

# IL PIANO ENERGETICO-AMBIENTALE PER LA PROVINCIA DI GROSSETO

---

Allegato A2.8 ANALISI DELLA MOBILITA' E VALUTAZIONE DEL CARICO ENERGETICO-AMBIENTALE DEL SISTEMA TRASPORTI GROSSETANO

Riferimento al capitolo 2.8 della Relazione di sintesi PEAP GR



A cura di CO.SVI.G., GREEN TIME S.R.L. e di Mirco Federici.

# 1 Analisi della mobilità e valutazione del carico energetico-ambientale del sistema trasporti grossetano

Il trasporto è una delle attività antropiche più energivore ed è il primo responsabile dell'inquinamento delle aree urbane. L'attività di trasporto influenza o "affligge" la quotidianità di un gran numero di persone sottraendo tempo per le altre attività (lavorative e non) e in più occupa e deturpa un'enorme quantità di spazio e di territorio. Il settore dei trasporti è inoltre caratterizzato da una crescita continua delle sue dimensioni ed i fenomeni di criticità e di allarme per la salute umana, dovuti all'intensificazione ed alla congestione del traffico, sono divenuti sempre più frequenti di anno in anno. In seguito al recente avvento delle nuove tecnologie di comunicazione (internet, e-commerce etc.) la auspicata dematerializzazione dell'economia si è avverata in parte per ciò che riguarda lo scambio di informazione, ma a questo non ne è conseguita nessuna riduzione nell'uso delle risorse materiali ed energetiche negli altri settori economici. Il riscontro della mancata dematerializzazione dell'economia si è avuto nell'aumento del movimento (o dello scambio, se si preferisce) delle persone e delle cose, e nell'aumento annuale delle emissioni di gas serra.

La metodologia di indagine proposta consiste nell'utilizzo simultaneo di due analisi termodinamiche, Bilancio di Massa ed Analisi Energetica basate sul 1° Principio utilizzando due scale d'indagine spazio-temporali: la *scala locale* e la *scala globale*.

L'approccio classico di tipo "locale" considera esclusivamente i consumi di energia e le emissioni legate al solo funzionamento dei veicoli, ovvero confronta semplicemente i consumi chilometrici le emissioni prodotte alla marmitta dei veicoli stradali con quelle prodotte dai treni e/o dagli altri sistemi di trasporto.

Nell'approccio globale invece, l'analisi tiene conto di tutti i consumi energetici e di tutti gli impatti ambientali correlati al funzionamento del sistema. Questo vuol dire che oltre a tener conto dei diversi consumi chilometrici di due mezzi, l'analisi globale tiene conto anche dell'energia consumata per costruirli (lavorazione e produzione dei materiali), per la loro manutenzione periodica e soprattutto della costruzione delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Questo perchè senza una strada sarebbe impossibile utilizzare un'automobile proprio come senza una ferrovia sarebbe impossibile utilizzare un treno. In definitiva solo l'approccio di tipo "globale", consente di valutare sia gli impatti "locali", che il sistema esercita nel territorio dove insiste, che gli impatti "globali" provocati dal sistema in tutta l'ecosfera.

Ad esempio, chi sostiene che i mezzi elettrici non emettono gas climalteranti dice solo una mezza verità: i veicoli elettrici non emettono gas serra nel posto dove vengono utilizzati, tuttavia una grande quantità di gas serra viene introdotta in atmosfera nel luogo in cui vengono prodotti l'energia elettrica a loro necessaria e i materiali di cui sono costituiti (molto alto è infatti il consumo energetico per la produzione dell'acciaio e le emissioni serra associate).

Pertanto, solo un approccio di tipo "globale" consente al decisore politico di individuare le migliori strategie di intervento mirate al contenimento dei consumi di energia o all'abbattimento delle emissioni di anidride carbonica.

Al fine di poter confrontare gli impatti ambientale e l'efficienza delle varie modalità di trasporto presenti sul territorio grossetano, tutte le due metodologie di analisi saranno applicate in modo da ottenere indicatori estensivi ed intensivi. I primi servono a stimare le quantità assolute di energia e di massa consumate e le emissioni prodotte dal sistema di trasporto su base annuale, gli indicatori intensivi invece forniscono la misura dell'impatto ambientale specifico, ovvero per unità passeggero o merci trasportata; sono proprio gli indicatori intensivi a permettere di stabilire quale tra le varie modalità di trasporto sia la più inquinante o la più inefficiente, e soprattutto consentono di individuare le strategie di intervento più opportune.

## 1.1 Risultati Preliminari

### Metodologia

La metodologia di indagine adottata consiste nell'utilizzo simultaneo di tre analisi termodinamiche: Bilancio di Massa ed Analisi Energetica basate sul 1° Principio e Analisi Exergetica basata sul 2° Principio.

Tutte le analisi sono state svolte utilizzando due scale d'indagine spazio-temporali: la scala locale e la scala globale.

Questo approccio è stato applicato all'intero sistema di trasporto della Provincia di Grosseto, a sua volta costituito da:

- Sistema di trasporto stradale (privato e pubblico, auto, motocicli e bus);
- Sistema di trasporto su ferro;

Rapporto auto/popolazione	0.63
Coefficiente d'occupazione	1.4 p/veicolo
Automobili:	132 749
Ciclomotori:	7 916
Motocicli:	14 618
Autobus	268
Veicoli merci	17 026

*Tabella n. 1:* I numeri del trasporto stradale nella Provincia di Grosseto

Autovetture:	$1.81 \cdot 10^9$ v-km/anno
Ciclomotori:	$4.10 \cdot 10^7$ v-km/anno
Veicoli merci:	$2.83 \cdot 10^8$ v-km/anno
Motocicli	$9.28 \cdot 10^7$ v-km/anno
Autobus	$1.14 \cdot 10^7$ v-km/anno

*Tabella n. 2:* Percorrenze annuali per veicolo

## 1.2 I consumi di combustibile e le emissioni del trasporto automobilistico

Il traffico veicolare rappresenta la voce di maggior peso dei consumi energetici del trasporto nella Provincia di Grosseto. L'uso dell'automobile pesa per il 52% sulle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'intero trasporto stradale.

	Kg/anno	Percentuale sul totale trasporto
CO <sub>2</sub>	2.50E+08	52%
CO	1.47E+07	77%
NO <sub>x</sub>	5.86E+06	76%
SO <sub>x</sub>	3.23E+05	58%
Particolato	1.42E+05	61%
VOC	1.51E+06	21%

**Tabella n. 3:** Emissioni da trasporto automobilistico

### 1.3 I consumi di combustibile e le emissioni di ciclomotori e motocicli

Il trasporto individuale per mezzo di ciclomotori e motocicli rappresenta al momento una quota marginale all'interno del fenomeno provinciale, e rappresenta il 3.6 % delle emissioni complessive del trasporto stradale. Il fenomeno è tuttavia in aumento, ed è localizzato maggiormente all'interno delle aree urbane.

	Kg/anno	Percentuale sul totale trasporto
CO <sub>2</sub>	1.72E+07	3.580%
CO	2.04E+06	0.425%
NO <sub>x</sub>	2.10E+04	0.004%
SO <sub>x</sub>	0.00E+00	0.000%
Particolato	0.00E+00	0.000%
VOC	7.27E+05	0.151%

**Tabella n. 4:** Emissioni da motocicli e ciclomotori

### 1.4 I consumi di combustibile e le emissioni del trasporto pubblico extraurbano

Il trasporto pubblico extraurbano ha un peso marginale essendo le percorrenze annuali circa 100

volte inferiori rispetto al trasporto individuale. Questo si ripercuote ovviamente anche sugli indicatori di pressione ambientale, inferiori al 2.5% del totale.

	Kg/anno	Percentuale sul totale trasporto
CO <sub>2</sub>	1.15E+07	2.396%
CO	7.08E+04	0.015%
NO <sub>x</sub>	2.08E+05	0.043%
Particolato	1.37E+04	0.003%
VOC	2.51E+04	0.005%

*Tabella n. 5: Emissioni da Bus*

### 1.5 I consumi di combustibile e le emissioni del trasporto merci

Il traffico merci rappresenta un problema prioritario rappresentando da solo il 30% dei consumi energetici del trasporto stradale.

<b>Tabella 6. Emissioni da trasporto merci</b>	Kg/anno	Percentuale sul totale trasporto
CO <sub>2</sub>	2.00E+08	41.8%
CO	2.19E+06	11.5%
NO <sub>x</sub>	1.54E+06	20.2%
SO <sub>x</sub>	2.16E+05	39.1%
Particolato	6.14E+04	28.2%
VOC	3.05E+05	11.9%

*Tabella n. 6: Emissioni da trasporto merci*

## 2 Analisi Energetica del trasporto stradale

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi energetica del sistema stradale passeggeri e merci della Provincia di Grosseto.

Item	Quantità	Unit	MJ/anno	
<b>Fase di costruzione della rete stradale</b>				
gasolio (per costruzione)	2.65E+04	kg	1.19E+06	0.0%
<b>fase di manutenzione</b>				
gasolio (per manutenzione)	9.00E+05	kg	4.03E+07	0.6%
<b>Utilizzo annuale motocicli e ciclomotori</b>				
benzina per circolazione	5.16E+06	kg	2.44E+08	3.6%
<b>Utilizzo annuale trasporto privato automobili</b>				
benzina per circolazione	6.60E+07	kg	3.12E+09	45.4%
diesel per circolazione	2.18E+07	kg	9.76E+08	14.2%
gas per circolazione	0.00E+00	kg	0.00E+00	0.0%
<b>Utilizzo annuale trasporto collettivo</b>				
diesel per circolazione	2.83E+06	kg	1.27E+08	1.8%
metano	0.00E+00	kg	0.00E+00	0.0%
<b>Utilizzo annuale trasporto merci</b>				
benzina per circolazione	7.98E+06	kg	3.77E+08	5.5%
diesel per circolazione	4.43E+07	kg	1.98E+09	28.9%
<b>Totale</b>			<b>6.87E+09</b>	
<b>Analisi Energetica Locale sistema stradale Provincia di Grosseto</b>				
<b>MJ/p-km automobili</b>	<b>1.76E+00</b>			
<b>MJ/p-km motocicli</b>	<b>1.83E+00</b>			
<b>MJ/p-km trasporto pubblico</b>	<b>3.91E-01</b>			
<b>MJ/t-km</b>	<b>1.02E+00</b>			

*Tabella n. 7: Analisi Energetica Locale sistema stradale Provincia di Grosseto*

Nelle ultime righe della tabella 7 vengono riportati gli indicatori di consumo energetico specifico per unità-km trasportata.

Il dato riferito alle automobili è perfettamente in linea con il dato nazionale.

Leggermente più alto della media è invece il valore di intensità energetica del trasporto merci, a causa della scarsa accessibilità di alcune zone del territorio.

È da notare inoltre come il consumo specifico per passeggero trasportato in Autobus sia circa 4 volte inferiore al trasporto automobilistico.

### 3 Il trasporto Ferroviario in Provincia di Grosseto

Il sistema ferroviario è costituito da sole due linee: la Grosseto-Siena, e la Caparbio-Grosseto-Pisa.

Il trasporto ferroviario è relegato in una posizione marginale rispetto al trasporto stradale sia per quanto concerne il trasporto passeggeri che il trasporto merci.

	n. treni/giorn o	Posti km	p-km reali	fat occupazion e %	MWh/tri p	MWh/ann o	MJ/p- km	MJ/p-km teorico
Pisa-Livorno- Grosseto	114	1.19E+06	2.15E+05	18%	5.88	2.59E+07	11.24	2.02
Siena-Grosseto	20	1.97E+05	2.76E+04	14%	2.67	3.62E+05	6.95	0.97
<b>Totale</b>	<b>134</b>	<b>1.39E+06</b>	<b>2.42E+05</b>	<b>17%</b>	<b>5.40</b>	<b>2.63E+07</b>	<b>10.60</b>	<b>1.87</b>
<b>Totale anno</b>	<b>39128</b>	<b>4.06E+08</b>	<b>7.08E+07</b>					

*Tabella n. 8:* Indicatori statistici e di performance del trasporto ferroviario passeggeri

Il dato più significativo che emerge dalla tabella 8 è che il coefficiente di occupazione medio dei treni è solo del 17%. Questo si ripercuote in valori altissimi di intensità energetica per passeggero trasportato.

Va detto che questo dato è simile al resto delle linee ferroviarie Toscane.