**Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro**

“Documento di linee guida illustrative della metodologia armonizzata di monitoraggio degli indicatori utili alla valutazione ex post dei benefici ambientali attesi con riferimento alle diverse azioni progettuali”

**Sommario**

[Introduzione 1](#_Toc38574814)

[Servizi ed infrastrutture di mobilità condivisa 5](#_Toc38574815)

[Attività 1.1 Car sharing 5](#_Toc38574816)

[Attività 1.3 Scooter sharing 5](#_Toc38574817)

[Attività 1.4 Car pooling 5](#_Toc38574818)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 6](#_Toc38574819)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 8](#_Toc38574820)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 9](#_Toc38574821)

[Servizi ed infrastrutture di mobilità condivisa 10](#_Toc38574822)

[Attività 1.2 Bike sharing 10](#_Toc38574823)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 11](#_Toc38574824)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 13](#_Toc38574825)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 14](#_Toc38574826)

[Opere per l’integrazione modale 16](#_Toc38574827)

[Attività 2.1 Parcheggi 16](#_Toc38574828)

[Attività 2.2 Ciclostazioni 16](#_Toc38574829)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 17](#_Toc38574830)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 19](#_Toc38574831)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 20](#_Toc38574832)

[Percorsi ciclabile e pedonali 22](#_Toc38574833)

[Attività 3.1 Percorsi pedonali 22](#_Toc38574834)

[Attività 3.2 Percorsi ciclabili 22](#_Toc38574835)

[Attività 3.3 Percorsi ciclopedonali 22](#_Toc38574836)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 23](#_Toc38574837)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 25](#_Toc38574838)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 26](#_Toc38574839)

[Spostamenti di gruppo per raggiungere sedi scolastiche e aziendali 28](#_Toc38574840)

[Attività 4.1 Pedibus/Bicibus/Bike to work 28](#_Toc38574841)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 29](#_Toc38574842)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 31](#_Toc38574843)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 32](#_Toc38574844)

[Moderazione del traffico 34](#_Toc38574845)

[Attività 5.1a ZTL 34](#_Toc38574846)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 35](#_Toc38574847)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 37](#_Toc38574848)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 38](#_Toc38574849)

[Sistemi intelligenti di trasporto (ITS) 40](#_Toc38574850)

[Attività 6.1 Sistemi per l’infomobilità e per il controllo / gestione della mobilità 40](#_Toc38574851)

[Stima dei benefici ambientali 41](#_Toc38574852)

[Azioni di mobility management 42](#_Toc38574853)

[Attività 7.1 Attività dei mobility manager 42](#_Toc38574854)

[Attività 7.2 Formazione dei mobility manager 42](#_Toc38574855)

[Stima dei benefici ambientali 43](#_Toc38574856)

[Agevolazioni ed incentivi 44](#_Toc38574857)

[Attività 8.1 Buoni mobilità ed agevolazioni tariffarie 44](#_Toc38574858)

[Attività 8.2 Incentivi acquisto beni 44](#_Toc38574859)

[Stima dei benefici ambientali 45](#_Toc38574860)

[Attività 9.1a Servizi di Trasporto Pubblico Locale 46](#_Toc38574861)

[(Potenziamento/estensione di linee esistenti, mantenendo inalterata la flotta dei veicoli di TPL) 46](#_Toc38574862)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 47](#_Toc38574863)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 49](#_Toc38574864)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 50](#_Toc38574865)

[Attività 9.1b Servizi di Trasporto Pubblico Locale 52](#_Toc38574866)

[(Rinnovo della flotta dei veicoli del TPL con mezzi elettrici) 52](#_Toc38574867)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 53](#_Toc38574868)

[Stima *ex ante* ed *ex post* dei benefici ambientali 55](#_Toc38574869)

[Attività 9.2 Servizi di Trasporto a chiamata / Taxi collettivo 56](#_Toc38574870)

[Attività 9.3 Servizi di scuolabus / Servizi di trasporto aziendale 56](#_Toc38574871)

[Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo 57](#_Toc38574872)

[Stima *ex ante* dei benefici ambientali 59](#_Toc38574873)

[Monitoraggio degli interventi e stima *ex post* dei benefici ambientali 60](#_Toc38574874)

# Introduzione

Nel Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro sono state finanziate attività progettuali di mobilità sostenibile che sono state divise in 19 diverse tipologie di intervento come riportato nella Figura 1 sottostante acquisita da uno dei nuovi POD consegnati dal MATTM ad ISPRA in data 2 dicembre 2019.



Figura 1: attività progettuali rimodulate dal MATTM e presenti nei nuovi POD

Per ogni attività progettuale il MATTM suggerisce una proposta procedurale per il calcolo dei benefici ambientali; in particolare, vengono proposte dal MATTM tre diverse procedure:

* **Procedura 1**

valida per un’ampia varietà di tipologie di intervento tra cui:

* **1.2** bike sharing
* **2.1** parcheggi, ciclo stazioni
* **2.2** ciclostazioni
* **3.1** percorsi pedonali
* **3.2** percorsi ciclabili
* **3.3** percorsi ciclopedonali
* **4.1** pedibus, bicibus, bike to work
* **5.1** ZTL
* **6.1** sistemi per l’infomobilità e per il controllo/gestione della mobilità
* **7.1** attività dei mobility manager
* **7.2** formazione dei mobility manager
* **8.1** buoni mobilità e agevolazioni tariffarie
* **8.2** incentivo acquisto beni
* **9.1a** potenziamento/estensione di linee esistenti mantenendo inalterata la flotta dei veicoli di TPL
* **9.2** servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo
* **9.3** servizi scuolabus e trasporto aziendale
* **Procedura 2**

per i servizi e le infrastrutture dedicati allo sviluppo della mobilità condivisa in autovettura, quali:

* **1.1** car sharing
* **1.3** scooter sharing
* **1.4** car pooling
* **Procedura 3**

per progetti di rinnovo del parco mezzi, quali:

* **9.1b** Rinnovo della flotta dei veicoli di TPL con autobus ad esclusiva alimentazione elettrica.

Nel formato dei nuovi POD predisposto dal MATTM, l’attività progettuale 9.1 relativa ai servizi di trasporto pubblico locale viene suddivisa in due: intervento 9.1a relativo al potenziamento/estensione di linee esistenti mantenendo inalterata la flotta dei veicoli di TPL ed intervento 9.1b relativo al rinnovo della flotta dei veicoli di TPL con autobus ad esclusiva alimentazione elettrica.

Per l’attività 5.1, in queste linee guida si è deciso di non considerare le attività relative all’adozione di zone 30 e 20 poiché, a seguito di analisi di articoli di letteratura nazionale ed internazionale, non risulta ancora ben chiaro se sia possibile associare benefici ambientali alle suddette attività. L’elenco degli articoli di letteratura consultati, i loro contenuti e conclusioni sono riportati nel prodotto 1B.

Per ogni attività progettuale, è necessario fare due diversi tipologie di stime utilizzando la procedura suggerita, una stima *ex ante* prima dell’avvio delle attività progettuali ed una stima *ex post* a

conclusione delle medesime attività che terrà conto dei risultati derivanti dalle attività di *monitoraggio* espletate durante il corso e lo svolgimento delle varie attività progettuali. Per ogni attività progettuale, le stime *ex ante* ed *ex post* devono essere fatte utilizzando ovviamente la medesima procedura di calcolo anche al fine di poter fare eventuali confronti fra le due stime.

Quindi, riportando le vari fasi in modo schematico:

* Nella fase *ex ante*, vengono inseriti nelle procedure di calcolo proposte dati generici, non specifici desunti da passate esperienze, progetti simili attivati in altre città di dimensioni e popolazione comparabili, o stimati a seguito di campagne di indagine o questionari ad hoc; se ne otterrà una stima *ex ante* abbastanza approssimativa delle emissioni che saranno risparmiate a seguito dell’implementazione del progetto.
* Dati più accurati e precisi dovranno essere raccolti dagli enti locali mediante la fase di *monitoraggio* di tutte le attività progettuali.
* Raccolti e verificati i dati, questi potranno essere re-inseriti nelle procedure di calcolo proposte al fine di avere una stima *ex post*, più accurata ed affidabile, delle emissioni risparmiate a seguito dell’implementazione delle attività progettuali.

Di seguito si riportano delle linee guida predisposte da ISPRA sull’adozione delle corrette misure da adottare di monitoraggio e delle corrette procedure per il calcolo dei benefici ambientali, sia in fase *ex ante* che *ex post*, per ciascuna delle attività progettuali finanziate.

Il presente prodotto sarà suscettibile di modifiche qualora, a seguito dell’attività di affiancamento agli enti locali, si renda necessario ampliare o sviluppare alcune parti del testo.

**Linee guida per il calcolo dei benefici ambientali**

La Legge 28 dicembre 2015, n. 221 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali” prevede all’art. 5, comma 1, la definizione del Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016.

Il Programma prevede il finanziamento di progetti diretti a incentivare iniziative di mobilità sostenibile, incluse iniziative di piedibus, di car-pooling, di car-sharing, di bike-pooling e di bike-sharing, la realizzazione di percorsi protetti per gli spostamenti, anche collettivi e guidati, tra casa e scuola, a piedi o in bicicletta, di laboratori e uscite didattiche con mezzi sostenibili, di programmi di educazione e sicurezza stradale, di riduzione del traffico, dell’inquinamento e della sosta degli autoveicoli in prossimità degli istituti scolastici o delle sedi di lavoro, anche al fine di contrastare problemi derivanti dalla vita sedentaria.

Le presenti linee guida si pongono l’obiettivo di essere d’ausilio agli enti beneficiari del Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro nell’attuazione delle corrette procedure di monitoraggio necessarie alla stima dei benefici ambientali.

Per ogni attività progettuale viene proposto un percorso da seguire articolato in tre fasi successive: nella prima parte viene presentata e discussa la procedura di calcolo ministeriale associata all’attività progettuale, nella seconda fase sono presentate le indicazioni per poter procedere alla stima *ex ante* dei benefici ambientali e, infine nell’ultima parte viene descritta la modalità di *monitoraggio* suggerita per poter effettuare la valutazione *ex post* dei benefici ambientali attesi.

# Servizi ed infrastrutture di mobilità condivisa

# Attività 1.1 Car sharing

# Attività 1.3 Scooter sharing

# Attività 1.4 Car pooling

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di un sistema di car sharing, scooter sharing e car pooling viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n.** **2** (Figura 2) allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016:



Figura 2: procedura n.2 di calcolo dei benefici ambientali

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dalla realizzazione di un sistema di sharing mobility viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = Ut \* L**

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di un sistema di car sharing, scooter sharing o car pooling;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Le percorrenze con le autovetture condivise (kmsm) vengono calcolate con la seguente formula:

**kmsm = Nol \* kmnol**

* **Nol**: numero previsto di noleggi giornalieri di veicoli condivisi
* **kmnol**: stima della percorrenza media percorsa da un veicolo condiviso

I dati di input necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 5: oltre ai 4 parametri appena descritti (Ut e L, kmnol, Nol) è necessario valutare anche Gs.

* **Gs**: operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi medi all’anno in cui si fruisce di un veicolo di sharing mobility;

Inseriti i valori stimati, l’algoritmo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di un sistema di sharing mobility:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata con la seguente formula

**∆C = (∆kmauto FCauto Gs) - (kmnol FCnol Gs)**

 **100 100**

per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio dell’autovettura non usata (**FCauto** espresso in litri/100 km) e dell’autovettura utilizzata in condivisione (**FCsm** espresso in litri/100 km).

La procedura di calcolo n. 2 propone un valore medio per **FCauto** pari a **8,69 litri/100km**; tale valore si può assumere per buono nelle stime *ex ante*; tuttavia, un valore più rappresentativo, soprattutto per le stime *ex post*, si può ottenere da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune a

partire ad esempio dai dati presenti nel database dell’ACI[[1]](#footnote-1) e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA[[2]](#footnote-2).

Per la stima di **FCnol** si possono utilizzare i dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di autovetture. Nel caso in cui i veicoli condivisi siano alimentati ad elettricità, tale valore non va considerato.

1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di sistema di sharing mobility, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto Feauto Gs) - (kmms Fesm Gs)**

 **1000 1000**

è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**Fe**), espressi in grammi/km, sia per l’autovettura non utilizzata che per l’autovettura presa in condivisione.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n.2** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale italiano:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Tali valori possono essere utilizzati nelle stime *ex ante*. Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, per le stime *ex post* si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco, a partire ad esempio dai dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili, e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare la media emissiva del parco di interesse.

Per la stima dei **Fesm** dei diversi inquinanti delle autovetture in condivisione, è necessario acquisire dal gestore del servizio i dati relativi ad ogni singola autovettura che viene utilizzata in condivisione. Nel caso in cui i mezzi in condivisione siano ad alimentazione elettrica, i fattori di consumo ed in prima approssimazione i fattori di emissione vengono considerati nulli, pertanto vengono prese in considerazione le sole emissioni dei veicoli non utilizzati[[3]](#footnote-3).

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* la stima *ex ante* di **Gs** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può ridurre il valore di una quota pari al 10% per considerare i giorni in cui per ferie o cause non preventivate non si vada al lavoro.
* Una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dai cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure utilizzando dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di veicoli.
* La stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza media in km dei percorsi evitati in autovettura. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure utilizzando dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di autovetture. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si vogliano considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio, ecc.
* La stima *ex ante* di **kmnol** corrisponde alla lunghezza in km dei percorsi con un mezzo in condivisione. La stima di **kmnol** in fase *ex ante* può essere desunta utilizzando dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di veicoli. Nel caso in cui i veicoli condivisi siano alimentati ad elettricità, tale valore non va considerato.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 2. La stima di **FCsm** può essere fatta solo richiedendo i dati al gestore sulla consistenza della flotta e la tipologia euro del motore delle auto e degli scooter in condivisione.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **Feauto** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 2. La stima di **Fesm** può essere fatta richiedendo i dati al gestore sulla consistenza della flotta e la tipologia euro del motore delle auto e degli scooter in condivisione.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso. La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata. Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Gs** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di un sistema di sharing mobility, normalmente tale valore può essere ottenuto dal gestore del servizio;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. Il gestore del servizio dispone di tali informazioni, tuttavia andrebbero esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che usufruiscono di un servizio di sharing mobility per diletto, attività sportive o tutti gli altri motivi diversi dagli spostamenti casa – scuola e casa – lavoro (utilizzando ad esempio un questionario ad hoc, oppure escludendo i noleggi effettuati in orari diversi da quello scolastico-lavorativo). È necessario valutare con attenzione i casi in cui i mezzi in condivisione siano utilizzati contemporaneamente da più persone che precedentemente utilizzavano la stessa autovettura, ecc. Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito del sistema di sharing mobility per la valutazione *ex post*.
* **L** rappresenta il percorso medio in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione di un veicolo condiviso. È necessario valutare con cura tale valore somministrando questionari agli utenti. Dall’analisi dei questionari deve risultare la lunghezza dei percorsi evitati in macchina ricorrendo eventualmente all’uso di mappe, tavole toponomastiche, ecc. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si vogliano considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio, ecc.
* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

#

# Servizi ed infrastrutture di mobilità condivisa

# Attività 1.2 Bike sharing

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di un sistema di bike sharing viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 3):



Figura 3: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dalla realizzazione di un sistema di bike sharing viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati di input necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di un sistema di bike sharing;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di un sistema di bike sharing:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui si fruisce di un sistema di bike sharing;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di sistema di bike sharing, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto**  e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure utilizzando dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di biciclette.
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza media in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure utilizzando dati dei gestori dello stesso servizio in altre città di dimensioni comparabili e per un analogo numero di biciclette. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o festività non preventivate o per altri motivi non si vada al lavoro.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico della fruizione di un sistema di bike sharing, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di un sistema di bike sharing, normalmente tale valore può essere ottenuto dal gestore del servizio;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. Il gestore del servizio dispone di tali informazioni, tuttavia andrebbero esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che prendono una bici del bike sharing per diletto, attività sportive o tutti gli altri motivi diversi dagli spostamenti casa - scuola e casa – lavoro (utilizzando ad esempio un questionario ad hoc, oppure escludendo i noleggi effettuati in orari diversi da quello scolastico-lavorativo). Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito del sistema di bike sharing per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito dell’adozione di un sistema di bike sharing al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle persone che usufruiscono del servizio.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che utilizza una bicicletta contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che prendono una bicicletta del bike sharing utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che hanno usufruito del bike sharing al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione del bike sharing. È necessario valutare con cura tale valore: in prima approssimazione si può assumere che il percorso fatto in bici (stimato utilizzando o dei sistemi di localizzazione satellitari GPS eventualmente presenti sulle bici) corrisponda al percorso fatto precedentemente in macchina, altrimenti L può essere valutato oppure somministrando questionari agli utenti. Dall’analisi

dei questionari deve risultare la lunghezza dei percorsi evitati in macchina ricorrendo eventualmente all’uso di mappe, tavole toponomastiche, ecc. Tale valore deve essere moltiplicato eventualmente per due per includere nella stima sia l’andata che il ritorno.

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

#

# Opere per l’integrazione modale

# Attività 2.1 Parcheggi

# Attività 2.2 Ciclostazioni

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di un intervento di integrazione modale, come parcheggi o ciclostazioni, viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 4):



Figura 4: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dalla fruizione di parcheggi e/o ciclostazioni viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di parcheggi e/o ciclostazioni;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di parcheggi e/o ciclostazioni:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui si fruisce di parcheggi e/o ciclostazioni;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di parcheggi e/o ciclostazioni, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini ad utilizzare l’opera di integrazione modale a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste.
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza media in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure utilizzando dati dei gestori di parcheggi o ciclostazioni di dimensioni comparabili. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o festività non preventivate o per altri motivi non si vada al lavoro.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico della fruizione di un sistema di bike sharing, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di un parcheggio o di una ciclostazione che può essere desunto grazie alla somministrazione di questionari ad hoc o, laddove siano registrati, contando il numero di ingressi di ogni utente;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. A tal fine, solo tramite questionari si può risalire ad un valore veritiero. Vanno esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che usufruiscono di un parcheggio o di una ciclostazione per diletto, attività sportive o che già utilizzavano un’opera di interscambio modale diversa da quella realizzata. Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito di un parcheggio o di una ciclostazione per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito della costruzione di un parcheggio o una ciclostazione al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle persone che usufruiscono del servizio.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che utilizza un parcheggio o una ciclostazione contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che usufruiscono di un parcheggio o una ciclostazione utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che hanno usufruito di un parcheggio o di una ciclostazione al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione di parcheggi o ciclostazioni. È necessario valutare con cura tale valore utilizzando questionari da somministrare agli utenti che usufruiscono di parcheggi o ciclostazioni per prendere un mezzo pubblico o una bicicletta per recarsi al lavoro. Dall’analisi dei questionari deve risultare la lunghezza media dei percorsi evitati in macchina ricorrendo eventualmente all’uso di mappe,

tavole toponomastiche, ecc. Tale valore deve essere moltiplicato eventualmente per due se per includere nella stima sia l’andata che il ritorno. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

Se la ciclostazione o il parcheggio sono a servizio di altre attività progettuali finanziate nel medesimo progetto (ad esempio un sistema di bike sharing, ecc.), i benefici ambientali vanno considerati solo una volta.

#

# Percorsi ciclabile e pedonali

# Attività 3.1 Percorsi pedonali

# Attività 3.2 Percorsi ciclabili

# Attività 3.3 Percorsi ciclopedonali

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito della realizzazione di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali, viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 5):



Figura 5: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dalla realizzazione di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui si fruisce di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc.;
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc. oppure in prima approssimazione **L** può essere assunta uguale alla lunghezza dei percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* L’operatività dell’intervento proposto (**Op**) è il numero di giorni all’anno in cui si fruisce di percorsi pedonali, ciclabili e ciclopedonali; la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o festività non preventivate o per altri motivi non si vada al lavoro.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico della fruizione di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali che può essere desunto grazie alla somministrazione di questionari ad hoc;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. A tal fine, solo tramite questionari si può risalire ad un valore veritiero. Vanno esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che usufruiscono di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali per diletto, attività sportive o che già andavano a piedi o in bicicletta prima dell’implementazione dell’intervento. Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito della realizzazione del percorso pedonale, ciclabile o ciclopedonale al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle persone che usufruiscono del servizio.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che si muove lungo un percorso pedonale, ciclabile o ciclopedonale contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che si spostano lungo un percorso pedonale, ciclabile o ciclopedonale utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che hanno usufruito di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione di percorsi pedonali, ciclabili o ciclopedonali. In prima approssimazione si può ipotizzare che il **L** coincida con la lunghezza del percorso ma per avere una stima più accurata si deve considerare anche gli spostamenti da casa fino alla pista ciclopedonale e dalla pista ciclopedonale al lavoro

o gli spostamenti lungo solo una porzione della ciclopedonale. È necessario valutare con cura tale valore utilizzando questionari da somministrare alle persone in cui riportare i percorsi evitati evidenziandoli su tavole toponomastiche, mappe, ecc. Nel caso in cui il percorso sulla ciclopedonale si sovrapponga al percorso delle auto, **L** risulta uguale alla lunghezza del tracciato della ciclopedonale moltiplicato eventualmente per due se viene percorsa sia all’andata che al ritorno. Nel caso in cui il percorso della ciclopedonale sia diverso dal percorso delle auto (sensi vietati, scale, ecc.) **L** andrà valutato tenendo conto della strada alternativa effettivamente percorsa dalle autovetture.

È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo (al più pari al 10% del percorso) nel caso in cui, utilizzando l’autovettura, si creino nelle vicinanze del posto di lavoro delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio ecc.

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

#

# Spostamenti di gruppo per raggiungere sedi scolastiche e aziendali

# Attività 4.1 Pedibus/Bicibus/Bike to work

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di un intervento di pedibus, bicibus o bike to work viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 6):



Figura 6: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dall’adozione di un intervento di pedibus, bicibus o bike to work viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di pedibus, bicibus o bike to work;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di pedibus, bicibus o bike to work:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni scolastici o lavorativi all’anno in cui si fruisce di pedibus, bicibus o bike to work;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di pedibus, bicibus o bike to work, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dal numero e dalla numerosità delle classi da coinvolgere e dall’effettivo interesse mostrato dalle famiglie verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, moduli autorizzativi da firmare, ecc.
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza in km del pedibus (dal punto di raccolta dei bambini sino a scuola) eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. È possibile incrementare il valore di “L” di un fattore correttivo (al più pari al 10% del percorso) nel caso in cui si creino nelle vicinanze della scuola delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio ecc.
* L’operatività dell’intervento proposto (**Op**) è il numero di giorni all’anno in cui si fruisce di pedibus, bicibus o bike to work; la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni del calendario scolastico oppure corrispondere ad un valore coincidente al numero di giorni per cui si vuole effettivamente attivare il pedibus. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui il servizio sarà sospeso per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o per la mancanza di accompagnatori o festività non preventivate che non permettano l’effettivo svolgersi del servizio, ecc.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico del pedibus, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni scolastici in cui il pedibus è stato attivato;
* il numero dei bambini **Ut** coinvolti deve essere scrupolosamente verificato e annotato. Ogni accompagnatore di pedibus deve dotarsi di una lista dei ragazzi accompagnati su cui registrare quotidianamente le presenze. In questa fase, **Ut** deve essere ridotto non considerando tutti i bambini che vanno già a scuola a piedi indipendentemente dall’esistenza del pedibus. Eventualmente si possono considerare anche gli accompagnatori dei bambini laddove gli accompagnatori rinunciano all’uso della macchina per coordinare a piedi il pedibus. Va valutato con esattezza anche il numero di bambini che si aggiungono al pedibus strada facendo e che non ne percorrono l’intero percorso. Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito quotidianamente del pedibus per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito dell’implementazione del pedibus al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle famiglie dei bambini che usufruiscono del servizio.

Nell’ipotesi più semplice ogni bambino che usufruisce del pedibus contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando la stessa autovettura può essere condivisa da due o più fratelli o amici oppure quando un bambino che usufruisce del pedibus già va a scuola a piedi. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di bambini che hanno usufruito del pedibus al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dall’adozione del pedibus considerando come punto di partenza il capolinea del pedibus e come arrivo la scuola. È

necessario valutare con cura tale valore utilizzando questionari da somministrare alle famiglie in cui riportare i percorsi evitati evidenziandoli su tavole toponomastiche, mappe, ecc. Nel caso in cui il percorso del pedibus si sovrapponga al percorso delle auto, **L** risulta uguale al percorso del pedibus moltiplicato eventualmente per due se il pedibus prevede un servizio sia all’andata che al ritorno. Nel caso in cui il percorso del pedibus sia diverso dal percorso delle auto (sensi vietati, scale, ecc.) **L** andrà valutato tenendo conto della strada alternativa effettivamente percorsa dalle autovetture (Figura 7).

È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo (al più pari al 10% del percorso) nel caso in cui si creino nelle vicinanze della scuola delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio ecc.



Figura 7: esempio di percorrenza in macchina evitata grazie al pedibus

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

#

# Moderazione del traffico

# Attività 5.1a ZTL

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di zone a traffico limitato (ZTL) viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 8):



Figura 8: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La procedura di valutazione dei benefici ambientali si limita a considerare il numero di chilometri che non vengono più percorsi all’interno della ZTL. La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) derivante dalla realizzazione di una ZTL viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente non entrano più nelle ZTL con l’auto privata;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito dell’adozione di una ZTL:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui è attiva la ZTL;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito dell’adozione della ZTL, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dai cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc.;
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere pari alla lunghezza media degli assi stradali inclusi nella ZTL. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* L’operatività dell’intervento proposto (**Op**) è il numero di giorni lavorativi all’anno in cui è attiva la ZTL; la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi in un anno.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico dell’adozione di una ZTL, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui la ZTL è stata attiva;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. A tal fine, solo tramite questionari si può risalire ad un valore veritiero. Per la valutazione del beneficio ambientale ex-post è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno rinunciato all’uso del proprio veicolo (escludendo i mezzi elettrici) a seguito dell’istituzione di una ZTL. Vanno escluse dal calcolo le persone residenti nella ZTL e coloro che dispongono di pass per poter entrare;
* è necessario conoscere il numero di veicoli che sono stati eliminati dalla strada a seguito dell’adozione della ZTL al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* agli utenti che entrano nella ZTL.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che accede in una ZTL contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che accedono in una ZTL utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che accedono in una ZTL al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato a seguito dell’attivazione della ZTL. La stima di L può variare da caso a caso. Ad esempio, se la ZTL disincentiva completamente l’uso dell’auto, **L** coincide con il percorso da casa fino alla destinazione; se invece è possibile parcheggiare fino al limite della ZTL allora **L** va considerato come la sola parte della ZTL precedentemente percorsa in autovettura.

È necessario valutare con attenzione tale valore utilizzando questionari da somministrare alle persone in cui riportare i percorsi evitati evidenziandoli su tavole toponomastiche, mappe,

ecc. **L** va moltiplicato eventualmente per due per considerare sia il percorso di andata che di ritorno.

È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo (al più pari al 10% del percorso) nel caso in cui, utilizzando l’autovettura, si creino nelle vicinanze del posto di lavoro delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio ecc.

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

# Sistemi intelligenti di trasporto (ITS)

# Attività 6.1 Sistemi per l’infomobilità e per il controllo / gestione della mobilità

La metodologia proposta per il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’adozione di sistemi per l’infomobilità e per il controllo/gestione della mobilità è la procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 9):



Figura 9: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

## Stima dei benefici ambientali

I sistemi per l’infomobilità e per il controllo/gestione della mobilità favoriscono l’utilizzo di altre modalità di mobilità sostenibile (piattaforme car pooling, bike e car sharing, TPL, ecc.). Pertanto, tale attività progettuale non ha benefici ambientali direttamente associati. Si possono distinguere due possibili situazioni:

* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile presenti in altri interventi progettuali. In tal caso i benefici ambientali associati ai sistemi di infomobilità non vanno conteggiati perché inclusi nei benefici associati agli altri interventi.
* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile non presenti tra gli interventi progettuali. In tal caso, i benefici ambientali associati ai sistemi di infomobilità vanno considerati adottando la procedura di calcolo prevista per il tipo di intervento.

Tale procedura si deve applicare sia per le stime *ex ante*, che per il monitoraggio che per le stime *ex post*.

#

# Azioni di mobility management

# Attività 7.1 Attività dei mobility manager

# Attività 7.2 Formazione dei mobility manager

La metodologia proposta per il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito delle attività dei mobility manager e di formazione rivolta ai mobility manager è la procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 10):



Figura 10: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Stima dei benefici ambientali

Le azioni di mobility management favoriscono l’utilizzo di altre modalità di mobilità sostenibile (piattaforme car pooling, bike e car sharing, TPL, ecc.). Pertanto, tale attività progettuale non ha benefici ambientali direttamente associati. Si possono distinguere due possibili situazioni:

* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile presenti in altri interventi progettuali. In tal caso i benefici ambientali associati alle azioni di mobility management non vanno conteggiati perché inclusi nei benefici associati agli altri interventi.
* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile non presenti tra gli interventi progettuali. In tal caso, i benefici ambientali associati alle azioni di mobility management vanno considerati adottando la procedura di calcolo prevista per il tipo di intervento.

Tale procedura si deve applicare sia per le stime *ex ante*, che per il monitoraggio che per le stime *ex post*.

#

# Agevolazioni ed incentivi

# Attività 8.1 Buoni mobilità ed agevolazioni tariffarie

# Attività 8.2 Incentivi acquisto beni

La metodologia proposta per il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito della distribuzione dei buoni mobilità, delle agevolazioni tariffarie e degli incentivi per l’acquisto di beni è la procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 11):

Figura 11: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

## Stima dei benefici ambientali

La distribuzione dei buoni mobilità, delle agevolazioni tariffarie e degli incentivi per l’acquisto di beni favoriscono l’utilizzo di altre modalità di mobilità sostenibile (piattaforme car pooling, bike e car sharing, TPL, ecc.). Pertanto, tale attività progettuale non ha benefici ambientali direttamente associati. Si possono distinguere due possibili situazioni:

* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile presenti in altri interventi progettuali. In tal caso i benefici ambientali associati alla distribuzione dei buoni mobilità, delle agevolazioni tariffarie e degli incentivi per l’acquisto di beni non vanno conteggiati perché inclusi nei benefici associati agli altri interventi.
* L’intervento previsto favorisce modalità di mobilità sostenibile non presenti tra gli interventi progettuali. In tal caso, i benefici ambientali associati alla distribuzione dei buoni mobilità, delle agevolazioni tariffarie e degli incentivi per l’acquisto di beni vanno considerati adottando la procedura di calcolo prevista per il tipo di intervento.

Tale procedura si deve applicare sia per le stime *ex ante*, che per il monitoraggio che per le stime *ex post*.

**Servizi ed infrastrutture di trasporto collettivo**

# Attività 9.1a Servizi di Trasporto Pubblico Locale

# (Potenziamento/estensione di linee esistenti, mantenendo inalterata la flotta dei veicoli di TPL)

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’utilizzo di sistemi di TPL viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 12):



Figura 12: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) a seguito dell’utilizzo di sistemi di TPL viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di sistemi di TPL;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di sistemi di TPL:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui si fruisce di sistemi di TPL;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di sistemi di TPL, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’utilizzo del TPL a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc.
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza media in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o festività non preventivate o per altri motivi non si vada al lavoro o a scuola.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

##

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

La valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico della fruizione di un sistema di TPL, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di un sistema TPL;
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. Andrebbero esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che utilizzano il TPL per tutti gli altri motivi diversi dagli spostamenti casa - scuola e casa – lavoro (utilizzando ad esempio un questionario ad hoc, oppure escludendo i noleggi effettuati in orari diversi da quello scolastico-lavorativo). Alla fine dell’intervento, utilizzando ad esempio i dati del gestore del servizio (banche dati, numero di timbrature, ecc.) è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito del sistema di TPL per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito dell’utilizzo di un sistema di TPL al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle persone che usufruiscono del TPL.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che utilizza il TPL contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che usufruiscono del TPL utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che hanno usufruito del TPL al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione del TPL. È necessario valutare con cura tale valore somministrando questionari agli utenti. Dall’analisi dei questionari deve risultare la lunghezza media dei percorsi evitati in macchina ricorrendo eventualmente all’uso di mappe, tavole toponomastiche, ecc. Tale valore deve essere moltiplicato eventualmente per due per includere nella stima sia l’andata che il ritorno.
* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata

dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia eventualmente di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

**Servizi ed infrastrutture di trasporto collettivo**

# Attività 9.1b Servizi di Trasporto Pubblico Locale

# (Rinnovo della flotta dei veicoli del TPL con mezzi elettrici)

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito del rinnovo della flotta dei veicoli del TPL con mezzi ad alimentazione elettrica viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 3** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 13):



Figura 13: procedura n.3 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

Supponendo che i nuovi mezzi che sostituiscono i vecchi sono tutti ad esclusiva alimentazione elettrica, in prima approssimazione i fattori di emissione corrispondenti sono posti uguali a zero. Tale semplificazione contempla solo le emissioni allo scarico e le emissioni necessarie per la produzione di energia elettrica.

Conseguentemente tutti i secondi termini delle formule 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 si annullano ed i soli dati di input necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore stimato della riduzione dei consumi di carburante e delle riduzioni di emissioni inquinanti sono i seguenti:

* **Op**: operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni all’anno di funzionamento dei veicoli da sostituire;
* **kmmc1**: percorrenza giornaliera totale dei veicoli da sostituire.

La nuova procedura di calcolo semplificata è riportata nei nuovi POD rimodulati (vedi figura 14):



Figura 14: procedura n.3 di calcolo dei benefici ambientali riportata nei nuovi POD rimodulati

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata con la seguente formula:

**∆C = (kmmc1 FC1 Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio del mezzo da sostituire, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.3 propone un valore medio pari a **44,74 litri/100km**. Il valore per essere il più rappresentativo possibile andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco dei mezzi da sostituire nel comune.

1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) a seguito del rinnovo della flotta dei veicoli del TPL con mezzi ad esclusiva alimentazione elettrica, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (kmmc1 FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **kmmc1** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**Fe1Inq**), espressi in grammi/km.

I valori riportati nella procedura sono rappresentativi della media del parco nazionale:

**Fe1CO2** = 702,8955 g/km

**Fe1CO** = 1,3022 g/km

**Fe1NOX** = 5,3105 g/km

**Fe1PM10** = 0,1381 g/km

Considerate le differenze nei fattori di emissione dei vari mezzi, per una stima accurata si suggerisce di utilizzare i fattori di emissione specifici di ogni tecnologia ricavabili dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2.

##

## Stima ex ante ed ex post dei benefici ambientali

Per questa attività progettuale la stima *ex ante* ed *ex post* coincidono e non c’è bisogno di attività di monitoraggio. I parametri di input da inserire nella procedura ministeriale sono solamente quattro e possono essere valutati prima dell’intervento di rinnovo della flotta.

* la stima **Op** deve essere pari al numero di giorni lavorativi in cui sono stati in circolazione i mezzi del TPL da sostituire;
* la stima **kmmc1** può essere desunta dalle percorrenze del contachilometri dei mezzi del TPL che si vuole sostituire;
* i valori dei consumi di combustibile (**FC1**), espressi in litri/100 km, possono essere desunti o dalle specifiche tecniche dei mezzi;
* come già riportato nella descrizione dei parametri, i valori di **Fe1,Inq** riportati nella procedura ministeriale proposta sono rappresentativi della media del parco nazionale ma, viste la notevole differenza nei fattori di emissione dei mezzi del TPL, sarebbe opportuno utilizzare i fattori di emissione specifici di ogni tecnologia ricavabili dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2.

**Servizi ed infrastrutture di trasporto collettivo**

# Attività 9.2 Servizi di Trasporto a chiamata / Taxi collettivo

# Attività 9.3 Servizi di scuolabus / Servizi di trasporto aziendale

Il calcolo del risparmio delle emissioni (kg/anno) e di carburante (l/anno) a seguito dell’utilizzo di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. viene fatto ricorrendo alla procedura indicata come **n. 1** allegata in appendice alla modulistica per la presentazione dei progetti cofinanziati dal Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 (Figura 15):



Figura 15: procedura n.1 di calcolo dei benefici ambientali

##

## Descrizione degli indicatori e delle formule riportate nella procedura di calcolo

La riduzione giornaliera delle percorrenze in autovettura (∆kmauto) a seguito dall’utilizzo di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo viene calcolata con la seguente formula:

**∆kmauto = (Ut / δ) \* L**

I dati necessari per permettere all’algoritmo di restituire un valore sono 3: Ut, δ e L.

* **Ut**: numero previsto di utenti sottratti all’uso dell’autovettura con la realizzazione dell’intervento proposto ossia il numero di studenti o lavoratori che effettivamente fruiscono di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo;
* **δ**: tasso medio di occupazione di un’autovettura;
* **L** (km): stima della percorrenza media giornaliera evitata da un’autovettura a seguito della realizzazione dell’intervento.

Inseriti i valori riportati, l’algoritmo di calcolo, utilizzando i fattori di emissione dei vari inquinanti già presenti nella procedura di calcolo, restituisce 1) i consumi di carburante e 2) le emissioni di CO2, CO, NOx e PM10 evitate a seguito della fruizione di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo:

1. La riduzione dei consumi di carburante espressa in litri/anni viene stimata, quindi, con la seguente formula:

**∆C = (∆kmauto FCauto Op) / 100**

Oltre al valore di **∆kmauto** considerato poc’anzi, per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione di carburante la procedura di calcolo richiede che venga esplicitato il valore del fattore di consumo medio di un’autovettura, (**FCauto**) espresso in litri/100 km. La procedura di calcolo n.1 propone un valore medio pari a **8,69 litri/100km**; tale valore lo si può assumere per buono nelle stime *ex ante*. Tuttavia, per le stime *ex post* un valore più rappresentativo da utilizzare andrebbe stimato da un’analisi accurata del parco veicolare circolante nel comune utilizzando i dati presenti nel database dell’ACI1 e dai fattori di emissione presenti nella banca dati ISPRA2. Inoltre, è necessario valutare un altro parametro di input oltre a quelli sopracitati, **Op**:

* **Op** (giorni) è l’operatività dell’intervento proposto ossia il numero di giorni lavorativi all’anno in cui si fruisce di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo;
1. Per la stima dei benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti (CO2, CO, NOx e PM10) dovuta alla riduzione delle percorrenze chilometriche viaggiate in autovettura privata a seguito della fruizione di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo, viene utilizzata la seguente formula:

**∆Inq = (∆kmauto FeInq Op) / 1000**

Oltre ai valori di **∆kmauto** e **Op** considerati poc’anzi, è necessario indicare i fattori di emissioni medi per ciascuno degli inquinanti considerati (**FeInq**), espressi in grammi/km.

Per i **Fe** dei diversi inquinanti delle autovetture, ci sono notevoli differenze dovute alle diverse tecnologie di abbattimento (classe euro), alle diverse alimentazioni, cilindrate ed anche all’età dei veicoli. Nella procedura **n. 1** allegata alla modulistica del Programma sperimentale approvato con Decreto Ministeriale n. 208 del 20 luglio 2016 vengono riportati i Fe medi che sono rappresentativi della composizione media del parco nazionale:

**FeCO2** = 163,0846 g/km

**FeCO** = 0,7853 g/km

**FeNOx** = 0,4256 g/km

**FePM10** = 0,0297g/km

Viste però le diverse caratteristiche del parco in ogni realtà territoriale, si ritiene opportuno acquisire la composizione del parco sulla base dei dati ACI su base provinciale o dati più dettagliati se disponibili e utilizzare fattori di emissione specifici per standard emissivo, tipologia di alimentazione, cilindrata (cioè per ogni tecnologia presente nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia2) e calcolare in questo modo la media emissiva del parco di interesse.

##

## Stima ex ante dei benefici ambientali

Per la stima *ex ante* dei benefici ambientali si proceda come segue:

* una prima valutazione *ex ante* di **Ut** può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’utilizzo dei sistemi proposti a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste, ecc.
* come prima stima *ex ante* del numero medio **δ** di occupanti per ogni autovettura si può scegliere un valore compreso fra 1 e 1,2 (valore desunto da letteratura e analisi statistiche di settore);
* la stima *ex ante* di **L** corrisponde alla lunghezza media in km dei percorsi evitati in autovettura eventualmente moltiplicata per 2 se il servizio prevede un percorso di andata ed un percorso di ritorno. La stima di **L** in fase *ex ante* può essere desunta dall’effettivo interesse mostrato dei cittadini verso l’iniziativa a seguito della somministrazione di questionari, indagini, interviste. È possibile incrementare il valore di **L** di un fattore correttivo del 10% nel caso in cui si voglia considerare anche le percorrenze delle correnti parassite necessarie per trovare un parcheggio con l’autovettura, ecc.
* la stima *ex ante* di **Op** può essere pari ad un valore massimo che coincide con il numero dei giorni lavorativi. Si può pensare, inoltre, di ridurre il valore di una quota pari al 15% per considerare i giorni in cui per le avverse condizioni meteorologiche (piogge, nevicate abbondanti, freddo intenso) o festività non preventivate o per altri motivi non si vada al lavoro.
* I fattori di combustibile **FCauto** possono essere, in questa fase di stima *ex ante*, assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.
* Analogamente, nella stima *ex ante* dei fattori di emissione **FeInq** questi possono essere assunti uguali a quelli proposti dal MATTM nella procedura di calcolo 1.

## Monitoraggio degli interventi e stima ex post dei benefici ambientali

È evidente che la valutazione dell’efficacia di un intervento di mobilità sostenibile non può prescindere dalla disponibilità di specifici dati che consentano di quantificare i risultati conseguiti a seguito dell’implementazione dell’intervento stesso.

La raccolta dei dati di input indispensabili per la stima effettiva dei benefici ambientali viene effettuata durante la fase di *monitoraggio* degli interventi. Particolare attenzione va dedicata alla stima della diminuzione delle percorrenze/autovetture ottenuta dal cambiamento dei comportamenti di mobilità dei cittadini interessati dall’intervento implementato che hanno ridotto i chilometri percorsi giornalmente in autovettura privata.

Una volta completata la fase di *monitoraggio*, i dati raccolti devono esseri valutati con precisione ed accuratezza verificando l’efficacia funzionale dell’azione adottata per essere poi utilizzati nella procedura di calcolo per la stima *ex post* dei benefici ambientali.

Nel caso specifico dell’utilizzo di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo, per la stima *ex post* dei benefici ambientali si suggerisce di procedere come segue:

* il valore dell’operatività **Op** deve essere noto con precisione. Per la valutazione *ex post*, alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero esatto di giorni lavorativi in cui si è usufruito di servizi di trasporto a chiamata e taxi collettivo (generalmente sono dati in possesso dei gestori dei servi);
* il numero degli utenti coinvolti **Ut** deve essere noto con precisione. Andrebbero esclusi dal conteggio degli utenti tutti coloro che utilizzano il TPL per tutti gli altri motivi diversi dagli spostamenti casa - scuola e casa – lavoro (utilizzando ad esempio un questionario ad hoc, oppure escludendo i noleggi effettuati in orari diversi da quello scolastico-lavorativo). Alla fine dell’intervento è necessario disporre del numero medio giornaliero di utenti che hanno usufruito di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. per la valutazione *ex post*;
* è necessario conoscere il numero di autovetture che sono state eliminate dalla strada a seguito dell’utilizzo di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. al fine di desumere il valore corretto di **δ** da inserire nella procedura di calcolo. Il numero di autovetture eliminate lo si può ottenere mediante la somministrazione di questionari *ad hoc* alle persone che usufruiscono del TPL.

Nell’ipotesi più semplice ogni persona che utilizza servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. contribuisce all’eliminazione di una macchina dal percorso stradale (**δ**=1). In altri casi **δ** può essere maggiore di 1 quando due o più persone che usufruiscono di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. utilizzavano in precedenza la stessa autovettura. Il valore corretto di **δ** viene calcolato dividendo il numero **Ut** di persone che hanno usufruito di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. al numero di macchine effettivamente eliminate dalle strade.

* **L** rappresenta il percorso in macchina effettivamente risparmiato dalla fruizione di servizi di trasporto a chiamata, taxi collettivo, ecc. È necessario valutare con cura tale valore somministrando questionari agli utenti. Dall’analisi dei questionari deve risultare la lunghezza media dei percorsi evitati in macchina ricorrendo eventualmente all’uso di mappe, tavole

toponomastiche, ecc. Tale valore deve essere moltiplicato eventualmente per due per includere nella stima sia l’andata che il ritorno.

* I questionari somministrati per ricavare informazioni sulle percorrenze e per stimare il valore di **δ** possono essere anche un utile strumento per delineare con buona approssimazione il parco veicolare effettivamente eliminato dalle strade per procedere quindi ad una stima più accurata dei valori del fattore di consumo medio (**FCauto**) e dei fattori medi di emissione dei diversi inquinanti (**FeInq**).

In alternativa, come già suggerito nella descrizione dei parametri, si consiglia eventualmente di consultare i link proposti per la scelta dei fattori di consumo medio e dei fattori di emissione più opportuni.

1. http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto.html [↑](#footnote-ref-1)
2. https://fetransp.isprambiente.it/#/ [↑](#footnote-ref-2)
3. In realtà le auto elettriche contribuiscono alla risospensione del particolato e alla generazione di emissioni di particolato da usura, abrasione dei freni e degli pneumatici, ecc. [↑](#footnote-ref-3)