

**METODOLOGIA PER LA DEFINIZIONE  
DELL'INVENTARIO DI BASE DELLE EMISSIONI DEL  
COMUNE DI CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO**

**METHODOLOGY FOR THE DEFINITION OF THE  
BASELINE EMISSION INVENTORY OF THE  
MUNICIPALITY OF CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO**

Allegato I  
Annex I



COMUNE DI  
CASTIGLIONE  
MESSER RAIMONDO



PROVINCIA  
DI TERAMO

## Sommario

1. INVENTARIO DI BASE DELLE EMISSIONI .....	2
2. ANNO DI RIFERIMENTO DEL BEI .....	3
3. CONFINI, CAMPO DI APPLICAZIONE E SETTORI DEL BEI.....	4
4. INDIVIDUAZIONE E CALCOLO FATTORI DI EMISSIONE .....	6
5. RACCOLTA DEI DATI .....	8
6. CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RIDUZIONE ED EVENTUALE RICALCOLO DEL BEI .....	9
7. REALIZZAZIONE DEL MODELLO .....	10

..

# 1. INVENTARIO DI BASE DELLE EMISSIONI

L'Inventario di Base delle Emissioni (BEI) quantifica la CO<sub>2</sub> emessa nel territorio comunale in uno specifico anno di riferimento.

Il documento permette di identificare le principali fonti antropiche di emissioni di CO<sub>2</sub> e di assegnare le opportuna priorità alle relative misure di riduzione.

Nel BEI non sono incluse le emissioni di metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), considerato che non sono previste specifiche misure per la riduzione di tali gas serra all'interno del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (SEAP) e che si è deciso di utilizzare l'approccio "standard", in linea con i principi dell'IPCC, per la determinazione del fattore di emissione.

L'elaborazione del BEI riveste grande importanza, tenendo conto che l'inventario è lo strumento che consente di misurare l'impatto degli interventi relativi al cambiamento climatico.

Il BEI mostra la situazione di partenza, mentre i successivi Inventari di Monitoraggio delle Emissioni (MEI) mostreranno il progresso rispetto all'obiettivo.

Il BEI ed il MEI sono elementi decisivi, per mantenere alta la motivazione di tutte le parti disposte a contribuire all'obiettivo di riduzione di CO<sub>2</sub> sull'intero territorio comunale, in quanto permettono di misurare i risultati delle attività.

L'obiettivo complessivo di riduzione di CO<sub>2</sub> dei firmatari del Patto dei Sindaci è di almeno il 20% entro il 2020, operando la scelta tra "riduzione assoluta" e "riduzione pro capite".

In accordo con gli indirizzi provinciali si è deciso di adottare la "riduzione pro capite".

Nel rispetto dei principi del Patto dei Sindaci, ogni firmatario è responsabile per le emissioni che sono prodotte in conseguenza del consumo di energia nel territorio di riferimento; pertanto, i crediti di emissione acquistati o venduti sul mercato del carbonio non intervengono nella definizione del BEI e non interverranno nella definizione del MEI.

## 2. ANNO DI RIFERIMENTO DEL BEI

L'anno di riferimento per il BEI è il 2005.

La scelta del 2005 è strategica, infatti gli obiettivi fissati dall'Unione Europea 20/20/20 (originariamente con l'obiettivo di riduzione di emissione di gas serra nel 2020 del 20% rispetto al 1990), allo stato attuale sono stati ridefiniti e fanno espresso riferimento all'anno 2005.

Inoltre, l'anno 2005 è stato raccomandato dalla Provincia di Teramo, nella sua qualità di Struttura di Coordinamento, a tutti i Comuni aderenti al Patto in provincia di Teramo, al fine di favorire una lettura univoca dei dati sul territorio provinciale, facilitare le comparazioni e permettere la definizione di strategie di intervento a livello sovra-comunale.

### 3. CONFINI, CAMPO DI APPLICAZIONE E SETTORI DEL BEI

I confini geografici del BEI sono stati identificati nei confini amministrativi del Comune.

L'inventario di base delle emissioni è basato sul consumo finale di energia, includendo sia il consumo energetico comunale (interno), sia quello non comunale (esterno) al territorio dell'Autorità Locale.

Il BEI ha quantificato le seguenti emissioni derivanti dal consumo energetico nel territorio comunale:

- Emissioni dirette: dovute all'utilizzo di combustibile nel territorio, negli edifici, in attrezzature ed impianti e nei settori del trasporto;
- Emissioni indirette: legate alla produzione di elettricità, calore e freddo consumati nel territorio.

La valutazione delle emissioni dirette ha seguito i principi dell'International Panel Climate Change (IPCC) , utilizzati nelle relazioni dei paesi alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e nel contesto del Protocollo di Kyoto.

La valutazione delle emissioni indirette dovute alla produzione di elettricità, calore e freddo consumati nel territorio sono state incluse nel BEI, indipendentemente dal luogo di produzione.

La definizione del campo di applicazione del BEI ha assicurato che tutte le emissioni rilevanti, dovute al consumo energetico sul territorio, sono state incluse ed evitando di conteggiarle due volte.

I settori inclusi nel BEI sono i seguenti:

- Edifici, attrezzature ed impianti comunali;
- Edifici, attrezzature ed impianti del settore terziario;
- Edifici residenziali;
- Pubblica illuminazione;
- Parco auto comunale;
- Trasporti pubblici su strade di competenza comunale;
- Trasporto ferroviario pubblico locale;
- Trasporti privati e commerciali su strade di competenza comunale;
- Produzione locale di elettricità da fonti rinnovabili;
- Produzione locale di calore/freddo;
- Consumo di combustibile per la produzione di elettricità per impianti <20 MW e che non sono parte di EU ETS.

I settori non inclusi nel BEI sono i seguenti:

- Industrie;
- Trasporti privati e commerciali su strade non di competenza comunale e autostrade;
- Trasporto ferroviario non locale;
- Altri trasporti ferroviari;
- Trasporti pubblici a lunga distanza su strade non di competenza comunale;
- Trasporto aereo;
- Trasporto marittimo e fluviale;
- Traghetti locali;
- Emissioni fuggitive derivanti dalla produzione, trasformazione e distribuzione di combustibili;
- Uso di prodotti e gas fluorati;
- Agricoltura e uso del suolo, cambiamenti di uso del suolo e silvicoltura;
- Trattamento dei rifiuti solidi.

## 4. INDIVIDUAZIONE E CALCOLO FATTORI DI EMISSIONE

Per la redazione del BEI è stata assunta la decisione di utilizzare i fattori di emissione 'Standard', in linea con i principi IPCC, che riguardano tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte dal consumo di energia nel territorio dell'Ente Locale, in forma diretta ed indiretta.

I fattori di emissione standard sono basati sul contenuto di carbonio di ciascun combustibile come negli inventari nazionali di gas ad effetto serra nel contesto della UNFCCC e del protocollo di Kyoto.

Con questo approccio, la CO<sub>2</sub> è stata considerata come il gas ad effetto serra più importante e le emissioni di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O non sono state calcolate.

Inoltre, le emissioni di CO<sub>2</sub> dall'uso sostenibile di biomassa e biocarburanti, come pure le emissioni di elettricità verde certificata, sono state considerate pari a zero.

I fattori di emissione standard considerati nel BEI sono basati sulle linee guida IPCC del 2006, riportati nella tabella seguente.

<b>Tipo</b>	<b>Fattore di emissione standard [tCO<sub>2</sub>/MWh]</b>
<b>Benzina per motori</b>	<b>0,249</b>
<b>Gasolio, diesel</b>	<b>0,267</b>
<b>Olio combustibile residuo</b>	<b>0,279</b>
<b>Antracite</b>	<b>0,354</b>
<b>Altro carbone bituminoso</b>	<b>0,341</b>
<b>Carbone sub-bituminoso</b>	<b>0,346</b>
<b>Lignite</b>	<b>0,364</b>
<b>Gas naturale</b>	<b>0,202</b>
<b>Rifiuti urbani (frazione non biomassa)</b>	<b>0,330</b>
<b>Legno</b>	<b>0-0,403</b>
<b>Olio vegetale</b>	<b>0</b>
<b>Biodisel</b>	<b>0</b>
<b>Bioetanolo</b>	<b>0</b>
<b>Energia solare termica</b>	<b>0</b>
<b>Energia Geotermica</b>	<b>0</b>

Per calcolare le emissioni di CO<sub>2</sub> attribuibili al consumo di elettricità, è stato determinato il fattore di emissione da utilizzare e lo stesso fattore è stato utilizzato per tutto il consumo di elettricità nel territorio di riferimento.

Il fattore di emissione ha preso in considerazione i seguenti componenti:

- Fattore di emissione nazionale/europeo pari a: 0,483 [tCO<sub>2</sub>]/[MWhe];
- Acquisti di elettricità verde certificata dall'autorità locale, fattore di emissione pari a: 0 [tCO<sub>2</sub>]/[MWhe];
- Produzione locale di elettricità (diversa da biomassa e biocombustibili) per cui si utilizzano i fattori di emissione standard della tabella seguente:

Fonte di elettricità	Fattore di emissioni standard [tCO <sub>2</sub> /MWhe]
Solare FV	0
Energia Eolica	0
Energia idroelettrica	0

Il fattore di emissione locale per l'elettricità (FEE) è calcolato utilizzando la seguente equazione:

$$FEE = \frac{(CTE - PLE - AEV) \times FENEE + CO2PLE + CO2AEV}{CTE}$$

Dove:

FEE = fattore di emissione locale per l'elettricità [t/MWhe];

CTE = Consumo totale di elettricità nel territorio dell'autorità locale [MWhe];

PLE = Produzione locale di elettricità [MWhe];

AEV = Acquisti di elettricità verde da parte dell'autorità locale [MWhe];

FENEE = Fattore di emissione nazionale o europeo per l'elettricità [t/MWhe];

CO2PLE = emissioni di CO<sub>2</sub> dovute alla produzione locale di elettricità [t];

CO2AEV = emissioni di CO<sub>2</sub> dovute alla produzione di elettricità verde certificata acquistata dall'autorità locale [t].



## 5. RACCOLTA DEI DATI

Ai fini della redazione del BEI sono stati utilizzati dati statistici provenienti da Enti che hanno il compito istituzionale di eseguire rilevazioni, dati provenienti dall'Inventario delle Emissioni di Gas Serra della provincia di Teramo, dati riferiti al territorio provinciale per i consumi energetici ed elettrici, dati in possesso dei vari settori delle Amministrazioni Locali, oltre a rilievi puntuali interpellando gli operatori di settore.

Il dettaglio delle fonti delle informazioni utilizzate per le stime della produzione e dei consumi energetici è riportato nella tabella seguente.

AREA	SOTTOCATEGORIA	VETTORE ENERGETICO E FONTE DI DATI
EDIFICI, ATTREZZATURE E IMPIANTI	Edifici, attrezzature e impianti comunali	Energia elettrica: Comune, Terna Spa. Gas metano e/o altri combustibili: Comune, Snam e distributori locali.
	Edifici, attrezzature e impianti del settore terziario	Energia elettrica: Terna Spa. Gas metano: Snam e distributori locali.
	Edifici residenziali	Energia elettrica: Terna Spa. Gas metano: Snam e distributori locali.
	Illuminazione pubblica	Energia elettrica: Comune, Terna Spa.
TRASPORTI	Flotta municipale	Parco veicoli: Comune. Benzina, diesel, GPL: Comune.
	Trasporto pubblico locale	Autobus: Regione Abruzzo e Aziende del settore trasporti pubblici locali. Treni: Trenitalia.
	Trasporto privato e commerciale	Auto ed altri mezzi: ACI (Automobile Club Italia). Benzina, diesel, GPL: Ministero dello Sviluppo Economico.
PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA	Eolico Idroelettrico Fotovoltaico Cogenerazione Biogas	Comune, GSE
CALORE/FREDDO PRODOTTI LOCALMENTE	Cogenerazione di energia elettrica e termica	Comune

## 6. CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RIDUZIONE ED EVENTUALE RICALCOLO DEL BEI

L'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2020 è stato calcolato sul totale delle emissioni registrate nell'anno di riferimento su base pro capite.

Il modello realizzato per la redazione del BEI ed i metodi utilizzati nella redazione dell'Inventario di Base, saranno utilizzati anche per il MEI, in tal modo i risultati e le variazioni che si manifesteranno negli anni, potranno essere ritenuti coerenti.

Se dovessero intervenire nuove informazioni sui fattori di emissione, cambiamenti nella metodologia o nei confini del territorio comunale, si renderà necessario un ricalcolo del BEI, nel caso in cui le nuove informazioni riflettano la situazione nell'anno di riferimento in modo più accurato, rispetto alle informazioni utilizzate nella compilazione del BEI.

## 7. REALIZZAZIONE DEL MODELLO

La creazione di un modello, in grado di determinare i consumi di energia nell'ambito del territorio comunale, ha comportato un lungo periodo di lavoro e la produzione di diverse versioni di uno specifico foglio di calcolo.

Il prodotto finale è stato denominato CIELO (**C**alcolo e **I**nventario delle **E**missioni **L**Ocali), ed è stato realizzato dall'Agenzia per l'Energia e l'Ambiente della provincia di Teramo, per conto della Provincia di Teramo.

CIELO è stato disegnato come foglio di calcolo valido per tutti i Comuni della provincia di Teramo e prevede una duplice modalità di approccio, rispetto alla trattazione di dati complessi.

Da un lato si è proceduto ad un approccio di tipo "top-down", che a partire dai valori di consumi/emissioni annui calcolati a livello più ampio (nazionale, regionale, provinciale), sono stati disaggregati spazialmente a livello comunale, attraverso indicatori statistici.

Dall'altro lato si è proceduto ad un approccio di tipo "bottom up", a partire da dati provenienti dal livello comunale.

La verifica della congruenza dei dati, rispetto alle due modalità di approccio, ha consentito la validazione del foglio di calcolo e del conseguente modello di analisi e di elaborazione dei dati.

Alcune questioni di carattere tecnico, sorte in sede di realizzazione del foglio di calcolo, hanno trovato puntuali chiarimenti da parte del Joint Research Center (JRC).

Nelle pagine seguenti si riportano, per ciascuna categoria del BEI, l'approccio metodologico e le equazioni che hanno supportato il modello.

## EDIFICI, ATTREZZATURE E IMPIANTI COMUNALI

### Electricità

La domanda energetica è stata rilevata in maniera diretta dalle fatture energetiche.  
Il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> è stato effettuato attraverso il prodotto del Consumo energetico per il fattore di emissione.

Consumo energetico [MWh] :

$$C_E = \sum_1^n C_{E_i}$$

Dove:

$C_{E_i}$  è il consumo dell'i-esima utenza [MWh];

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_E * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il *Fattore Emissione* [tCO<sub>2</sub>/MWh].

**Gas naturale, gas liquido e olio combustibile**

La domanda energetica è stata rilevata in maniera diretta dalle bollette energetiche e dal potere calorifico del combustibile utilizzato.

Consumo energetico gas naturale e gas liquido [MWh] :

$$C_{E_{gas}} = \sum_1^n C_{E_{gas_i}} * PC$$

Dove:

$C_{E_{gas_i}}$  è il consumo di gas per l'utenza i-esima [m<sup>3</sup>];

$PC$  è il Potere calorifico [MWh/m<sup>3</sup>].

Consumo energetico olio combustibile [MWh] :

$$C_{E_{olio}} = \sum_1^n C_{E_{olio_i}} * PC$$

Dove:

$C_{E_{olio_i}}$  è il consumo di olio combustibile per l'utenza i-esima [l];

$PC$  è il Potere calorifico [MWh/l].

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_{EK} * F_E$$

Dove:

$K$  è il tipo di combustibile gas o olio;

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

## EDIFICI, ATTREZZATURE E IMPIANTI DEL TERZIARIO

### Elettricità

I consumi di energia elettrica sono stati determinati in maniera indiretta, considerando i consumi a livello provinciale e il numero di addetti nel settore.

Da fonte TERNA sono stati individuati i consumi energetici, a livello provinciale, dei settori merceologici che rientrano nella categoria "Edifici, attrezzature e impianti del settore terziario".

Dai fonte ISTAT sono stati ricavati, per ogni settore merceologico, il numero di addetti.

E' stato considerato un numero di metri quadrati di edifici per ogni addetto a livello comunale e provinciale.

Sono stati determinati il consumo specifico per ogni metro quadro e l'energia complessiva, a livello comunale, utilizzata dal settore.

Consumo energetico [MWh] :

$$C_E = C_S * MQ_{TOT}$$

Dove:

$C_S$  Consumo specifico per metro quadro [MWh/m<sup>2</sup>];

$MQ_{TOT}$  metri quadrati totali [m<sup>2</sup>].

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_E * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

**Gas naturale e gas liquido (GPL)**

I consumi di energia termica sono stati determinati in maniera indiretta, considerando i consumi di gas metano e gas liquido a livello provinciale ed il numero di addetti nel settore.  
Utilizzando uno specifico software di certificazione energetica sono stati determinati i consumi specifici per metro quadro di edificio del settore terziario.  
Dai dati ISTAT sono stati individuati, per ogni settore merceologico, il numero di addetti.  
E' stato considerato un numero di metri quadrati di edifici per ogni addetto a livello comunale.  
E' stato determinato il consumo energetico complessivo, a livello comunale, da gas metano e gas liquido.  
Per la ripartizione dei consumi tra gas naturale e gas liquido è stata considerata la percentuale di impianti a gas naturale e a gas liquido presenti sul territorio e censiti dal catasto impianti termici della Provincia di Teramo.

Consumo energetico da gas naturale/GPL [MWh] :

$$C_{E_{gas}} = C_{S_{m^2}} * MQ_{comune} * \%_{impianti_{gas}}$$

Dove:

$C_{S_{m^2}}$  è il Consumo specifico per metro quadro [MWh/m<sup>2</sup>];

$MQ_{comune}$  sono i metri quadrati totali contabilizzati al Comune [m<sup>2</sup>];

$\%_{impianti_{gas}}$  è la percentuale di impianti a gas naturale/GPL sul totale impianti(%).

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_{E_{gas}} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

## EDIFICI RESIDENZIALI

### Electricità

I consumi di energia elettrica sono stati determinati in maniera indiretta, partendo dai consumi energetici a livello provinciale e dai metri quadrati degli edifici presenti.

Dai dati TERNA sono stati definiti i consumi energetici a livello provinciale del settore residenziale.

Dai dati ISTAT sono stati individuati i metri quadrati di edifici del settore residenziale, attualizzati all'anno 2005.

Con le precedenti informazioni è stato determinato il consumo specifico per ogni metro quadro e l'energia complessiva utilizzata.

Consumo energetico [MWh] :

$$C_{E_{elettrico}} = C_{S_{m^2}} * MQ_{Totali}$$

Dove:

$C_{S_{m^2}}$  è il Consumo specifico per metro quadro [MWh/m<sup>2</sup>];

$MQ_{Totali}$  sono i metri quadrati totali [m<sup>2</sup>].

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_{E_{elettrico}} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].



**Gas naturale, gas liquido (GPL) e biomassa**

I consumi di energia termica sono stati determinati in maniera indiretta, partendo dai consumi energetici a livello provinciale e dai metri quadrati di abitazioni presenti. Utilizzando uno specifico software di certificazione energetica sono stati determinati i consumi specifici per metro quadrato di diverse tipologie abitative. E' stata calcolata la percentuale di abitazioni per tipologia. La sommatoria dei prodotti del consumo specifico per il numero di metri quadrati delle tipologie di abitazioni ha determinato il fabbisogno termico complessivo del settore. Si è considerato che parte del fabbisogno termico è soddisfatto dall'uso di biomassa, mentre la restante parte da combustibili fossili. Da dati ISTAT si è determinato il numero di unità abitative con impianto a biomassa. Con l'utilizzo dei dati rilevabili da un documento ISPRA (ex-APAT) sul consumo di biomassa legnosa, si è determinato il fabbisogno energetico derivato da biomassa per le abitazioni.

La restante parte del fabbisogno termico complessivo è derivato da gas naturale e GPL, la cui quota è stata ripartita in funzione della quota percentuale delle abitazioni che utilizzano gas naturale e GPL.

Consumo energetico gas naturale [MWh] :

$$C_{TOT_{gas}} = \left( \left( \sum_{i=1}^{24} CS(m_i^2) * m_i^2 \right) - FL \right) * \%_{gas}$$

Consumo energetico gas liquido (GPL) [MWh] :

$$C_{TOT_{gpl}} = \left( \left( \sum_{i=1}^{24} CS(m_i^2) * m_i^2 \right) - FL \right) * \%_{GPL}$$

Dove:

$CS(m_i^2)$  è il consumo specifico per metro quadro della i-esima tipologia [MWh/m<sup>2</sup>];

$m_i^2$  sono i metri quadrati della i-esima tipologia di edifici residenziali [m<sup>2</sup>];

FL è il fabbisogno soddisfatto da legna [MWh];

$\%_{gas}$  è la percentuale di abitazioni a gas naturale sul totale delle abitazioni;

$\%_{GPL}$  è la percentuale di abitazioni a GPL sul totale delle abitazioni.

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_{TOT} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

## PUBBLICA ILLUMINAZIONE

### Electricità

La domanda energetica è stata rilevata in maniera diretta dalle bollette energetiche.  
La fonte dei dati è il Comune.  
Il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> è stato effettuato attraverso il prodotto del fabbisogno energetico per il fattore di emissioni.

Consumo energetico [MWh] :

$$C_E = \sum_1^n C_{E_i}$$

Dove:

$C_{E_i}$  è il consumo dell'i-esima utenza [MWh];

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{CO_2} = C_E * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

## PARCO AUTO COMUNALE

**Benzina, diesel, gas metano e gas liquido**

La domanda energetica del parco auto comunale deriva dal consumo complessivo di combustibile per autotrazione per autotrazione di tutti i mezzi di proprietà comunale.

In relazione ai dati disponibili, sono state utilizzate due distinte modalità di calcolo:

A) Il calcolo del consumo di combustibile deriva dai km complessivi registrati nel 2005 dai mezzi comunali e del loro consumo medio espresso in litro/km:

Consumo energetico totale combustibile [MWh] :

$$C_{TOT_{combustibile}} = \left( \sum_{i=1}^n CS_i(km) * km_i \right) * PC_{combustibile}$$

Dove:

$CS_i(km)$  è il consumo specifico ([litro/km] o [ $m^3/km$ ]);

$km_i$  sono i chilometri complessivi del mezzo i-esimo [km];

$PC_{carburante}$  è il potere calorifico del tipo di combustibile ([MWh/litro] o [MWh/ $m^3$ ]).

B) Il calcolo deriva dal consumo di combustibile complessivo, espresso in litri, per il potere calorifico del combustibile di riferimento.

Consumo energetico per combustibile [MWh] :

$$C_{TOT_{combustibile}} = litri_{combustibile} * PC_{combustibile}$$

Emissioni di  $CO_2$  [t] :

$$E_{CO_2} = C_{TOT_{combustibile}} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [ $tCO_2/MWh$ ].

## TRASPORTI PUBBLICI LOCALI

### Energia elettrica

I consumi di energia elettrica derivano dalla presenza sul territorio comunale di tratte di mezzi pubblici alimentati elettricamente (treni e bus).

Il consumo ricadente sul territorio deriva da [MWh]:

$$C_{TOT} = \left( \sum_{i=1}^n CS_i(MWh/km) * km_i \right)$$

Dove:

$CS_i(MWh/km)$  è il consumo specifico [MWh/Km];

$km_i$  sono i chilometri complessivi del mezzo i-esimo [km].

Emissioni di  $CO_2$  [t] :

$$E_{TOT} = C_{TOT} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [ $tCO_2/MWh$ ].

<b>Diesel</b>	<p>I consumi energetici sono ripartiti a livello comunale considerando i km complessivi percorsi dai mezzi pubblici, il loro consumo specifico e il numero di territori provinciali attraversati dalle corse.</p> <p>Consumo energetico per combustibile [MWh] :</p> $C_{TOT_{combustibile}} = \left( \sum_{i=1}^n CS_i * n_i * km_i / P_i \right) * PC_{combustibile}$ <p>Dove:</p> <p>CS<sub>i</sub> è il consumo specifico ([ l/km] o [m<sup>3</sup> /km] );</p> <p>km<sub>i</sub> sono i chilometri complessivi percorsi dai mezzi pubblici per la tratta i-esima [km];</p> <p>n<sub>i</sub> è il numero di corse della i-esima tratta;</p> <p>P<sub>i</sub> sono il numero di Province servite dalla tratta i-esima;</p> <p>PC<sub>combustibile</sub> è il potere calorifico del tipo di combustibile ([MWh/litro] o [MWh/ m<sup>3</sup>]).</p> <p>Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :</p> $E_{TOT} = C_{TOT_{combustibile}} * F_E$ <p>Dove:</p> <p>F<sub>E</sub> è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].</p>
---------------	--

## TRASPORTI PRIVATI

Diesel, benzina, gas naturale e gas liquido

Si è calcolato il fabbisogno complessivo, considerando i consumi di combustibile a livello provinciale (ad esclusione di quello ricadente sulle autostrade) e dal numero di veicoli.

Successivamente, dal fabbisogno complessivo dei combustibili per autotrazione (benzina, diesel, gas naturale e gas liquido) e dal numero di automezzi, a livello provinciale e differenziati per alimentazione, si è determinato il fabbisogno complessivo medio per ogni tipologia di mezzo.

Si è considerato il numero di mezzi presenti in ogni Comune e si è determinato il fabbisogno complessivo, differenziato per tipologia di combustibile, per tutti i mezzi presenti nel territorio del Comune.

Il fabbisogno calcolato è stato attribuito parzialmente al territorio comunale, considerato che non tutti i chilometri percorsi dai mezzi ricadono sulle strade comunali, pertanto è stata attribuita una quota pari al 36% del complessivo (fonte: ISPRA "Analisi dei dati europei del trasporto su strada 1990-2004").

Consumo energetico per combustibile [MWh] :

$$C_{TOT_{carburante}} = CMA * PC_{comb.} * \%_{com}$$

Dove:

$CMA$  è il consumo medio delle auto ([l] o [m<sup>3</sup>]);

$PC_{comb.}$  è il potere calorifico del tipo di combustibile ([MWh/litro] o [MWh/m<sup>3</sup>]);

$\%_{com}$  è la percentuale del fabbisogno da attribuire al territorio comunale rispetto al complessivo.

Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :

$$E_{TOT} = C_{TOT_{combustibile}} * F_E$$

Dove:

$F_E$  è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].

<b>Diesel</b>	<p>I consumi energetici sono ripartiti a livello comunale considerando i km complessivi percorsi dai mezzi pubblici, il loro consumo specifico e il numero di territori provinciali attraversati dalle corse.</p> <p>Consumo energetico per combustibile [MWh] :</p> $C_{TOT_{combustibile}} = \left( \sum_{i=1}^n CS_i * n_i * km_i / P_i \right) * PC_{combustibile}$ <p>Dove:</p> <p><math>CS_i</math> è il consumo specifico ([ l/km] o [m<sup>3</sup> /km] );</p> <p><math>km_i</math> sono i chilometri complessivi percorsi dai mezzi pubblici per la tratta i-esima [km];</p> <p><math>n_i</math> è il numero di corse della i-esima tratta;</p> <p><math>P_i</math> sono il numero di Province servite dalla tratta i-esima;</p> <p><math>PC_{combustibile}</math> è il potere calorifico del tipo di combustibile ([MWh/litro] o [MWh/ m<sup>3</sup>]).</p> <p>Emissioni di CO<sub>2</sub> [t] :</p> $E_{TOT} = C_{TOT_{combustibile}} * F_E$ <p>Dove:</p> <p><math>F_E</math> è il Fattore Emissione [tCO<sub>2</sub>/MWh].</p>
---------------	--