

Università degli Studi di Perugia

**AGGIORNAMENTO DEL PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE
DEL COMUNE DI PERUGIA**

Allegato C

TABELLA DELLA POTENZIALITÀ DEGLI INTERVENTI

Committente	Comune di Perugia
Luogo e Data	Perugia, 28 Maggio 2012
Responsabili Scientifici	prof. Franco Cotana (CIRIAF) ing. Gabriele De Micheli (Comune di Perugia)
Comitato Tecnico-Scientifico	prof. ing. Francesco Asdrubali (CIRIAF) prof. ing. Cinzia Buratti (CIRIAF) Dott. Geol. Roberto Chiesa (Comune di Perugia) ing. Daniele Volpi (Comune di Perugia)
CIRIAF - Gruppo di lavoro	ing. Giorgio Baldinelli ing. Elisa Moretti ing. Marco Vergoni ing. Catia Baldassarri ing. Flavio Scrucca

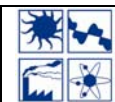


TABELLA DELLA POTENZIALITÀ DEGLI INTERVENTI

SETTORE FONTI RINNOVABILI

SCHEDA	RISPARMIO UNITARIO DI CO ₂	POTENZIALITÀ DELL'INTERVENTO	RISPARMIO POTENZIALE CO ₂
EOLICO	<p>Si considerano emissioni nette nulle e che il valore medio della CO₂ prodotta dal parco termoelettrico ENEL è pari a 500 gCO_{2eq}/kWh [1] (era 700 gCO_{2eq}/kWh nel vecchio PEAC); il risparmio potenziale futuro si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (500 x 70.000). Per le previsioni future si considera la stessa modalità di calcolo.</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 70.000 MWh/anno [5] <u>Reale:</u> 0 MWh/anno <u>Differenza:</u> -70.000 MWh/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 484 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 49.000 tCO_{2eq}/anno <u>Reale:</u> 0 tCO_{2eq}/anno <u>Diff.:</u> - 49.000 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 242 tCO_{2eq}/anno</p>
SOLARE TERMICO	<p>Si considerano emissioni nette nulle e che per produrre un kWh termico, con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia, si emettono circa 186 gCO_{2eq}/kWh; il risparmio potenziale futuro si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile. Per le previsioni future si considera la stessa modalità di calcolo.</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 40.000 MWh/anno [5] <u>Reale:</u> 3.739 MWh/anno <u>Differenza:</u> -36.261 MWh/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 6.000 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 7.440 tCO_{2eq}/anno <u>Reale:</u> 696 tCO_{2eq}/anno <u>Diff.:</u> -6.744 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 1.116 tCO_{2eq}/anno</p>

<p>FOTOVOLTAICO</p>	<p>Si considerano emissioni nette nulle e che il valore medio della CO₂ prodotta dal parco termoelettrico ENEL è pari a 500 gCO_{2eq}/kWh [1] (era 700 gCO_{2eq}/kWh nel vecchio PEAC); il risparmio potenziale futuro si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (500 x 3.750 x 10). Per le previsioni future si considera la stessa modalità di calcolo.</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 650 MWh/anno [5] <u>Reale:</u> 8.725 MWh/anno <u>Differenza:</u> +8.075 MWh/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 37.500 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 455 tCO_{2eq}/anno <u>Reale:</u> 6.107 tCO_{2eq}/anno <u>Diff.:</u> +5.652_tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 18.750 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>IDROELETTRICO</p>	<p>Si considerano emissioni nette nulle e che il valore medio della CO₂ prodotta dal parco termoelettrico ENEL è pari a 500 gCO_{2eq}/kWh [1] (era 700 gCO_{2eq}/kWh nel vecchio PEAC); il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (500 x 1.333).</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 5.000 MWh/anno [5] <u>Reale:</u> 5.200 MWh/anno <u>Differenza:</u> +200 MWh/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 1.333 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 3.500 tCO_{2eq}/anno <u>Reale:</u> 3640 tCO_{2eq}/anno <u>Diff.:</u> 140 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 667 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>COGENERAZIONE</p>	<p>La combustione di un m³ di metano, considerando per un sistema di cogenerazione i rendimenti sopra citati, consente di ottenere la produzione di circa 3,5 kWh di energia elettrica e di 4,5 kWh di energia termica, a fronte dell'emissione in atmosfera approssimativamente di 1,96 kg di CO₂ (il metano ha infatti un fattore di emissione pari a 1,957 kg CO₂/m³). La disponibilità delle stesse quantità di energia in regime di generazione separata, ovvero tramite l'acquisto dell'energia elettrica dalla rete nazionale e la produzione di energia termica con una caldaia ad alto rendimento, comporta l'emissione di una quantità di CO₂ pari a 2,58 kg, cioè di 627 grammi di CO₂ in più. In totale quindi, per ogni kWh elettrico prodotto si evita l'immissione di 179 g di CO₂ [1,5]; il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (179 x 38.000). Per le previsioni future si considera la stessa modalità di calcolo.</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 38.000 MWh_{el}/anno [5] <u>Reale:</u> 0 MWh_{el}/anno</p> <p><u>Differenza:</u> -35.475 MWh_{el}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 38.000 MWh_{el}/anno</p>	<p><u>Ipotizzato:</u> 14.972 tCO_{2eq}/anno <u>Reale:</u> 0 tCO_{2eq}/anno <u>Diff.:</u> -14.972 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro:</u> 6.802 tCO_{2eq}/anno</p>

BIOMASSE	<p>Si considerano emissioni nette nulle e che il valore medio della CO₂ prodotta dal parco termoelettrico ENEL è pari a 500 gCO_{2eq}/kWh [1]; inoltre, per produrre un kWh termico, con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia, si emettono circa 186 gCO_{2eq}/kWh. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (500 x 10.000 + 186 x 32.450).</p> <p>A tale dato va aggiunto il contributo dell'incremento dovuto alla legna da ardere per riscaldamento ed uso domestico (prima non valutato), pari a 41.900 MWh, con rendimento termico del 25%. Considerando che il calore utile derivante dalla legna, se prodotto con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia creerebbe emissioni pari a circa 186 gCO_{2eq}/kWh, si ottengono le emissioni evitate: (41.900 x 0,25 x 186)</p>	<p><u>Ipotizzato</u>[5]: 10.000 MWh_{el}/anno 32.450 MWh_t/anno = 42.450 MWh/anno</p> <p><u>Reale</u>: 28.760 MWh_{el}/anno 20.000 MWh_t/anno + = 48.760 MWh/anno</p> <p><u>Differenza</u>: +6.310 MWh/anno</p> <p><u>Futuro</u>: 10.000 MWh_{el}/anno + 32.450 MWh_t/anno + 41.900 MWh_t/anno = 84.350 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato</u>: 13.036 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Reale</u>: 19.906 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Diff.</u>: +6.870 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro</u>: 11.036 tCO_{2eq}/anno + 1.948 tCO_{2eq}/anno = 12.984 tCO_{2eq}/anno</p>
GEOTERMIA	Trascurabile	-	-
RSU	<p>Termovalorizzando 1 kg di RSU, a valle della raccolta differenziata, si possono ottenere circa 0,56 kWh elettrici. Inoltre, se il rifiuto venisse smaltito in discarica, invece che utilizzato per il recupero energetico, produrrebbe un certo quantitativo di gas serra (principalmente metano). Si può considerare che le emissioni di metano per chilogrammo di rifiuto smaltito siano pari a 346 grammi di CO₂ equivalente (1 grammo di metano equivale a 24 grammi di CO₂ equivalente). Considerando che, in una discarica controllata, si può recuperare parte del biogas, si stima che utilizzando il biogas per la produzione elettrica si possa evitare l'immissione di 56 grammi di CO₂ equivalente per ogni chilogrammo di rifiuto smaltito. In totale si ha un risparmio di 639 gCO_{2eq}/kWh [5]; il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (639 x 50.000).</p> <p>Per le previsioni future si considera la stessa modalità di calcolo.</p>	<p><u>Ipotizzato</u>: 51.333 MWh/anno [5]</p> <p><u>Reale</u>: 0 MWh/anno [5]</p> <p><u>Differenza</u>: -51.333 MWh/anno</p> <p><u>Futuro</u>: 50.000 MWh/anno</p>	<p><u>Ipotizzato</u>: 32.801 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Reale</u>: 0 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Differenza</u>: -32.801 tCO_{2eq}/anno</p> <p><u>Futuro</u>: 31.950 tCO_{2eq}/anno</p>
	TOTALE SETTORE FONTI RINNOVABILI FUTURO	218.667 MWh/anno 18.764 tep/anno	72.515 tCO_{2eq}/anno

SETTORE TRASPORTI E OTTIMIZZAZIONE COMBUSTIBILI

SCHEDA	RISPARMIO UNITARIO DI CO ₂	POTENZIALITÀ DELL'INTERVENTO	RISPARMIO POTENZIALE CO ₂
PIANIFICAZIONE TRAFFICO	N.A.	N.A.	-
INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO	Si ipotizza che entro il 2020 la velocità media dei veicoli sul territorio comunale si incrementi di 7 km/h, con una riduzione delle emissioni del 21% [6] e quindi un risparmio di 45 gCO_{2eq}/kmp .	Le emissioni totali nel settore trasporti nell'anno 2000 sono state pari a 451.220 tCO _{2eq} , si considera una riduzione di tali emissioni del 21% [6].	94.756 tCO _{2eq} /anno
SITU	Le emissioni medie delle automobili su percorsi urbani sono pari a 215 gCO_{2eq}/kmp [2]., mentre per la fluidificazione del traffico si utilizza il dato della scheda precedente (45 gCO_{2eq}/kmp). Il risparmio potenziale è dato dal prodotto tra il numero di veicoli al giorno, il numero di giorni all'anno, il numero di passeggeri a veicolo, i km di percorrenza media ed il risparmio unitario: 16.400 x 300 x 1,17 x 6 x 215	Senza tale intervento, nel centro storico transiterebbero in media altri 16.400 veicoli al giorno, con una percorrenza media di 6 km per ogni veicolo.	<u>Ipotizzato:</u> 7.426 tCO _{2eq} /anno <u>Reale:</u> 7.426 tCO _{2eq} /anno <u>Differenza:</u> 0 tCO _{2eq} /anno <u>Futuro:</u> 0 tCO _{2eq} /anno
INTERVENTI DI LIMITAZIONE TRAFFICO	Le emissioni medie delle automobili su percorsi urbani sono pari a 215 gCO_{2eq}/kmp [2]. Il risparmio potenziale è dato dal prodotto tra il numero totale di veicoli, il numero di giornate senz'auto all'anno, il numero di passeggeri a veicolo, i km di percorrenza media ed il risparmio unitario: 16.400 x 2 x 1,17 x 6 x 215	Si ipotizzano 2 giorni all'anno di città senza auto, il risparmio viene calcolato su 16.400 veicoli che non transitano in centro con una percorrenza media di 6 km.	49 tCO _{2eq} /anno

**INCENTIVI PER LA
TRASFORMAZIONE
DEL PARCO AUTO
AUTOMOBILISTICO**

Emissioni medie automobili su percorsi urbani e extraurbani (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2eq}/kmp [2,3]
Si considera una riduzione delle emissioni del 13%, cioè di **21,3 gCO_{2-eq}/kmp** [5]; il risparmio potenziale si ottiene dal prodotto tra il risparmio unitario, la percorrenza media, il numero complessivo di veicoli e il numero di passeggeri a veicolo [21,3 x 30.000 x (895 + 448) x 1,17].

Nell'anno 2000 i veicoli totali erano 107.888 di cui 7.580 a gpl e metano (7%); si ipotizza un aumento annuo del 3% di tutti i veicoli (145.000 al 2010) e si mantiene inalterata la percentuale di veicoli a gpl e metano rispetto al totale (10.150 al 2010).
L'incremento dei veicoli a gpl e metano è pari a 2570 di cui 734 a gpl e 1836 a metano (2 a 5); dei veicoli a metano si considera che la metà usufruisca degli incentivi (918) mentre gli altri siano nuovi. Si considera una percorrenza media annua di 30.000 km.
Nel 2009 i veicoli totali erano 143.705 di cui 3.510 a gpl e 3.699 a metano (5%); si ipotizza un aumento annuo del 3% di tutti i veicoli (circa 180.000 al 2020) e si mantiene inalterata la percentuale di veicoli a gpl e metano rispetto al totale (9.000 al 2020).
L'incremento dei veicoli a gpl e metano è pari a 1791 di cui 895 a gpl e 896 a metano; dei veicoli a metano si considera che la metà usufruisca degli incentivi (448) mentre gli altri siano nuovi. Si considera una percorrenza media annua di 30.000 km.

Ipotizzato
1.235 tCO_{2eq}/anno
Reale
-166 tCO_{2eq}/anno
Differenza
-1.401 tCO_{2eq}/anno

Futuro
1.004 tCO_{2eq}/anno

<p align="center">MOBILITY MANAGEMENT</p>	<p>Attualmente l'85% delle persone utilizza mezzi privati, il 10% mezzi pubblici su gomma e il 5% mezzi pubblici su ferro per ricoprire il tragitto casa - lavoro, l'obiettivo è di arrivare nel 2010 al 50% per l'uso dei mezzi pubblici e privati; il risparmio unitario risulta pari a 49,7 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale viene calcolato moltiplicando il numero dei dipendenti per il numero di giorni all'anno per la percorrenza media per il risparmio unitario: 12.366 x 300 x 15 x 49,7.</p>	<p>Le aziende che hanno l'obbligo di effettuare il mobility management sono quelle con un numero di dipendenti maggiore di 300, per complessive 12.366 persone. Si considerano in media 15 km al giorno di tragitto casa - lavoro.</p>	<p align="center">2.765 tCO_{2eq}/anno</p>
<p align="center">MINIMETRÒ</p>	<p>Considerando che, in Italia, per la produzione di un kWh elettrico nelle centrali termoelettriche si emettono 500 g di gCO_{2eq}/kmp, le emissioni dei passeggeri che utilizzano il minimetrò sono pari a gCO_{2eq}/passeggero. In assenza del minimetrò gli stessi passeggeri avrebbero percorso 6 km: l'85% degli utenti utilizzerebbe mezzi privati e il 15% mezzi pubblici, con una emissione media di 150,5 gCO_{2eq}/kmp [3, 4]. In definitiva, il risparmio di emissioni è quantificabile in 24 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando l'incremento di utenti all'anno per la percorrenza media per il risparmio unitario: 1.000.000 x 6 x 24.</p>	<p>Si ipotizza un incremento del 33% dei passeggeri al 2020 rispetto alla media 2008-2011.</p>	<p align="center">144 tCO_{2eq}/anno</p>
<p align="center">FF.SS. E FCU</p>	<p>Emissioni medie automobili (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2eq}/kmp [2,3]. Emissioni medie bus (26 passeggeri): 36 gCO_{2eq}/kmp [2,3]. Emissione media pubblico e privato: 150,5 gCO_{2eq}/kmp; l'emissione media di trasporto su rotaia si può stimare pari a 41 gCO_{2eq}/kmp, il risparmio unitario è pari a 109,5 gCO_{2eq}/kmp [5]. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di utenti all'anno per la percorrenza media per il risparmio unitario: 413.830 x 50 x 109,5.</p>	<p>Si ipotizza un incremento annuo del 2% degli utenti dell'FCU e dell'1% degli utenti dell'FF.SS, portando complessivamente gli utenti del treno da 2.923.285 del 2010 a 3.337.122 del 2020 (+ 413.830), per una percorrenza media giornaliera di 50 km.</p>	<p align="center">2.265 tCO_{2eq}/anno</p>

<p>ASCENSORI E SCALE MOBILI</p>	<p>Emissioni medie automobili (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2eq}/kmp [2,3]. Emissioni medie bus su percorsi urbani (26 passeggeri): 36 gCO_{2eq}/kmp [2,3] Emissione media pubblico e privato: 150,5 gCO_{2eq}/kmp, considerando che l'emissione di ascensori e scale mobili è di 16,4 gCO_{2eq}/kmp, il risparmio è pari a 134,1 gCO_{2eq}/kmp [2,3,5]. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di utenti all'anno per la percorrenza media per il risparmio unitario: 2.000.000 x 1 x 134,1.</p>	<p>Ipotizzando per i due nuovi percorsi un numero di passeggeri pari a quello del percorso più recente (P.za Bellucci - Corso Cavour), si avrebbero ulteriori 2.000.000 di passeggeri.</p>	<p>268 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>TRASPORTO PUBBLICO SU GOMMA</p>	<p>Emissioni medie automobili (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2eq}/kmp [2,3]. Emissioni medie bus (26 passeggeri): 36 gCO_{2eq}/kmp [2,3]. Parte delle persone che attualmente utilizzano il mezzo privato al 2010 utilizzeranno il mezzo pubblico su gomma quindi il risparmio unitario è pari a 128 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di utenti per la percorrenza media per il risparmio unitario: 11.768.873 : 2 x 4,5 x 128.</p>	<p>Attualmente gli utenti sono 11.768.873 all'anno, pari al 10% delle persone che compiono i propri spostamenti; si ipotizza che al 2020 saranno il 50% in più; la percorrenza media è di 4,5 km (dati APM).</p>	<p>3.389 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>BIODIESEL</p>	<p>Emissioni medie autobus: 36 gCO_{2eq}/kmp [2,3] Si considera un incremento della percentuale di biodiesel nel gasolio per autotrazione degli autobus fino ad arrivare al 10%, con una corrispettiva riduzione del 10% delle emissioni pari a 3,6 gCO_{2eq}/kmp [5]. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di litri consumati per il rapporto di miscela per il numero di passeggeri all'interno degli autobus per i km percorsi con un litro per il risparmio unitario: 200.000 x 10 x 26 x 10 x 3,6.</p>	<p>Si ipotizza che la quantità di biodiesel utilizzata negli autobus raddoppi entro il 2020 (circa 200.000 litri attualmente consumati) e che con 1 litro sia possibile percorrere 10 km.</p>	<p>1.872 tCO_{2eq}/anno</p>

<p>BIOETANOLO</p>	<p>Emissioni medie automobili su percorsi urbani e extraurbani (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2-eq}/kmp [2,3]. Si considera una percentuale massima di bioetanolo del 15% e quindi una riduzione delle emissioni del 15% pari a 24,6 gCO_{2eq}/kmp [5].</p>	<p>Non si ipotizza al momento uno sviluppo significativo di questo combustibile ne territorio comunale.</p> <p>Si considerano in questa voce i risparmi legati ad un'eventuale azione a livello nazionale per ottenere una copertura con fonte rinnovabile del 10% dei consumi complessivi nei trasporti. Le emissioni totali nel settore trasporti nell'anno 2000 sono state pari a 451.220 tCO_{2eq}, pertanto, se fosse raggiunto l'obiettivo nazionale, si otterrebbe un risparmio pari a 45.122 x 0,10 tCO_{2eq}.</p>	<p>45.122 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>METANO</p>	<p>Emissioni medie automobili su percorsi urbani e extraurbani (benzina e diesel, 1,17 passeggeri): 164 gCO_{2-eq}/kmp [2, 3]; -30% di emissioni di CO₂ [5]. Il risparmio unitario è pari a 49,2 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di auto nuove per il numero di passeggeri a veicolo per i km percorsi, per il risparmio unitario: 325 x 1,17 x 30.000 x 49,2.</p>	<p>Si ipotizza che al 2020, circa 325 auto a metano saranno nuove ed una percorrenza media di 30.000 km all'anno.</p>	<p>561 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>MOTORI ELETTRICI</p>	<p>Considerando un consumo di 30 kWh per percorrere 100 km e che per produrre 1 kWh [5] nelle centrali termoelettriche si emettono 500 gCO_{2eq}[1], l'emissione è pari a 140 gCO_{2-eq}/kmp ed il risparmio a 75 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di auto nuove per il numero di passeggeri a veicolo per i km percorsi, per il risparmio unitario: 325 x 1,17 x 7.500 x 75.</p>	<p>Si ipotizza che al 2020 vi saranno un numero annuo di nuove immatricolazioni di auto elettriche pari a quelle dei veicoli a metano (circa 325) e una percorrenza media di 7.500 km all'anno.</p>	<p>214 tCO_{2eq}/anno</p>

<p>MOTORI IBRIDI</p>	<p>Si ha un'emissione di 59 gCO_{2-eq}/kmp [5] e quindi un risparmio rispetto alle emissioni medie di automobili su percorsi urbani e extraurbani (164 gCO_{2-eq}/kmp) di (164-59) 105 gCO_{2-eq}/kmp Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di auto nuove per il numero di passeggeri a veicolo per i km percorsi, per il risparmio unitario: 325 x 1,17 x 30.000 x 105.</p>	<p>Si ipotizza che al 2020 vi saranno un numero annuo di nuove immatricolazioni di auto ibride pari a quelle dei veicoli a metano (circa 325) e una percorrenza media di 30.000 km all'anno.</p>	<p>1.198 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>CELLE A COMBUSTIBILE</p>	<p>Si ha un'emissione di 53 gCO_{2-eq}/kmp [5] e quindi un risparmio unitario di (164-53) 111 gCO_{2-eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di auto per il numero di passeggeri a veicolo per i km percorsi per il risparmio unitario: 4.350 x 1,17 x 10.000 x 111.</p>	<p>la penetrazione dei motori ad idrogeno è attualmente limitata a causa del costo elevato, della difficoltà di approvvigionamento e della mancanza di assistenza tecnica.</p>	<p>-</p>
<p>CAR SHARING E BIKE SHARING</p>	<p>Si è considerata una riduzione dell'uso del mezzo privato del 60% ed un incremento di quello pubblico del 40% [5] con un risparmio unitario complessivo di 86,5 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando i punti di car sharing per le auto, per le persone che utilizzano giornalmente lo stesso veicolo, per i giorni utili in un anno, per la percorrenza media, per il risparmio unitario: (8 x 3 x 300 x 15 x 86,5).</p>	<p>Si ipotizzano 8 veicoli di car sharing, in ogni auto c'è un solo passeggero ed è utilizzata da 3 persone con una percorrenza media di 15 km al giorno. Il contributo del bike sharing è considerato trascurabile.</p>	<p>10 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>CAR POOLING</p>	<p>Si ipotizza che l'occupazione dell'auto passi da 1,17 a 3 passeggeri [5] con un risparmio unitario pari a 164-64 gCO_{2eq}/kmp (100 gCO_{2eq}/kmp). Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando i veicoli interessati dall'intervento per i giorni utili in un anno per il numero di passeggeri a veicolo per la percorrenza media per il risparmio unitario: 2.535 x 300 x 1,17 x 15 x 100.</p>	<p>Nell'ora di punta circolano 39.000 veicoli di cui l'80% sistematici e il 20% fluttuanti, si ipotizza che al 2020 il 65% dei veicoli saranno sistematici e di questi il 10% (2.535) effettuerà il car pooling con una percorrenza media nel tratto urbano di 15 km.</p>	<p>1.335 tCO_{2eq}/anno</p>

ALTRI INTERVENTI TRAFFICO (TAXI COLLETTIVO)	<p>Si considera che ogni taxi trasporti in media 6 persone con un risparmio unitario pari a 132 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero di taxi per la percorrenza media di una corsa per il numero delle corse giornaliere per i giorni utili in un anno per il risparmio unitario: 6 x 12 x 25 x 300 x 132.</p>	<p>Si ipotizzano al 2020 6 licenze di taxi collettivi con una percorrenza media di 12 km al giorno per 25 corse giornaliere.</p>	<p>71 tCO_{2eq}/anno</p>
TELELAVORO, TELESERVIZI	<p>Si ipotizza che ogni per ogni telelavoratore si abbia un risparmio unitario di 164 gCO_{2eq}/kmp. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero dei telelavoratori per i giorni utili in un anno per la percorrenza media per il risparmio unitario: 600 x 300 x 15 x 164.</p>	<p>Ipotizzando che nel totale della forza lavoro nel Comune (60.000 persone), nel 2020 l'1% svolgerà il telelavoro si ottengono 600 telelavoratori che non percorreranno 15 km al giorno.</p>	<p>442 tCO_{2eq}/anno</p>
TOTALE SETTORE TRASPORTI ED OTTIMIZZAZIONE COMBUSTIBILI			<p>155.465 tCO_{2eq}/anno</p>

SETTORE RISPARMIO ENERGETICO

SCHEMA	RISPARMIO UNITARIO DI CO ₂	POTENZIALITÀ DELL'INTERVENTO	RISPARMIO POTENZIALE CO ₂
RAZIONALIZ. DELL'USO DEI COMBUSTIBILI TRADIZIONALI	E' la differenza tra i 201 g/kWh del metano e la media tra i 264 g/kWh del gasolio e i 225 g/kWh del GPL, ovvero: 43,5 gCO_{2eq}/kWh . Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia complessivamente producibile (43,5 x 216.388).	Si ipotizza di coprire al 2020 l'incremento della domanda di energia esclusivamente con il metano lasciando inalterati i consumi di GPL e gasolio cui corrisponde un incremento di 216.388 MWh [5].	9.413 tCO _{2eq} /anno
MATERIALI TRASPARENTI	La sostituzione di un vetro semplice (4 mm) con una superficie vetrata che rispetta i limiti imposti dalla legislazione vigente porta la trasmittanza da 5 a 1,7 W/m ² K. In termini di dispersione del calore, ciò comporta un risparmio del 66%. Considerando che per produrre un kWh termico, con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia, si emettono circa 186 g di CO ₂ , si può stimare che per ogni kWh prodotto per compensare le perdite di calore attraverso le superfici vetrate, si possa evitare l'immissione in atmosfera di 123 g di anidride carbonica. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando la diminuzione della trasmittanza (3,3 W/m ² K) per la superficie totale dei vetri, per l'emissione media dei generatori per la variazione di temperatura interno-esterno per le ore all'anno in cui funziona l'impianto di riscaldamento per il coefficiente di utilizzo: (3,3 x 243.448 x 186 x 22 x 1.456 x 0,5).	Considerando valide per il decennio 2010-2020 le previsioni fatte per gli anni 2000-2010 nel precedente PEAC, la superficie di materiale trasparente potrà essere dell'ordine di 245.000 m ² di cui 86.000 m ² per il residenziale, 45.000 m ² per le zone artigianali e 112500 m ² per gli edifici ristrutturati.	2.393 tCO _{2eq} /anno

<p>MATERIALI OPACHI</p>	<p>Considerando i limiti imposti dalla normativa vigente La trasmittanza termica dei materiali opachi può essere assunta per il soffitto (1/6 dell'area) pari a 2,1 W/m²K in assenza di intervento e 0,33 W/m²K in presenza, per il pavimento (1/6 dell'area) 1,6 W/m²K in assenza e 0,33 W/m²K in presenza, per le pareti laterali (2/3 dell'area) 1,6 W/m²K in presenza e 0,34 W/m²K in assenza. Considerando che per produrre un kWh termico, con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia, si emettono circa 186 grammi di CO₂, si può stimare che per ogni kWh prodotto per compensare le perdite di calore attraverso le superfici opache verticali, si possa evitare l'immissione in atmosfera di 149 g di anidride carbonica. Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando la diminuzione della trasmittanza per ogni singola superficie per l'area complessiva, per l'emissione media dei generatori per la variazione di temperatura interno-esterno per le ore all'anno in cui funziona l'impianto di riscaldamento per il coefficiente di utilizzo: (1,77 x 755.965 + 1,27 x 755.965 + 1,26 x 3.023.862) x 186 x 22 x 1456 x 0,5.</p>	<p>Considerando valide per il decennio 2010-2020 le previsioni fatte per gli anni 2000-2010 nel precedente PEAC, la superficie totale di materiale opaco potrà essere dell'ordine di 4.500.000 m² di cui circa 3.100.000 m² per il residenziale e 1.400.000 m² per le zone artigianali. Per il calcolo delle superfici si è considerato che il rapporto tra superficie e volume per villette e capannoni industriali sia pari a 0,80, mentre per gli edifici pluripiano sia 0,4; si è inoltre considerato che le villette incidano per il 60% ed i pluripiano per il 40% ottenendo così un valore medio di tale rapporto di 0,65. Sul totale della superficie (4.535.794 m² si è ipotizzato che 1/6 (755.965) sia pavimento, 1/6 (755.965) soffitto e 4/6 (3.023.862) pareti laterali.</p>	<p>18.196 tCO_{2eq}/anno</p>
--------------------------------	--	--	--------------------------------------

<p>ILLUMINAZIONE</p>	<p>Dai dati ENEL emerge che per la produzione di un kWh le emissioni di CO₂ potrebbero diminuire di 116 g.</p> <p>Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il numero delle abitazioni per la percentuale di sostituzione per il consumo ascrivibile ad ogni singola abitazione per il risparmio unitario: 60.000 x 0,166 x 987 x 116.</p>	<p>Si ipotizza la sostituzione delle lampade su una abitazione su 8 (circa 17%).</p> <p>Da dati ENEL si evince che mediamente in una abitazione si consumano 3.000 kWh all'anno. Il consumo per illuminazione ed elettrodomestici influisce per il 78,9 % dei consumi, per un totale per abitazione di 2.367 kWh all'anno. Gli elettrodomestici consumano 1.380 kWh annui, per cui si ottiene un consumo di 987 kWh per illuminazione all' anno. Le abitazioni di Perugia sono circa 60.000.</p>	<p>1.145 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>CALDAIE AD ALTO RENDIMENTO</p>	<p>Si assume che per ogni kWh termico prodotto si ottenga una riduzione di 51 g CO₂.</p> <p>Il fabbisogno stagionale medio di un'abitazione è pari a: 20 kW (potenza caldaia) x 8 (ore di funzionamento giornaliera) x 182 (giorni di accensione) x 0,5 (coefficiente di utilizzo) = 14.560 kWh.</p> <p>Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia termica prodotta da tutti i generatori sostituiti in 10 anni: (51 x 14.560 x 1.500 x 10).</p>	<p>Si suppone una potenzialità di installazione pari a 1.500 nuove caldaie ad alta efficienza all'anno.</p>	<p>11.138 tCO_{2eq}/anno</p>
<p>POMPE DI CALORE</p>	<p>Si assume che per ogni kWh termico prodotto si ottenga una riduzione di 43 g CO₂.</p> <p>Il fabbisogno stagionale medio di un'abitazione è pari a: 20 kW (potenza caldaia) x 8 (ore di funzionamento giornaliera) x 182 (giorni di accensione) x 0,5 (coefficiente di utilizzo) = 14.560 kWh.</p> <p>Il risparmio potenziale si ottiene moltiplicando il risparmio unitario per l'energia termica prodotta da tutte le pompe di calore sostituite in 10 anni: (43 x 14.560 x 1.500 x 10).</p>	<p>Si suppone una potenzialità di installazione pari a 1.500 nuove pompe di calore all'anno.</p>	<p>9.391 tCO_{2eq}/anno</p>

<p>APPARECCHIATURE</p>	<p>Il valore medio della CO₂ prodotta dal parco termoelettrico ENEL è pari a 500 gCO_{2eq}/kWh [1]. I consumi annui per tipologia delle vecchie apparecchiature sono:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. frigoriferi: 480 kWh 2. televisori: 220 kWh 3. lavatrici: 290 kWh 4. scaldacqua: 160 kWh 5. altri: 230 kWh <p>TOTALE 1.380 kWh</p> <p>Le nuove apparecchiature consumano complessivamente 1.394 kWh: la differenza è di 14 kWh in più prodotti all' anno. Le maggiori emissioni si ottengono moltiplicando il numero delle apparecchiature sostituite all'anno per i 10 anni dal 2000 al 2010 per la variazione dei consumi per le emissioni unitarie: 6.000 x 10 x (-14) x 500</p>	<p>Si ipotizzano 6.000 nuovi macchinari per ogni tipologia all'anno fino al 2010.</p>	<p>- 420 tCO_{2eq}/anno</p>
-------------------------------	--	---	-------------------------------------

BIOARCHITETTURA	<p>Si ipotizza di passare da una Classe C di un nuovo edificio costruito a norma di legge, alla Classe A di un edificio realizzato con criteri di bioarchitettura.</p> <p>Ciò si traduce in un risparmio medio per la zona di Perugia pari a 32,6 kWh/m² anno per il settore residenziale e 8,6 kWh/m³ anno per il terziario. Considerando che per produrre un kWh termico, con un generatore costruito con tecnologie all'avanguardia, si emettono circa 186 grammi di CO₂, il risparmio ottenibile si ottiene moltiplicando tale valore per l'energia unitaria risparmiata e per la grandezza estensiva (m² e m³ rispettivamente per il settore residenziale e terziario): 186 x 32,6 x 98.227 + 186 x 8,6 x 200.000</p>	<p>Secondo il Piano Regolatore Generale, nel Comune di Perugia del 2000 erano disponibili 7.367.000 m³ edificabili per il settore residenziale, per le zone commerciali 5.000.000 m³ (si è considerata una altezza media dei capannoni di 5 m). Si ipotizza che nel 2020 sarà edificato il 20% del terreno disponibile sia per il residenziale (1.473.400 m³) che per gli edifici commerciali (1.000.000 m³). Si ipotizza che sulle superfici di nuova edificazione (residenziale nuovo e zone commerciali) al 2020, il 20% sia costruito con criteri di bioarchitettura: per i residenziali 294.680 m³ (98.227 m²) e per le zone commerciali 200.000 m³.</p>	915 tCO _{2eq} /anno
TETTI VERDI	<p>Si può stimare che per ogni kWh prodotto per compensare le perdite attraverso il soffitto dell'ultimo piano, si possa evitare l'immissione di 69 g di CO₂.</p>	N.A.	-
SISTEMI PASSIVI	N.A.	N.A.	-
TOTALE SETTORE RISPARMIO ENERGETICO			52.171 tCO_{2eq}/anno

TOTALE: 280.147 tCO_{2eq}/anno

Note:

Per il calcolo della CO₂ equivalente è stato considerato il solo contributo del biossido di carbonio (1g CO₂ = 1g CO_{2eq}) e del metano (1g CH₄=24 gCO_{2eq}) in quanto gli ossidi di azoto e di zolfo, pur essendo gas serra, hanno tempi di permanenza in troposfera troppo brevi e distribuzione disomogenea per quantificare il loro contributo al riscaldamento globale della terra [4].

Fonti:

- [1] ISPRA Rapporti - N. 135/2011 “Produzione termoelettrica ed emissioni di CO₂. Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS”;
- [2] ANPA: Stato dell’ambiente n.12/2000 – Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale – i fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia;
- [3] Dati ACI: parco circolante nel Comune di Perugia;
- [4] Dati EPA e IPCC;
- [5] Piano definitivo – Allegato C;
- [6] Progetto di piano, rapporto finale, VOL 1, sintesi e raccomandazioni, TRT Trasporti e Territorio Srl, Milano, Novembre 2001.