
UN MODELLO PER LA STIMA DELLE EMISSIONI E LA SIMULAZIONE DI SCENARI DI CAMBIAMENTO MODALE

Eleonora PIERALICE



XV E.P. EMISSIONI DA TRASPORTO SU STRADA
29 Aprile 2010

Introduzione

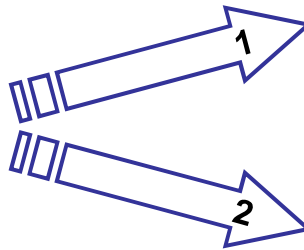
Da diversi anni ci si interroga sulle possibili soluzioni per risolvere l'emergenza climatica mondiale. Dai pacchetti di misure salva-clima ai trattati internazionali, il dibattito mira a definire gli ambiti di intervento per una risoluzione globale con l'obiettivo di ridurre le emissioni in atmosfera degli agenti più inquinanti, partendo dall'incremento delle fonti rinnovabili per arrivare ad una miglior efficienza energetica.

Nel dicembre del 1997, da 160 nazioni, il primo trattato internazionale in materia ambientale, che divenne poi noto come il "protocollo di Kyoto".



Nel 2005 ottiene la ratifica di 55 nazioni produttrici del 55% delle emissioni inquinanti globali

La Direttiva 2008/50/CE costituisce l'ultimo atto, in termini cronologici, per l'attuazione di un programma comunitario in materia di ambiente



"...la necessità di ridurre l'inquinamento a livelli tali che limitino al minimo gli effetti nocivi per la salute umana, con particolare riferimento alle popolazioni sensibili, e per l'ambiente nel suo complesso..."

"Ai fini della tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso, è particolarmente importante combattere alla fonte l'emissione di inquinanti nonché individuare e attuare le più efficaci misure di riduzione delle emissioni a livello locale, nazionale e comunitario..."

La ricerca propone una metodologia di stima delle emissioni nocive generate dalla mobilità urbana al fine di trovare le vie per disincentivare l'uso del mezzo privato e favorire un maggior utilizzo del mezzo pubblico

Le fonti dei dati

La qualità del dato e la sua affidabilità sono doti fondamentali se si desidera giungere a un buon risultato statistico. Per questa ricerca si è preferito, quindi, utilizzare un'informazione statistica di qualità dove l'omogeneità e l'attendibilità dei metodi di rilevazione è trasparente e documentata e, soprattutto, sistematicamente verificata dall'Istituto Nazionale di Statistica.

L'ISTAT svolge funzioni di coordinamento del *SISTAN*, e interagisce con gli altri istituti comunitari per la costruzione del Sistema Statistico Europeo. Il controllo di qualità sui dati è garantito dalla statistica ufficiale ispirata dai principi di imparzialità, affidabilità, trasparenza e efficienza, descritti in maniera dettagliata nel Codice delle statistiche europee adottato dalla Commissione europea nel 2005.



Oggetto dell'indagine è la mobilità feriale dell'intera popolazione italiana in età compresa tra 14 e 80 anni

Indagine telefonica diretta sistema CATI



All'interno di ogni regione, la distribuzione del campione riproduce proporzionalmente la distribuzione dell'universo di riferimento

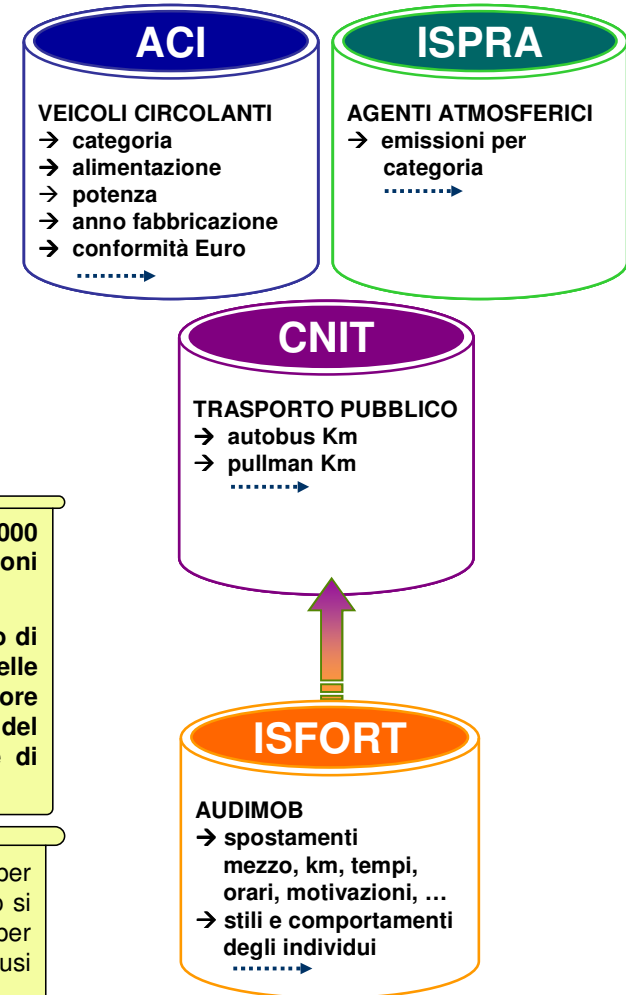
Stratificazione per sesso e classi di età

Ampiezza demografica dei comuni e delle città sopra i 250.000 abitanti

Ogni anno sono effettuate più di 15.000 interviste distribuite su 4 rilevazioni gemelle.

L'errore statistico stimato con un livello di confidenza del 95% e sulla base delle consuete ipotesi di normalità, è inferiore all'1% sul totale nazionale, è minore del 5% su base regionale, per il comune di Roma si attesta intorno al 3,5%.

Rileva tutti gli spostamenti non solo per motivi di lavoro o studio, per spostamento si intende ogni **viaggio** compiuto per raggiungere una **destinazione**. Esclusi spostamenti a piedi inferiori a 5 minuti.



Descrizione degli agenti atmosferici analizzati

vie respiratorie, tumore
→ non esiste una
soglia di concentrazione
minima → i limiti normativi
accettano il rischio delle inevitabili
patologie e dei decessi associati

**PM
PARTICOLAT**

vie respiratorie → se la concentrazione nell'aria supera la soglia
del 5%, può essere addirittura letale

**CO₂
ANIDRIDE CARBONICA**

**NO_x
OSSIDI DI
AZOTO**

asmatici → La reazione chimica con
l'ossigeno è convertita in ozono →
la combinazione con l'umidità da
luogo alle "piogge acide"

**EMERGENZA CLIMATICA
E SANITARIA**

**N₂O
PROTOSSIDO DI
AZOTO**

aumenta le prestazioni dei motori → non
tossico, se inalato per periodi prolungati
causa malattie del sistema nervoso,
anemie e carenze di vitamina B12

**NMVOC
COMPOSTI ORGANICI
VOLATILI NON
METANICI**

idrocarburi, ossigenati, il più pericoloso è il
benzene che è causa di neoplasie per l'uomo

**CO
MONOSSIDO
DI CARBONIO**

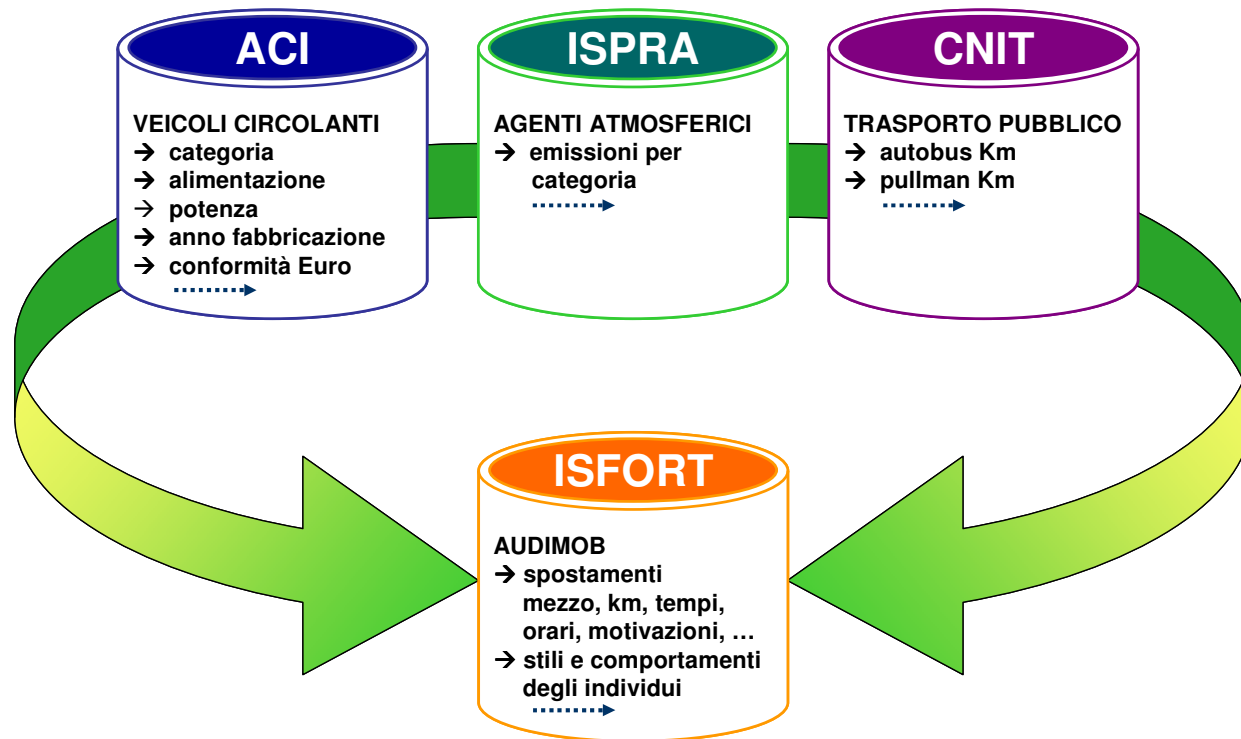
inodore, insapore e incolore → penetra attraverso
le mura domestiche → riduce la capacità del sangue di far affluire
ossigeno al cervello, morte per asfissia → polmoni e di malattie cardiovascolari

**NH₃
AMMONIACA**

non produce effetti legati all'atmosfera,
tuttavia provoca danni ambientali come
l'acidificazione del suolo e
l'inquinamento delle falde acquifere

Il modello e la metodologia di analisi

Il modello sperimentale si articola in tre fasi di elaborazione: assegnazione, stima e simulazioni. La prima è una fase di assegnazione dei valori degli agenti inquinanti al rispettivo parco veicolare circolante distinto per tipologia di alimentazione, cilindrata e standard normativi di emissioni. I valori medi regionali consentiranno di integrare le informazioni della banca dati su stili e comportamenti in mobilità degli individui.



$${}_{a,r} E_j^{MED-U} = \frac{\sum_{i,s} V_{i,s}^{a,r} E_{i,s,j}^U}{\sum_{i,s} V_{i,s}^{a,r}}$$

$${}_{a,r} E_j^{MED-EXU} = \frac{\sum_{i,s} V_{i,s}^{a,r} E_{i,s,j}^{EXU}}{\sum_{i,s} V_{i,s}^{a,r}}$$

La metodologia utilizzata per la stima delle emissioni

Emissioni in funzione dei Km percorsi

$${}_{a,r} E_{k,t}^{TOT} = \sum_{k,t} \left({}^{MED-U} E_{k,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \right) + \left({}^{MED-EXU} E_{k,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \right)$$

Emissioni in funzione dei Km percorsi e del livello di congestione

$${}_{a,r} E_{j,t}^{TOT} = \sum_{j,t} \left({}^{MED-U} E_{j,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \times Vel_t^{a,r} \right) + \left({}^{MED-EXU} E_{j,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \times Vel_t^{a,r} \right)$$

Emissioni in funzione dei Km percorsi e del livello di prestazioni del motore
(maggiore performance → + alto effetto inquinante)

$${}_{a,r} E_{l,t}^{TOT} = \sum_{l,t} \left({}^{MED-U} E_{l,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \times Prest_t^{a,r} \right) + \left({}^{MED-EXU} E_{l,t}^{a,r} \times Km_t^{a,r} \times Prest_t^{a,r} \right)$$

Il modello: risultati delle fasi di assegnazione e stima

Emissioni totali degli inquinanti da automobile per un giorno medio feriale, elaborazione su dati Audimob (Valori in Mg)

Anno	NO _x	NMVOC	CO	PM	CO ₂	N ₂ O	NH ₃
2002	810	1.108	8.591	74	232.342	23	35
2003	793	1.069	8.583	68	238.457	23	39
2004	623	809	7.281	51	215.202	18	36
2005	577	366	3.684	51	196.789	26	55
2006	565	258	2.552	48	193.246	29	72

Emissioni totali degli inquinanti da automobile per un giorno medio feriale, elaborazione su dati SINAnet (*) (Valori in Mg)

Anno	NO _x	NMVOC	CO	PM	CO ₂	N ₂ O	NH ₃
2002	791	474	5.912	45	196.888	26	47
2003	773	441	5.593	46	195.598	27	44
2004	720	417	4.855	48	200.157	29	44
2005	639	344	4.028	43	197.725	29	42
2006	550	267	3.198	41	194.995	30	41

(*) I dati SINAnet sono riferiti alla serie storica 1990-2006, il giorno medio feriale è calcolato nell'ipotesi che la circolazione feriale costituisca circa il 70% dei volumi di emissioni annuali. La guida CORINAIR fornisce una stima qualitativa del dato attribuendo una classificazione per gradi di significatività. per i confronti si deve tener presente che i dati definiti significativi, per l'ampiezza del campione, sono riferiti alle emissioni di NO_x, CO, NMVOC, PM, CO₂; mentre per gli agenti N₂O e NH₃ i fattori di emissioni sono basati su dati rilevati in letteratura.

Confronto elaborazioni su dati SINAnet rispetto elaborazioni su dati Audimob (*) (Variazione %)

Anno	NO _x	NMVOC	CO	PM	CO ₂	N ₂ O	NH ₃
2002	-2,4	-57,3	-31,2	-39,1	-15,3	14,3	34,2
2003	-2,6	-58,7	-34,8	-33,0	-18,0	17,8	14,5
2004	15,6	-48,4	-33,3	-6,3	-7,0	57,0	23,1
2005	10,7	-5,9	9,3	-14,6	0,5	12,3	-23,1
2006	-2,6	3,4	25,3	-13,9	0,9	1,3	-42,7

Il modello COPERT "Computer Programme to calculate Emissions from Road Traffic", metodologia utilizzata nell'ambito del programma CORINAIR (CORE Inventory AIR), dell'Agenzia Europea per l'Ambiente EEA, software ufficiale per la realizzazione di inventari nazionali sulle emissioni da trasporto su strada.

Gli scenari: le diverse ipotesi

Se le persone decidono di non usare più l'automobile e preferiscono spostarsi con il mezzo pubblico, qual è l'impatto ambientale? Di quanto si potrebbero abbattere le emissioni inquinanti? La simulazione di diversi scenari percorribili, dà le risposte a questi interrogativi, offrendo una serie di informazioni empiriche per misurare le cause-effetto e l'efficienza-efficacia di provvedimenti mirati alla salvaguardia del benessere collettivo

Persones che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l'utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l'uso del mezzo pubblico (*)

17,9% della popolazione 14-80 anni (8 su 48 milioni)

Ipotesi: auto versus autobus

Spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti

39,4% degli spostamenti (48 su 123 milioni)

IPOTESI 1.1

Una prima elaborazione delle emissioni, assegna a queste tipologie di spostamenti, i valori medi stimati e già utilizzati per le vetture pubbliche

IPOTESI 2.1

IPOTESI 1.2

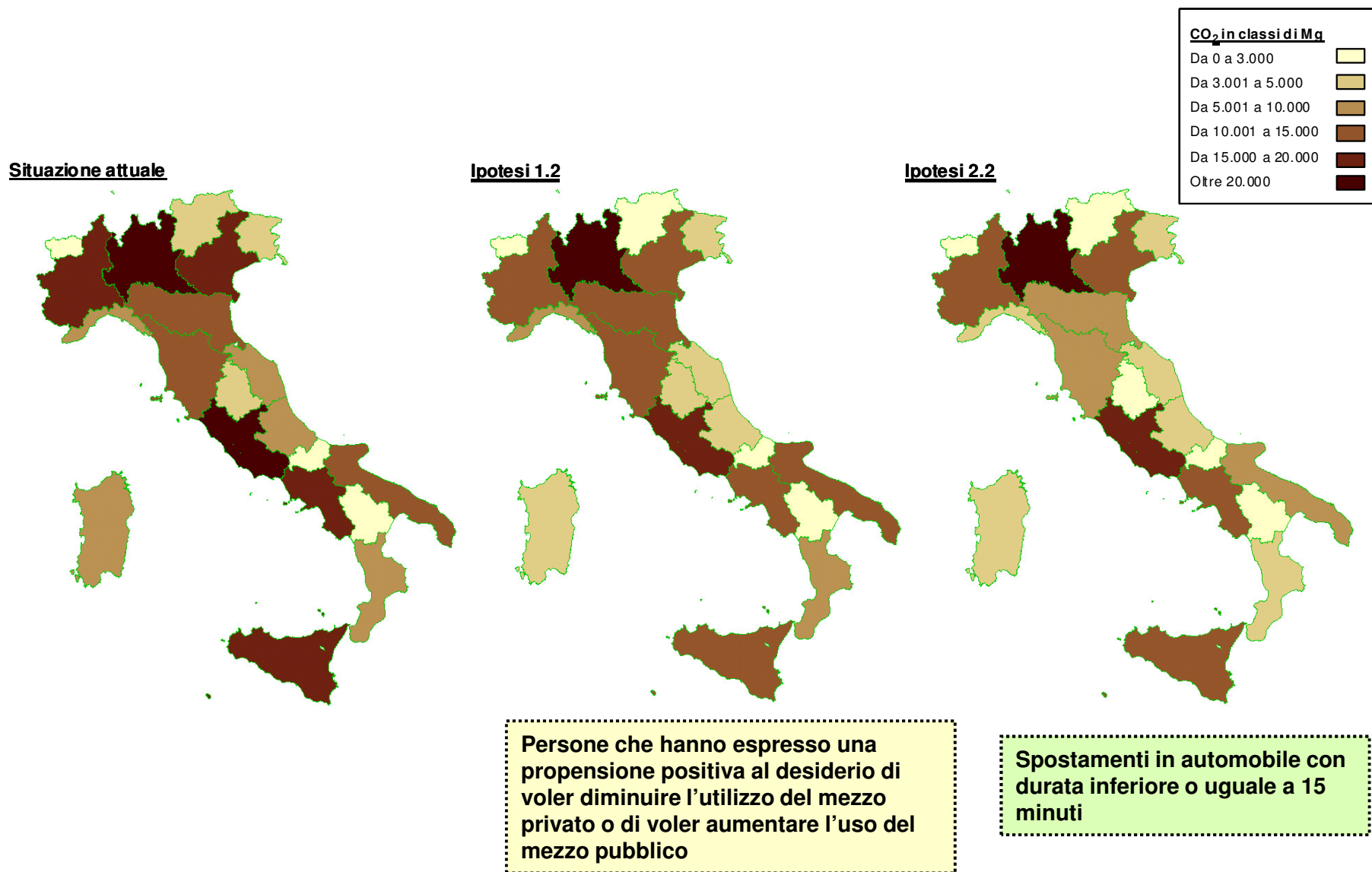
Una seconda elaborazione ricalibra il fattore di ponderazione posti_{peso}, rivalutando la capacità di riempimento del mezzo pubblico alla luce dell'incremento dei passeggeri-km, dovuto alla riduzione degli spostamenti in auto

IPOTESI 2.2

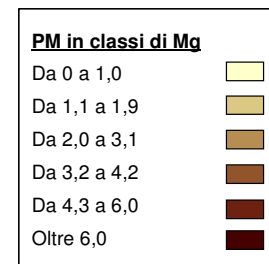
Le ipotesi 1.1 e 2.1 sono stimate tenendo invariata la capacità di riempimento del mezzo pubblico, questo comporterebbe un incremento di vetture del parco autobus legato alla diversa domanda di TPL. Nelle ipotesi 1.2 e 2.2 si assume che il cambio modale possa avvenire attraverso una più efficiente allocazione delle risorse esistenti. (passeggeri-km su posti-km 16,3%)

(*) "In prospettiva, Lei per i suoi spostamenti vorrebbe aumentare, diminuire o lasciare invariato l'utilizzo dell'automobile rispetto ad oggi? Considerando i mezzi pubblici vorrebbe utilizzarli in misura maggiore, minore o nello stesso modo rispetto ad oggi?"

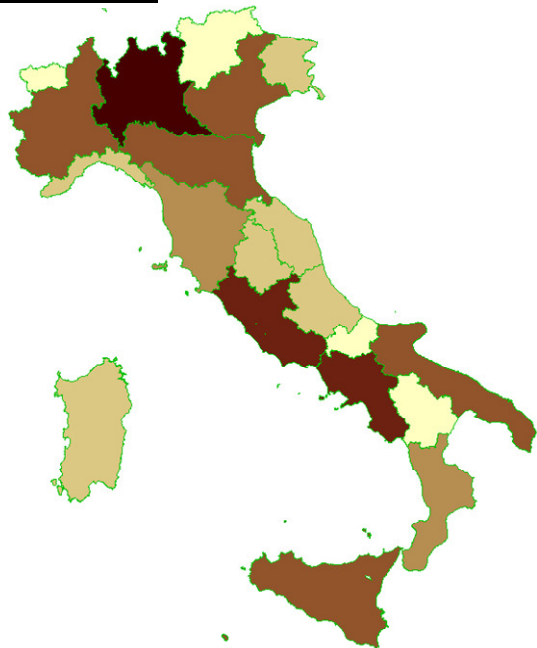
Gli scenari: Le emissioni di CO₂ nelle diverse ipotesi



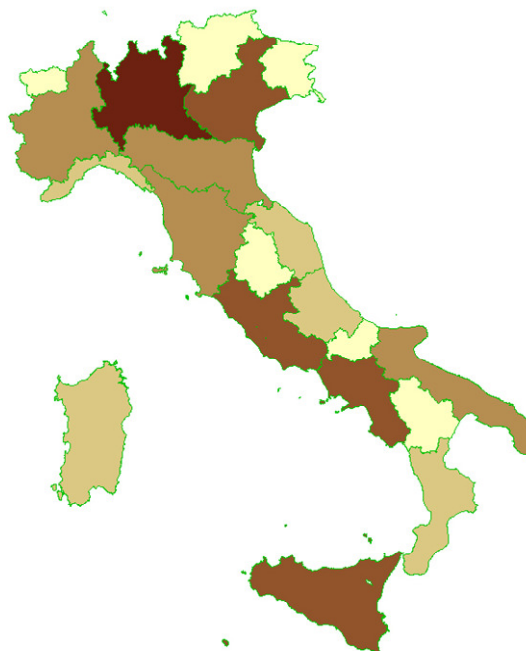
Gli scenari: Le emissioni di PM₁₀ nelle diverse ipotesi



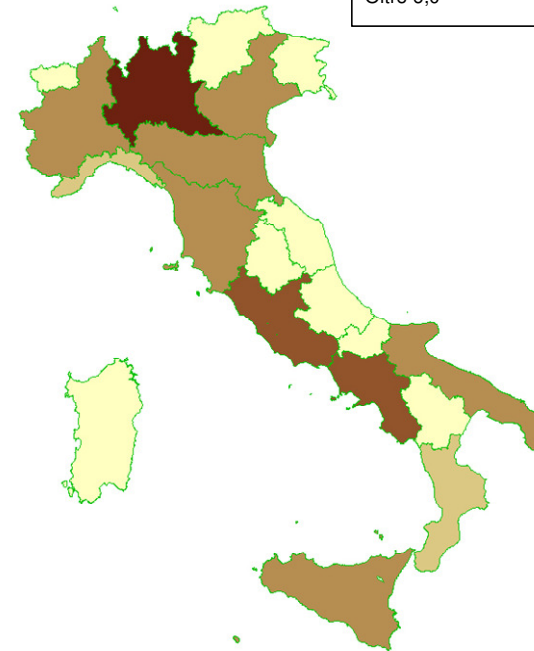
Situazione attuale



Ipotesi 1.2



Ipotesi 2.2



Persone che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l'utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l'uso del mezzo pubblico

Spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti

... il cammino europeo per una mobilità urbana sostenibile

Le procedure di infrazione aperte dalla Comunità Europea per il superamento dei limiti delle emissioni e i dispositivi che consentono di procurarsi “crediti di emissione” impongono tempi rapidi per rispondere alla domanda, se sia più vantaggioso continuare ad “acquistare il diritto ad inquinare” oppure sia più utile definire dove, come e quando lo Stato dovrà intervenire per ripristinare condizioni più ecosostenibili.

“Emissions Trading”: autorizza lo scambio tra paesi industrializzati, una sorta di vendita dei crediti, dove il paese più virtuoso cede i suoi crediti al paese che non è riuscito a rispettare i parametri stabiliti per la riduzione delle emissioni.



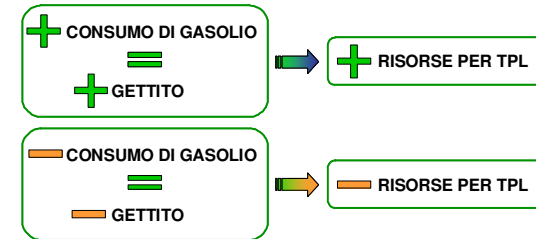
“Joint Implementation”, consente di sviluppare un progetto per la riduzione degli agenti inquinanti in un altro paese industrializzato e di usufruire, congiuntamente al paese ospitante, dei crediti ricavati.



“Clean Development Mechanism”: se un paese industrializzato realizza un progetto per il progresso economico-ambientale in un Paese in Via di Sviluppo, rispettando i criteri di riduzione dei gas-serra, può appropriarsi dei crediti di emissione generati dal progetto stesso.

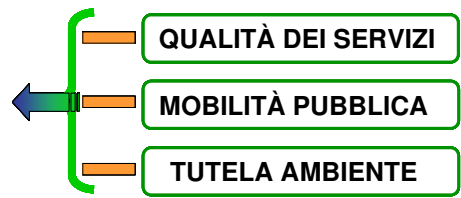
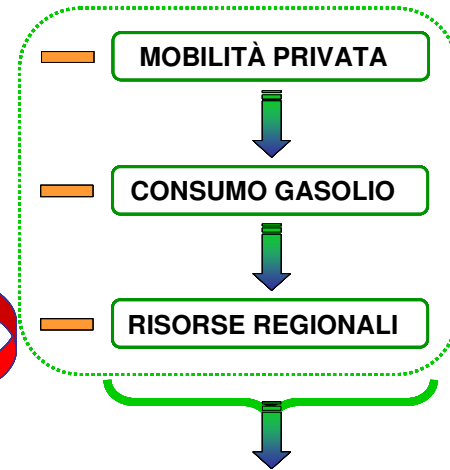
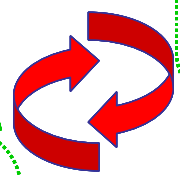
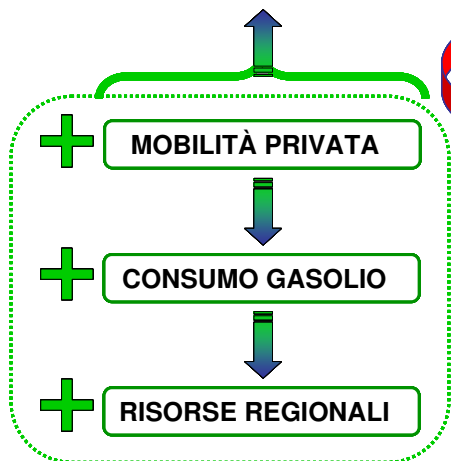
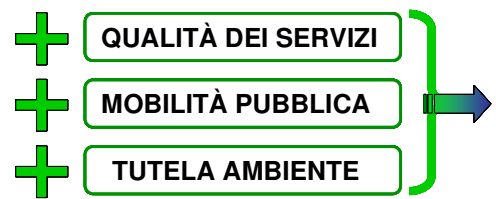
Mobilità urbana sostenibile in Italia

È evidente che per realizzare gli scenari ipotizzati occorre l'intervento concreto dello Stato che dovrà prodigarsi in politiche di sostegno al TPL, per promuovere l'utilizzo del mezzo pubblico e disincentivare l'uso del mezzo privato, con lo scopo di raggiungere l'obiettivo dell'abbattimento delle emissioni nocive in atmosfera.



Compartecipazione sul gasolio per autotrazione erogato nei rispettivi territori regionali

IL PARADOSSO DEL CIRCOLO VIZIOSO



Conclusioni

... il pensiero collettivo può essere stimolato al cambiamento, si pensi alle prime ZTL, sembrava un insuccesso annunciato, mentre a distanza di anni sono gli stessi cittadini a richiedere un allargamento dei confini delle aree limitate al traffico.

Se, per favorire il trasporto pubblico, venisse proposto un referendum per vietare l'utilizzo dell'automobile durante le ore di punta, (es. dalle 8.00 alle 10.00 e dalle 17.00 alle 19.00), Lei sarebbe favorevole o contrario a questo divieto? (Valori %)

	ITALIA	ROMA
Favorevole	59,0	54,1
Contrario	41,0	45,9
Totale	100,0	100,0

Per i contrari

... Nel caso il referendum registrasse un esito positivo e quindi venisse applicato il dispositivo che vieta la circolazione in tali fasce orarie, lei pensa che utilizzerebbe di più il mezzo pubblico? Per quale ragione principale? (Valori %)

	ITALIA	ROMA
Utilizzerei di più il mezzo pubblico, perché non avrei alternative	46,9	47,3
Utilizzerei di più il mezzo pubblico, perché circolando meno auto ci sarebbe meno traffico e arriverei sicuramente in tempo	11,2	16,1
No, non sarei disposto ad abbandonare l'auto, piuttosto cambio i miei orari	22,1	17,6
No, per i miei spostamenti utilizzo moto, scooter ciclomotore	12,0	10,2
Non mi riguarda, esco in fasce orarie diverse (non leggere)	7,9	8,8
Totale	100,0	100,0

... distribuzione delle merci → campagne informative → sviluppo di sistemi di TPL a tariffazione integrata → aree destinate alla sosta di scambio → rinnovamento dell'urbanistica stradale → corsie preferenziali → piste ciclabili → pianificazioni territoriali → gestione partecipata ...



Per una migliore qualità della vita in un ambiente urbano più sostenibile e per non diventare potenziali acquirenti nel mercato dei "crediti inquinanti", bisognerà intervenire nella consapevolezza che risultati di qualità si potranno conseguire solo attraverso politiche integrate che investono trasversalmente i trasporti, la salute e l'ambiente

"Oggi siamo di fronte a due grandi problemi: la crisi economica di straordinaria intensità e il problema di lungo termine del degrado ambientale, con il riscaldamento globale e l'inquinamento crescente. Noi dobbiamo affrontare insieme i due problemi, essi sono correlati anche in termini economici, ad esempio gli investimenti nella sostenibilità e sicurezza dell'ambiente possono anche aiutare a stimolare l'economia. Ma essi hanno connessioni ancor più profonde, in relazione alle loro richieste sui comportamenti umani, sulle scelte politiche e sulle consuetudini commerciali. Abbiamo bisogno della virtuosità degli uomini, per scelte politiche intelligenti e pragmatiche, ma abbiamo anche bisogno, essenzialmente, di una visione più consapevole e umana della natura del vivere sociale responsabile" (Amartya Sen)

