITS, *Intelligent Transport Systems*): l'integrazione delle informazioni costituisce un elemento di grande importanza delle soluzioni di mobilità integrata multi-modale, peraltro realizzabile soltanto attraverso la diffusione di sistemi ICT e una effettiva cooperazione tra tutti i fornitori di servizi di trasporto (pubblici e privati).

1.3.3 Costi e finanziamenti della mobilità sostenibile

Nel 2012 in Italia sono stati spesi circa 67.4 miliardi di Euro, comprese le accise, per l'acquisto di derivati dal petrolio per autotrazione; negli anni seguenti il valore si è ridotto, attestandosi attorno a circa 50-60 miliardi fino al 2016, con un andamento che è tuttora in diminuzione.

Investimenti in propulsori e combustibili cosiddetti “verdi”, impianti per la ricarica delle batterie delle auto elettriche, nuove soluzioni tecnologiche, sistemi innovativi come gli ITS, diverse modalità di organizzazione o conduzione del servizio o del veicolo perseguono la riduzione della dipendenza quasi esclusiva dal petrolio con evidenti benefici ambientali. In ambito urbano, i sistemi di trasporto collettivo e i sistemi centralizzati di gestione del traffico e delle informazioni agli utenti (**ITS**) possono contribuire al perseguimento di questo obiettivo poiché la scelta del tipo di trazione o propulsione può essere centralizzata.

Di fatto l'investimento in tecnologie e soluzioni innovative, di cui si tratta nel seguito, punta a ridurre la dipendenza dal petrolio, per consentire una mobilità urbana sostenibile, ridurre la dipendenza economica dalla risorsa petrolio e recuperare vivibilità e qualità dell'aria nelle città.

Per quanto riguarda il costo delle nuove tecnologie, i veicoli più efficienti - già in vendita dal 2005 - in genere hanno un costo superiore del 5-30% rispetto ai tradizionali veicoli a benzina; le opzioni a breve-medio termine come gli ibridi plug-in e l'utilizzo di *fuel cell* potrebbero costare fino al 25-35% in più, i veicoli alimentati solo con batteria anche di più. La riduzione di peso del

20% potrebbe costare alcune unità percentuali in più e, se si arriva al 35% di peso in meno, il costo può aumentare ad esempio di circa il 10% rispetto ai prezzi odierni.

La mobilità sostenibile si può quindi perseguire solo tramite specifici investimenti finanziari. Non si può infatti ottenere una mobilità sostenibile soltanto imponendo vincoli normativi e regolamentari di diversa natura. Ad esempio, oggi i servizi di trasporto pubblico locale possono essere erogati solo grazie ai finanziamenti pubblici e soltanto parte dei costi sono coperti dalla vendita dei biglietti, a fronte della riduzione delle esternalità negative che essi consentono di ottenere. Il perseguimento di una mobilità sostenibile richiede pertanto un'ottimizzazione delle risorse finanziarie disponibili indirizzandole in settori specifici che permettano il raggiungimento degli obiettivi preposti.

1.3.4 Ruolo dell'uso del territorio

L'evoluzione dei sistemi di trazione non può da sola essere risolutiva a meno che i condizionamenti sull'uso del suolo urbano non siano così forti da limitare l'uso dell'auto privata. Le alternative modali di trasporto pubblico - se ben impiegate e soprattutto se rispondenti alle attuali esigenze di mobilità (metropolitane automatiche, *people mover* e simili) - rappresentano sicuramente soluzioni a vantaggio dei vincoli sull'uso del territorio. Al contempo, sono andate sviluppandosi le sopracitate soluzioni di mobilità condivisa (*shared mobility*), che possono favorire un uso più efficiente dei veicoli nello spazio e nel tempo, anche mediante servizi di *Mobility as a Service (MaaS)*, di cui si parlerà diffusamente più avanti.

Oltre all'innovazione tecnologica, occorrerà porre l'accento sull'innovazione di processo, necessaria per gestire congiuntamente, secondo nuovi criteri, le interazioni nel sistema trasporti – territorio.

2. Soluzioni innovative per la mobilità urbana

Ogni città ha caratteristiche uniche in termini di storia, configurazione territoriale, comportamenti di scelta degli utenti, struttura delle infrastrutture e dei servizi. Pertanto, non si possono individuare per la mobilità, soluzioni che valgano in qualunque ambito urbano. Al contempo, ogni ipotesi di intervento, inquadrata opportunamente all'interno di un più ampio contesto di pianificazione, deve essere analizzata con metodi quantitativi sia *ex-ante*, per confrontare differenti soluzioni d'intervento, sia *ex-post* per monitorare gli effetti (impatti) realmente prodotti rispetto a quelli attesi, all'interno di un processo continuo.

2.1 Evoluzione del modello di mobilità urbana e metropolitana

Negli ultimi anni, in Italia ed in Europa, si è osservato un cambiamento delle caratteristiche della mobilità urbana e metropolitana, rispetto al secolo scorso. Invero, già dal secondo dopoguerra all'inizio XXI secolo, si era già assistito ad un radicale cambiamento che ha accompagnato lo sviluppo sociale e economico: nel corso della loro espansione molte città sono passate da aree edificate servite dal trasporto collettivo (quale quello su rotaia dominante fino alla prima metà del secolo scorso) a conurbazioni più complesse, orientate all'uso dell'autovettura privata, per poi gradualmente trasformarsi in aree più vaste nelle quali un sistema integrato di mezzi di trasporto individuali e collettivi, pubblici, privati e condivisi assicura la mobilità in ambito urbano. Un processo di pianificazione integrata dei trasporti e del territorio può quindi comportare un'inversione di tendenza e può indirizzare lo sviluppo dei

trasporti verso obiettivi chiaramente orientati alla sostenibilità: energetica, ambientale, della sicurezza, sociale ed economica.

Strutture d'insediamento compatte, orientate al trasporto collettivo (*Transit Oriented Development*) possono favorire la riduzione dell'uso dell'autovettura – e del numero dei veicoli circolanti quando non necessari - rispetto alle strutture sparse. L'orientamento al trasporto collettivo dovrà essere perseguito, oltre che negli assetti territoriali, nella progettazione dei singoli componenti (*Transit-Oriented-Development Design*). Occorre ripensare fortemente gli assetti territoriali: la riduzione degli autoveicoli privati circolanti, insieme all'incremento di forme di mobilità dolce (piedi, bici) oltre che del trasporto pubblico/collettivo richiedono talvolta un radicale **ridisegno degli spazi urbani**. Ad esempio, la pianificazione di aree "mixed-use" pedonali attorno a nuove o esistenti stazioni ferroviarie potrebbe promuovere l'utilizzo di modalità di trasporto più sostenibili. Appare, inoltre, auspicabile ridisegnare le strade come "infrastrutture verdi" (*green infrastructures*); a tal fine, un uso esteso ed attento della vegetazione consentirebbe di ottenere un migliore microclima, livelli più bassi di inquinamento, ed in generale una maggiore vivibilità degli spazi urbani (si veda ad esempio il *Barcelona green infrastructure and biodiversity plan 2020*).

Il concetto di **MaaS** (*Mobility as a Service*) denota un nuovo modello di gestione della mobilità in cui l'utente non sceglie più un modo (una tecnologia) di trasporto, spesso considerando l'automobile una sorta di modo di riferimento, ma un "pacchetto di servizi" tra i quali scegliere in base alle necessità; si asseconda così la diversificazione modale per l'erogazione di servizi di trasporto, soprattutto in ambito urbano. I MaaS sono stati recentemente introdotti con la finalità di rendere più razionali e sostenibili gli spostamenti di trasporto. Ad esempio, rinunciare a possedere un'auto privata e noleggiarne una di car-sharing (o *scooter sharing*) ogni mattina per andare al lavoro - se compatibile con le proprie necessità - permette di ridurre il consumo di spazio urbano con auto talvolta parcheggiate per oltre il 90% della loro vita utile, consentendo al contempo di limitare gli impatti ambientali del trasporto utilizzando flotte veicolari aziendali sempre più tecnologicamente avanzate (es. elettriche) e, comunque, frequentemente rinnovate. Con i MaaS, cambia sensibilmente il paradigma della mobilità: i veicoli vengono sostituiti per usura e non più per vetustà o ammortamento. Ad oggi i MaaS sono gestiti integralmente da società private (es. operatori di car-sharing o noleggio con conducente). In Europa non esiste ancora alcuna regolamentazione sui MaaS che imponga il perseguimento degli obiettivi citati di razionalità e sostenibilità del trasporto.

Politiche di "**road pricing**" se correttamente progettate, possono considerarsi efficaci misure di intervento basate sulla correlazione diretta tra esternalità da traffico e flussi di veicoli che le producono. La tariffazione dei parcheggi può considerarsi l'iniziale e la più diffusa forma di "road pricing" in campo urbano. A questa si aggiunge il "congestion charging" che prevede il pagamento di tariffe per l'accesso alle aree centrali urbane, eventualmente solo per veicoli localmente inquinanti. Londra, nel 2003, ne è stata il principale esempio (area di 21 km²) seguita nel 2006 da Stoccolma (30 km²) e nel 2012 da Milano ("area C" con estensione di 8 km²). Le misure di "congestion charging" consentono l'accesso a chiunque abbia disponibilità a pagare. In particolare, tali politiche prevedono l'adozione di una tariffazione rivolta direttamente agli utenti della rete stradale (solitamente ne sono esenti i veicoli a due ruote) in funzione del livello di congestione, emissioni e impatti generati, tendendo in tal modo alla modifica dei comportamenti di mobilità sia in termini di scelta del percorso sia di modo di trasporto. Nonostante esistano vantaggi, sia in termini finanziari sia ambientali e sociali derivanti dalle applicazioni di politiche di *congestion pricing* a livello urbano, queste sono solitamente respinte

dall'opinione pubblica, poiché considerate come tasse addizionali o inibizioni alla libertà di spostamento. È altresì ovvio il loro carattere regressivo poiché vanno a discapito dei redditi più bassi. Questo è uno dei motivi per cui in realtà i casi di applicazione di politiche di *congestion pricing* risultano ad oggi non troppo diffuse, lasciando invece più ampio margine a politiche di *pricing* rivolte prevalentemente ai veicoli merci.

Vale tuttavia la pena osservare come le misure di *pricing* siano, in linea di principio, da preferire ai divieti in quanto consentono agli utenti decisioni in linea con il valore attribuito allo spostamento. E' per questa ragione che a Londra si è deciso di adottare una "emission surcharge", anche chiamata "T-charge" (da "toxicity") che, in aggiunta alla "congestion charge", prevede tariffe maggiorate per i veicoli più inquinanti (classi inferiori a Euro 4/IV) invece dei divieti. Si tratta di un esempio interessante da considerarsi come buona prassi: tutti i veicoli contribuiscono alla congestione e quindi pagano la "congestion charge" (11.5 GBP al giorno), i più inquinanti pagano una somma più elevata (ulteriori 10 GBP) per tener conto dei maggiori costi ambientali prodotti.

Servizi di *ride-hailing* (*cabs services*), ad es. Uber e Lyft, possono produrre benefici per gli utenti in termini di flessibilità, accessibilità, economicità (rispetto ai modi di trasporto tradizionali), ma non per la collettività in termini di livelli di congestione e impatti ambientali. Questi servizi, quindi – oltre a dover essere compatibili con la legislazione vigente - non sono qualificabili a pieno titolo come MaaS non essendo indirizzati ad obiettivi di sostenibilità, né significativamente diversi dal tradizionale servizio taxi, modello di business da cui derivano.

Vehicle sharing o *car/scooter sharing* sono servizi in grado di produrre benefici sia per l'utente sia per la collettività: la condivisione dei veicoli rende il sistema più efficiente in relazione all'aumento del grado di utilizzo dei veicoli e può produrre benefici a livello ambientale (lo sfruttamento della capacità residua dei veicoli consente di soddisfare maggiore domanda a parità di offerta). Tuttavia i servizi *car sharing* pongono il problema di compatibilità con le esigenze effettive dell'utenza, talvolta non soddisfatte, e di parcheggio dei veicoli (che da un punto di vista della sostenibilità del servizio può rappresentare un aspetto negativo). Questi servizi, inoltre, sembrano funzionare bene soltanto nei centri urbani densamente abitati; in questo caso si potrebbero qualificare come MaaS.

Infine i servizi di *ride sharing* (es. BlaBlaCar) un buon esempio di MaaS, presentano il vantaggio di aumentare il grado di occupazione dei veicoli, ma una loro ampia diffusione è attualmente ostacolata da problemi di sicurezza (condivisione del viaggio con sconosciuti), modalità di accesso e di convenienza economica. Il meccanismo d'incentivazione per i conducenti, ovvero la condivisione dei costi di viaggio, rende tale servizio conveniente prevalentemente su medie e lunghe distanze.

2.2 Elettificazione dell'auto: veicoli ibridi e elettrici

La maggior parte degli spostamenti in ambito urbano avviene sulle medio-brevi distanze, pertanto i veicoli con **trazione elettrica** (non necessariamente veicoli elettrici "puri") possono costituire una valida alternativa rispetto a quelli con motori a sola combustione interna, salvo nel caso di maggiori percorrenze (superiori ad esempio ai 100 chilometri), in cui i veicoli elettrici non sono in grado di garantire la flessibilità richiesta al mezzo privato nelle varie necessità possibili.

Il maggiore prezzo di acquisto e un'autonomia di marcia più limitata rispetto ai veicoli equipaggiati solo con motore a combustione interna, i tempi di ricarica maggiori rispetto al

rifornimento di combustibili liquidi, la scarsa disponibilità delle postazioni di ricarica fuori città, sono inoltre aspetti che al momento ostacolano la diffusione dei veicoli elettrici puri.

D'altro canto, l'affinamento di tecniche di ricarica delle batterie, conduttive o induttive, supporta la progettazione e la diffusione dei **veicoli ibridi** che, oltre alla ricarica diretta (*plug-in* o senza contatto), prevedono l'utilizzo di un motore endotermico (spesso di ridotta cilindrata/capacità o *down-sizing* e *bi/multi-fuel*) che unito ad un motore elettrico a batterie consente di scegliere il tipo di trazione più adatto alla situazione di marcia e di effettuare la ricarica indipendente.

Si può anticipare che a fronte di un avanzamento tecnologico, i veicoli ibridi e/o elettrici puri nel tempo diverranno una valida alternativa ai veicoli tradizionali a patto che l'**energia di alimentazione** provenga, in quota non marginale, **da fonti rinnovabili** e si affronti il problema dello smaltimento o riutilizzo (*second life*) degli accumulatori.

È utile infine ricordare che il [Dlgs 257/2016](#), pubblicato in Gazzetta il 13 gennaio 2017, prevede l'obbligo di predisposizione alla installazione di colonnine di ricarica dei veicoli elettrici per gli edifici di nuova costruzione ad uso diverso da quello residenziale con superficie utile superiore a 500 metri quadrati e per gli edifici residenziali di nuova costruzione con almeno 10 unità abitative.

2.3 Veicoli di trasporto a guida assistita ed autonomi (self-driving)

Lo sviluppo dei veicoli a guida assistita, eventualmente autonoma - parziale o completa - e della mobilità condivisa (*shared mobility*) potrebbe consentire di superare il dualismo autovettura privata – trasporto collettivo: la condivisione porterà a gestire le automobili come un sistema di trasporto collettivo, che consentirà di ampliare l'area servita dai sistemi di trasporto rapido di massa, necessariamente localizzata lungo gli itinerari a maggiore domanda. Occorrerà allo scopo perseguire una forte integrazione dei due sistemi.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata ai costi: probabilmente i veicoli autonomi personali, ed i sistemi di condivisione dei veicoli, saranno finanziati direttamente dagli utenti finali; lo sviluppo di queste forme di trasporto non deve tuttavia distogliere l'attenzione dalla necessità di investimenti della collettività nei sistemi di trasporto rapido di massa.

La diffusione dei veicoli autonomi influenzerà la domanda di mobilità e i relativi costi, quindi necessariamente le attività di pianificazione, progettazione e gestione di strade, parcheggi e trasporti pubblici. Inoltre, la diffusione dei veicoli autonomi comporterà problemi di sicurezza (intesa nella doppia accezione di *safety* e *security*) nonché di etica legata alla sicurezza.

Al momento si pone molta enfasi sugli aspetti tecnologici necessari per la realizzazione, ma è opportuno sottolineare come rivestono altrettanta significativa importanza: la definizione degli standard di prestazione richiesti a tali veicoli per viaggiare sulle strade, la valutazione dei rischi e delle opportunità che presentano e lo sviluppo di politiche volte a garantire che la loro diffusione contribuisca effettivamente al raggiungimento di obiettivi strategici per la collettività (riduzione della congestione e dell'inquinamento, sicurezza e inclusione sociale), nonché gli strumenti metodologici di analisi.

Esistono previsioni di scenario secondo le quali solo a partire dal 2040 questi veicoli diventeranno "accessibili economicamente" per una quota significativa di utenti. Altri esperti del settore prevedono che i servizi a chiamata erogati con veicoli elettrici a guida autonoma (servizi car sharing/taxi) diventeranno realtà tra il 2030 e il 2050 (modello di business MaaS).

I più ottimisti tra gli esperti del settore sono convinti che essi forniranno enormi benefici sociali, contribuendo in modo determinante a risolvere rapidamente molti problemi di trasporto: congestione, incidentalità, inquinamento, inclusione sociale (opportunità di mobilità indipendente anche a chi non dispone di una automobile individuale). D'altro canto, i meno

ottimisti sostengono che vi sia grande incertezza in merito ai reali vantaggi/benefici che questi veicoli potranno offrire.

Si noti che:

- essi potrebbe produrre un aumento degli spostamenti; si potrebbe invero anche facilitare la condivisione dei veicoli, ma nel caso in cui questo non si verificasse contribuirebbe ad aggravare i problemi di congestione delle reti urbane, inconveniente superabile solo con opportune politiche di regolamentazione (es. efficiente tariffazione degli accessi, corsie preferenziali per i veicoli ad alta occupazione);
- esistono ancora molti problemi tecnici da risolvere prima che possano funzionare in tutte le condizioni: la circolazione di questi veicoli sulle strade pubbliche è complessa a causa delle frequenti interazioni con altri oggetti/soggetti (veicoli, pedoni, ciclisti, animali, veicoli tradizionali o a parziale guida autonoma, ecc...); sussistono inoltre dubbi in relazione alla loro capacità di operare in condizioni meteorologiche avverse e/o condizioni non ottimali del manto stradale;
- i malfunzionamenti di un veicolo a guida autonoma potrebbero rappresentare un grave rischio per la sicurezza non solo degli occupanti ma di tutti gli utenti della strada;
- i numerosi benefici potenziali, come la riduzione della congestione, delle emissioni, dell'ampiezza delle corsie, potranno essere prodotti solo quando la maggior parte o tutti i veicoli circolanti opereranno a guida autonoma, non certo nelle condizioni di traffico misto che caratterizzeranno il lungo periodo transitorio.

2.4 Logistica urbana

La rapida crescita del trasporto urbano delle merci dovuto ai recenti cambiamenti della *supply chain* (ad es., just-in-time, consegne a domicilio a seguito di acquisti online) sta determinando un aumento delle consegne e del numero di veicoli commerciali nelle ore diurne con conseguenti significativi impatti. Inoltre, l'ultimo miglio è divenuto sempre più la parte cruciale della catena logistica, sia dal punto di vista dei consumatori finali che per le aziende di trasporto. Quindi, è in questo segmento del trasporto merci che si è concentrata recentemente una forte spinta all'innovazione, con proposte rivolte a migliorare l'efficienza e la qualità delle operazioni di consegna e ritiro delle merci, anche con il supporto determinante della telematica e dell'automazione. L'automazione riguarda principalmente la ricerca di soluzioni per migliorare la velocità e la flessibilità delle consegne, lato consumatori finali, e la riduzione dei costi e degli impatti prodotti, lato operatori e collettività, molto spesso per ridurre i costi e gli effetti delle mancate consegne.

I consumatori/clienti ormai si aspettano di poter avere la consegna a domicilio, a seguito ad esempio di acquisti on line, sempre e ovunque. Allo scopo, e per ridurre le mancate consegne, che incidono per oltre il 14% sul totale consegnato, nelle aree urbane/residenziali si sta diffondendo l'utilizzo e la diffusione dei *parcel-locker*. Questo sistema permette il ritiro dell'acquisto 24 ore su 24,7 giorni su 7, con notevole riduzione delle percorrenze urbane delle flotte veicolari adibite alle consegne.

Un'altra interessante soluzione ancora in fase di sperimentazione è il *self-driving pack station*, basato su mini-veicoli robotizzati che possono raggiungere il cliente dove abitualmente svolge le sue attività (esempio DHL).

Per quanta riguarda gli operatori, l'attenzione è rivolta all'utilizzo di nuovi veicoli a supporto della corrente attività di consegna o per raggiungere aree remote e poco accessibili (ad

esempio, aziende come Amazon, Google e DHL stanno sperimentando l'uso di droni per operare le consegne in zone rurali e scarsamente popolate) oppure al coinvolgimento di utenti per operare come *courier*.

Anche i veicoli autonomi privati potrebbero concorrere al parco di automobili condivise. Per esempio, una casa automobilistica sta promuovendo una "on Call app", la quale permette di accedere ad un veicolo autonomo condiviso, utilizzando le automobili private come un deposito mobile. I clienti che effettuano ordini online invece di ritirare la merce personalmente o di prenotare un servizio di consegna a domicilio, possono prenotare una *shopping car* autonoma che provvederà autonomamente al recapito.

Infine, sono in corso di sviluppo soluzioni di consegna completamente automatizzate (*self-driving parcel*). Il veicolo cui è affidata la consegna di piccoli pacchi è dotato di particolari sensori che permettono di verificare l'integrità della consegna (ad esempio la corretta temperatura) e trovare da sé il percorso per raggiungere il destinatario, muovendosi autonomamente nell'ambiente urbano (su marciapiedi e salendo gradini). La sicurezza del contenuto trasportato è assicurata da un avanzato sistema di apertura del vano porta oggetti e di un sistema GPS/Galileo che permette la localizzazione in ogni istante. Una volta che il veicolo ha raggiunto la destinazione, il cliente può prelevare la sua consegna e, mediante delle applicazioni mobili, confermare l'operazione e rimandare il veicolo indietro (esempi prototipali sono Gita, prodotto da Piaggio Fast Forward, o Starship prodotto da Starship Technologies).

Benefici per le aree urbane potrebbero anche derivare da una diversa organizzazione degli orari di consegna. Infatti, la riduzione dei costi di consegna e degli impatti potrebbe essere perseguita anche con l'implementazione di piani di consegne fuori orario (*off peak hour delivering*). L'amministrazione locale può autorizzare gli operatori del trasporto a effettuare/incentivare le consegne durante la notte, se questi adottano misure per limitare il rumore che potrebbe disturbare il sonno dei residenti. Lo sviluppo delle consegne notturne potrebbe essere facilitato includendo l'equipaggiamento per la riduzione del rumore nei veicoli di serie. In particolare i veicoli elettrici potrebbero bene adattarsi alle consegne notturne, per via del bassissimo impatto acustico.

2.5 Metodi e modelli di analisi, valutazione e progettazione

Le nuove tendenze, l'emergere di nuove forme di mobilità e quindi di nuovi comportamenti di mobilità potrebbero rendere necessaria una rivisitazione dei modelli consolidati utilizzati per la analisi *before/after* e per la valutazione degli effetti derivanti dalla realizzazione degli interventi. Le soluzioni proposte dovranno essere adeguatamente analizzate e progettate con modelli oggi ampiamente disponibili e che riguardano:

- la pianificazione, progettazione e gestione
 - ≡ la gestione della domanda di mobilità e logistica (rispettivamente per passeggeri e merci), ad esempio, tramite politiche di *push e/o pull*, anche con riferimento agli effetti su comportamenti nel trasporto o nelle attività delle persone (es. *family activity patterns*);
 - ≡ la progettazione e gestione dell'offerta di trasporto, mediante l'ottimizzazione delle reti e dei servizi (es. capacità, servizi di sharing, integrazione modale, tariffe, livello di servizio offerto, efficacia/efficienza);
- la valutazione degli impatti (effetti)

- ≡ interni al sistema dei trasporti con riferimento ad ambiti differenti (ad esempio utenza debole, accessibilità territoriale, sicurezza stradale) e secondo prospettive differenti (utente, cittadino, gestore/fornitore di servizi);
- ≡ esterni al sistema dei trasporti, ad esempio, impatti socio-economici (es. equità, welfare, economia) ed interazione trasporti – territorio (es. localizzazione/ridistribuzione delle attività, livelli di produzione e consumo di beni e servizi);
- la partecipazione alle scelte da parte di tutti i portatori di interessi; la condivisione consentirà di evitare i fenomeni di rigetto globale (Nimby), che spesso accompagna gli interventi sul sistema dei trasporti, sia che si tratti di adottare un nuovo schema di circolazione o di realizzare una grande infrastruttura.

2.6 Alcune “Best Practices”

Gli interventi adottati da alcuni paesi Europei, in coerenza con le linee guide proposte dall'Unione Europea, possono essere suddivisi in due classi.

Una prima classe considera soluzioni per incentivare il trasporto collettivo e la mobilità non motorizzata, ad esempio:

- promozione degli spostamenti in bicicletta;
- conversione dei mezzi attualmente in dotazione alle aziende di trasporto pubblico in elettrici o ibridi, in base alle esigenze locali, aziendali e di esercizio;
- riduzione dei costi e miglioramento della qualità di servizio dei trasporti pubblici;
- sviluppo di sistemi ed impianti di trasporto alternativi.

Una seconda classe considera soluzioni per disincentivare l'uso dell'autovettura privata, ad esempio:

- limitazioni alla circolazione dei veicoli più inquinanti all'interno delle aree urbane e nelle zone più sensibili;
- introduzione di zone riservate alla mobilità a zero emissioni locali;
- limitazioni di velocità in determinati periodi.

Si riportano di seguito alcuni esempi di combinazione di interventi delle due classi.

A Bolzano è previsto un piano di riduzione delle emissioni con interventi a livello urbano e extraurbano, che include numerosi interventi.

- Traffico urbano
 - ≡ Limitazioni alla circolazione dei veicoli più inquinanti all'interno degli abitati
 - ≡ Introduzione di zone riservate alla mobilità a zero emissioni
 - ≡ Interventi a favore del traffico ciclistico
 - ≡ Gestione dei parcheggi
 - ≡ Gestione delle strade urbane

- ≡ Disposizioni varie di tutela dell'aria a livello comunale
- - Traffico extraurbano
 - ≡ Riduzione dell'inquinamento nelle vicinanze delle strade principali
 - ≡ Riduzione delle emissioni dalle gallerie stradali
 - ≡ Limitazioni di velocità in determinati periodi
 - ≡ Limitazione alla circolazione nelle zone più sensibili
 - ≡ Limitazioni al traffico merci su gomma
- - Incentivazione all'utilizzo delle nuove tecnologie
 - ≡ Incentivazione per automobili a bassa emissione
 - ≡ Incentivazione per veicoli commerciali a bassa emissione
 - ≡ Conversione dei mezzi in dotazione alle aziende di trasporto pubblico in elettrici
 - ≡ Promozione dell'impiego di carburanti meno inquinanti

In Danimarca si propone:

- Esenzione delle tasse per autovetture elettriche e ad idrogeno
- Promozione degli spostamenti in bicicletta
- Elettificazione di tutte le ferrovie
- Riduzione dei costi e miglioramento della qualità di servizio dei trasporti pubblici
- Iniziative in ambito energetico.

Anche in Francia sono stati adottati provvedimenti simili a quelli visti in precedenza:

- Sviluppo di sistemi di trasporto alternativo: in particolare modernizzazione delle linee ferroviarie e introduzione di nuove linee ad alta velocità.
- Introduzione di vie d'acqua interne
- Riduzione delle emissioni dei veicoli privati
- Incentivazione all'acquisto di veicoli ecologici riducendo tasse e fornendo bonus all'acquisto
- Incentivazione di ricerche e uso dei biocarburanti
- Introduzione di una Ecotassa chilometrica per mezzi pesanti

3. Conclusioni

In conclusione, si sintetizzano alcuni dei principali ambiti dei Trasporti sui quali la SIDT ritiene necessario intervenire ai fini del miglioramento della mobilità, della logistica e della vivibilità degli spazi urbani.

Pianificazione

- Metodi quantitativi per la valutazione *before-after* e il confronto di interventi specifici per ciascun territorio. Tale approccio, nel perseguire l'obiettivo di soddisfare le esigenze di mobilità e logistica attuali e future, deve necessariamente essere basato sui principi dell'integrazione, della partecipazione sociale, della valutazione degli interventi in ottica sostenibile e della valorizzazione delle aree urbane. Sarebbe auspicabile, a tal proposito, promuovere esperienze di *place making*, volte e coinvolgere attori pubblici e privati nella pianificazione e progettazione di spazi urbani - per farne luoghi "da vivere"- sui quali poi innestare iniziative di rigenerazione di interi quartieri.

Aspetti normativi e regolatori

- Public Engagement.** Far sì che il "dibattito pubblico" diventi prassi comune in fase di pianificazione/progettazione di un'opera, di un intervento, di una policy. Ciò, nella consapevolezza che la condivisione, da parte degli stakeholder, di obiettivi, impatti e risultati attesi aumenta la probabilità di realizzazione del progetto stesso, la sua efficacia nonché la fruizione nel tempo di quanto costruito o implementato.
- Norme, regolamenti e documenti di pianificazione.** Occorre superare la tradizionale distinzione tra pianificazione del territorio e pianificazione dei trasporti. Trasporti e territorio sono sistemi interdipendenti che devono collaborare, pur rispettando le reciproche autonomie, e come tali dovranno essere progettati. A scala urbana, ciò trova un primo riscontro nell'implementazione dei Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile (PUMS).

Infrastrutture

- Città accessibili:** occorre talvolta ridisegnare gli spazi urbani. Attualmente, tali spazi sono sovente solo a misura di automobile. Applicare i principi del *Transit Oriented Development Design*, ovvero promuovere il ridisegno delle aree urbane dedicate alla nuova mobilità: spazi per il pedone, per le bici, per le ricariche, per l'interscambio modale; ridurre, dove utile, la capacità viaria per il traffico motorizzato privato ed aumentare la sicurezza per tutti gli utenti della strada; realizzare infrastrutture "verdi" per le quali l'impatto della cementificazione del suolo viene comunque mitigato dall'inserimento di aiuole, *rain gardens* e, ove possibile, dalla piantumazione di vere e proprie aree boschive.

Veicoli

- Veicoli ed interazione con infrastrutture e servizi passeggeri e merci.**

La diffusione dei veicoli puramente elettrici sia per trasporto passeggeri sia di merci è attualmente limitata ad un uso prevalentemente urbano, in ragione della scarsa autonomia di marcia ma, ancor più, della difficoltà di ricarica allorquando necessaria e per gli elevati costi di acquisto. In attesa di registrare, nel lungo periodo, un aumento rilevante di tali veicoli – sia pure con *powertrain* ibridi (*plug-in*) sulle reti viarie - sebbene vada comunque investigato il contributo della mobilità elettrica all'effettiva riduzione del gas serra - diviene essenziale già nel brevissimo periodo, supportare ed incentivare la diffusione di veicoli a propulsione ibrida. Tali veicoli, non essendo vincolati all'autonomia di marcia, possono contribuire fattivamente alla riduzione delle emissioni di CO₂ e alla diminuzione della dipendenza del settore dai combustibili fossili. Al fine di perseguire tale obiettivo strategico, è tuttavia importante assicurare che la produzione delle varie tipologie di veicoli ad alimentazione ibrida (ad es. *full hybrid*, *extendend range*, *plug-in*) segua di pari passo l'evoluzione tecnologica dei motori a combustione interna, degli accumulatori elettrici e delle tipologie di carburanti "green". In tal modo, l'indipendenza del trasporto dai combustibili di origine fossile diventerà un traguardo realisticamente raggiungibile.

Servizi

- **Mobility as a Service.** Superamento dell'idea di mobilità privata individuale incentrata sul possesso esclusivo di un'automobile, per approdare al concetto di mobilità integrata supportata da un'ampia ed eterogenea offerta di servizi web-based di nuova concezione, destinata a migliorare l'esperienza "viaggio" per ogni classe di utenza e, contestualmente, ad aumentare l'efficienza e l'efficacia del trasporto.
- **Logistics as a Service.** Creazione di nuove opportunità di sviluppo per la logistica urbana attraverso l'innovazione e l'utilizzo di nuove tecnologie, non prescindendo dalle reali prospettive di crescita dell'e-commerce B2B e B2C. Ciò al fine di ottimizzare tempi e metodi per la gestione della distribuzione urbana delle merci e ridurre le esternalità negative ambientali e sociali direttamente riconducibili a tali attività.

Impianti e tecnologie

- **Smart City e ITS.** Coniugare i concetti di mobilità e sostenibilità, con quelli di innovazione e digitalizzazione al fine di (ri)costruire città e contesti locali caratterizzati da elevati standard di vivibilità ambientale e sociale (*safety & security*). La definizione di una strategia nazionale condivisa, combinata all'allocazione di opportune risorse economiche e allo sviluppo di competenze specifiche in tal senso, supporterebbe il raggiungimento di tale obiettivo, divenuto ormai prioritario per le città del XXI secolo.
- **Postazioni di ricarica.** Realizzare opportuni modelli di offerta di servizi di ricarica su suolo pubblico o ad acceso pubblico (es. stazioni d'interscambio) in funzione della configurazione della rete viaria di accesso primario alle aree urbane e metropolitane, delle principali relazioni O-D e del fenomeno del pendolarismo, ove presente. Importante è altresì individuare strategie volte ad integrare gradualmente le reti di ricarica elettrica con l'attuale rete di distribuzione dei combustibili per auto (stazioni di rifornimento benzina/diesel, metano, GPL), favorendo la diffusione delle postazioni di ricarica soprattutto all'interno di parcheggi di interscambio del TPL, dei sistemi ferroviari in senso lato, e parcheggi in struttura in prossimità di centri multifunzionali ad elevata attrattività.

Ricerca e formazione

- **Valorizzazione della ricerca e della formazione specialistica.** Elementi da quali non si può prescindere per comprendere la valenza innovativa di nuovi strumenti e sviluppi tecnologici di interesse per il sistema dei trasporti nonché le dinamiche di mobilità ad esso correlate.
- **Strumenti per la condivisione di scelte strategiche per la mobilità.** Ricerca e formazione da intendersi non solo come attività propedeutiche alla preparazione di nuove figure professionali o all'aggiornamento delle competenze dei tecnici già operanti nell'industria di beni e servizi per la mobilità, ma anche come strumenti per ampliare la cultura dei decisori politici e per accrescere la consapevolezza sociale, al fine di pianificare, valutare e adottare misure di mobilità urbana coerenti con gli obiettivi di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ≡ Arbib, J., Seba, T. (2017). Rethinking Transportation 2020–2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries - RethinkX Sector Disruption Report.
- ≡ AA. VV., EU Cycling Strategy. Recommendations for Delivering Green Growth and an Effective Mobility System in 2030, European Cyclists' Federation (EFC), Brussels, 2017.
- ≡ AA. VV., 1^ Rapporto nazionale 2016. La sharing mobility in Italia: numeri, fatti e potenzialità, Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2016, Roma.
- ≡ AA. VV., 2° Rapporto nazionale sulla sharing mobility, Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2017, Roma.
- ≡ AA. VV., 14° Rapporto sulla mobilità in Italia, ASSTRA, ANAV, ISFORT, Roma, 19 aprile 2017.
- ≡ Carteni A. (2017). A new look in designing sustainable city logistics road pricing schemes. 12th International Conference on Urban Regeneration and Sustainability - Sustainable City 2017, 18 - 20 September, Seville, Spain.
- ≡ Carteni A., Casetta E., Henke, I. (2017). Acceptance and equity in advanced path-related road pricing schemes. 5th IEEE International Conference on Models And Technologies For Intelligent Transportation Systems; Naples, Italy, June 26-28.
- ≡ Cervero R. et al., Transit Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects, TCRP Report 102, Transportation Research Board, 2004.
- ≡ Cipriani E, L. Mannini, B. Montemarani, M. Nigro, M. Petrelli. Congestion Pricing Policies: Design and Assessment for the city of Rome, Italy. Actually under review by Transport Policy
- ≡ Comi, A., Buttarazzi, B., Schiraldi, M. M., Innarella, R., Varisco, R. and Rosati, L. (2017). DynaLOAD: a simulation framework for planning, managing and controlling urban delivery bays. In Transportation Research Procedia 22, DOI: 10.1016/j.trpro.2017.03.049, pp. 335–344.
- ≡ Dalla Chiara B., Deflorio F., Eid M., Analysis of real driving data to explore travelling needs in relation to hybrid–electric vehicle solutions, Transport Policy, Available online 26 April 2018, ISSN 0967-070X, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.04.009>
- ≡ Fishman T. D. (2012) Digital-Age Transportation, The Future of Urban Mobility, Deloitte University Press.
- ≡ Giesecke, R., Surakka, T., & Hakonen, M. (2016). Conceptualising Mobility as a Service. A user centric view on key issues of mobility services. In Eleventh International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER). Monte Carlo, Monaco.
- ≡ Jittrapirom P., Caiati, V., Feneri, A., Ebrahimigharehbaghi S., Alonso González M., Narayan J. (2017). Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges. Urban Planning, Volume 2, Issue 2, Pages 13–25.
- ≡ Litman, T. (2017). Autonomous vehicle implementation predictions Implications for transport planning. Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute.
- ≡ Litman, T. (2017). Autonomous vehicle implementation predictions Implications for transport planning. Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute.
- ≡ Marcucci, E., Gatta, V., Peralice, E., Le Pira, M., Carrocci C. S. (2017a). Analisi del crowdshipping come soluzione innovativa per promuovere la crescita e la sostenibilità delle aree urbane. Trasporti e cultura 47.
- ≡ Navone M., Dalla Chiara B., Blengini S., Vair E., Cable driven Automated People Movers for urban applications: modelling the roller for investigating energy consumption, Impianti automatici con trazione a fune per trasporti urbani: modellazione dei rulli per la verifica del consumo energetico, Ingegneria Ferroviaria, vol. LXX, ISSN: 0020-0956. Numero 9, pp 631-663, Settembre 2017.
- ≡ Nuzzolo, A., Comi, A., Ibeas, A. and Moura, J. L. (2016). Urban Freight Transport and City Logistics Policies: Indications from Rome, Barcelona and Santander. In International Journal of Sustainable Transportation 10 (6), DOI: 10.1080/15568318.2015.1014778, Francis & Taylor, pp. 552-566.

- ≡ Piccioni C., Valtorta M., Musso A. (2017a). On-street parking management: bridging the gap between theory and practice, in G. Dell'Acqua, F. Wegman (editors), Proceedings of the AIIT-International Congress on Transport Infrastructure and Systems. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, pp. 777-786; ISBN 978-1-138-03009-1; doi: 10.1201/9781315281896-101.
- ≡ Porter D.R. et al, (1997). Transit Focused Development: a Synthesis of Transit Practice, TCRP Synthesis 20, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press.
- ≡ Savelsbergh M., Van Woensel T. (2016). City Logistics: Challenges and Opportunities. http://www.optimization-online.org/DB_HTML/2016/02/5326.html.
- ≡ Slabinac M. (2015). Innovative Solutions for a “Last-Mile” Delivery—A European Experience. Business Logistics in Modern Management. <http://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/plum/article/view/3876>
- ≡ Van Audenhove F.J, Kornichuck O., Dauby L., Pourbaix J., (2014). The Future of Urban Mobility 2.0 - Imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow, Arthur D. Little - UITP.

RIFERIMENTI A LINEE GUIDA E STRUMENTI REGOLATORI E PIANIFICATORI

- ≡ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A European Strategy for Low-Emission Mobility [COM(2016) 501].
- ≡ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital [COM/2013/0249].
- ≡ ECORYS (2014) Feasibility Study: European City Pass for Low Emission Zones. Final Report. Annex A: Standards and Guidance Documents.
- ≡ European Commission (2011). Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System. White Paper.
- ≡ ERTRAC & ERRAC-ALICE Working Group on Urban Mobility, (2017). Integrated Urban Mobility Roadmap, ERTRAC.
- ≡ Legge 11 gennaio 2018, n. 2. Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica. G.U. 31.1.2018, n. 25.
- ≡ Piano nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad energia Elettrica (PNIRE) linee di indirizzo coerenti con la L. 134/2012 per la redazione dei Piani della Mobilità elettrica.
- ≡ Unione Europea, Libro Bianco: Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile, COM (2011) 144 def. del 28/3/2011.

SITOGRAFIA

- ≡ DHL 2013. DHL crowd sources deliveries in Stockholm with MyWays. http://www.dpdhl.com/en/media_relations/press_releases/2013/dhl_crowd_sources_deliveries_stockholm.html
- ≡ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/com20170283-europe-on-the-move.pdf>
- ≡ <https://trimis.ec.europa.eu/roadmaps>
- ≡ http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- ≡ <https://sustainabledevelopment.un.org>
- ≡ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>
- ≡ <https://unfccc.int>

Capitolo 1: analisi dell'evoluzione dei trasporti in generale suddivisa in tre regioni Ovest, centrale e est. Approfondimento sui trasporti stradali e principali agenti
Capitolo 2: Analisi sull'incidenza del traffico stradale nei livelli di inquinamento dell'aria. Valutazione dei risultati portati da iniziative di trafficmanagement.

https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=b2G3k51rd0oC&oi=fnd&pg=PR1&dq=public+transport+pollution&ots=O68x9yKk2u&sig=uFvJZqTJX6n_DTqxk8XMSoKRWd0#v=onepage&q=public%20transport%20pollution&f=false

Air quality standards; tabella riepilogativa dei limiti imposti dall'UE.	http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm
Exceedances of air quality objectives due to traffic: Mappe divise per categorie di inquinante che mostrano i livelli in diversi punti di osservazione dell'Europa.	https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exceedances-of-air-quality-objectives/exceedances-of-air-quality-objectives-9
Grafici raffiguranti l'andamento dei vari inquinanti dagli anni 90 al 2014 e l'emissione di inquinanti per gruppi di settore.	https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/main-anthropogenic-air-pollutant-emissions/assessment-3
Air Quality Report.	https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016
Caso Italiano. Al capitolo 2 e 4 si leggono i provvedimenti presi per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento da traffico motorizzato nella città di Bolzano	http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/download/CATALOGO_dei_provedimenti.pdf
Report danese sui provvedimenti presi per la riduzione delle emissioni nei diversi settori. In particolare da pag. 39 a pag. 43 viene descritto il piano di azione per il settore dei trasporti.	https://stateofgreen.com/files/download/386
Piano di azione della Norvegia per la riduzione delle emissioni dal settore dei trasporti	http://www.tempo2014.no/summary.pdf
Brochure Francese per la riduzione delle emissioni. In particolare le pag. 11-12 sono dedicate al settore dei trasporti	http://ec.europa.eu/environment/archives/networks/greenspider/doc/climate_change_campaigns/ccc_france.pdf

Si vuole sottolineare come l'occasione offerta da questo Convegno rivesta particolare importanza poiché offre un'opportunità di confronto e condivisione, tra i diversi attori coinvolti, in un ambito – quello correlato all'evoluzione della mobilità nelle aree urbane - le cui dinamiche, interpretate alla luce dei nuovi driver della domanda ed offerta di servizi, evolvono con tempistiche di gran lunga più rapide rispetto a quanto manifestato fino ad una, due decadi or sono.