

Struttura produttiva territoriale ed indicatori di efficienza ambientale attraverso la NAMEA regionale: Il caso del Lazio¹

Massimiliano Mazzanti^{1,4}, *Anna Montini*^{2,4}, *Roberto Zoboli*^{3,4}

¹ Università di Ferrara, ² Università di Bologna,
³ Università Cattolica, Milano, ⁴ CERIS-CNR, Milano

Marzo 2006

1. Introduzione

In questo lavoro svilupperemo alcune elaborazioni sulla NAMEA per il Lazio per l'anno 2000 che hanno lo scopo principale di evidenziare come tale strumento di contabilità ambientale possa fornire elementi utili al sistema di conoscenza che supporta i processi decisionali delle politiche. In particolare, cercheremo di valorizzare una delle caratteristiche più importanti di NAMEA, quella di riferire le emissioni, in questo caso atmosferiche, ai settori produttivi che le generano. Tale caratteristica appare di grande interesse per una NAMEA regionale, poiché consente di calare direttamente l'analisi sulle implicazioni in termini di pressioni sull'ambiente del sistema produttivo locale, che è l'oggetto principale delle politiche regionali di sviluppo.

In un primo esercizio, attraverso un'analisi shift share, cercheremo di isolare e misurare il ruolo della struttura produttiva nello spiegare il divario medio (positivo) di efficienza di emissioni tra Lazio e Italia, ottenendo anche, in modo complementare, una misura del ruolo dell'efficienza specifica di emissione dei settori produttivi. Tutta l'analisi si svolge con un'attenzione prioritaria alla intensità di emissione, vale a dire ad indicatori di emissione per unità di valore aggiunto, poiché questa variabile fornisce indicazioni sull'efficienza dei settori produttivi che possono costituire un utile contributo informativo per politiche ed azioni rivolte alla 'innovazione ambientale' dei settori produttivi stessi.

In un secondo esercizio, incroceremo le informazioni censuarie sulla localizzazione delle attività produttive in Lazio (e i Sistemi locali del Lavoro Istat) con i coefficienti settoriali di emissione derivabili da NAMEA Lazio per elaborare una mappatura della distribuzione spaziale, fino al livello comunale, delle emissioni dei dieci inquinanti considerati da NAMEA stessa. Ne deriverà una zoonizzazione dettagliata, riferita ad unità amministrative e coerente con gli inventari provinciali APAT, che può essere confrontata ed eventualmente integrata con altri tipi di zoonizzazione emergenti da altri studi e sistemi di monitoraggio. La tecnica di zoonizzazione che proporremo utilizza la struttura informativa NAMEA come ingrediente essenziale, ed ha un possibile vantaggio di semplicità.

Mentre altri possibili vantaggi di NAMEA regionale nel comprendere le relazioni tra struttura produttiva ed emissioni verranno discussi nella parte finale, è opportuno segnalare qui alcune limitazioni della nostra analisi.

Si tratta innanzitutto di limitazioni dovute alla disponibilità, al presente, di una sola tavola NAMEA per il Lazio per il 2000, che è la prima ed unica in Italia, a fronte della disponibilità di tavole NAMEA nazionali per tutti gli anni dal 1990 al 2002. Tale limitata disponibilità

¹ Si ringraziano Aldo Femia e Angelica Tudini per il loro prezioso supporto e per i loro commenti e suggerimenti sulla prima versione del lavoro. Ogni responsabilità rimane, come d'uso, soltanto agli autori.

consente solo analisi di tipo ‘strutturale’, vale a dire confronti ‘interni’ alla regione tra settori dell’economia e tipi di inquinanti, e confronti con la NAMEA italiana per lo stesso anno. Un’ulteriore limitazione deriva dal fatto che, per l’attuale stato di elaborazione delle NAMEA regionale Lazio, appare difficile operare un confronto tra Lazio ed Italia per le emissioni attribuibili al settore ‘consumi delle famiglie’ presente in NAMEA. Ciò limita naturalmente le possibilità di esaminare un ambito molto importante, quello delle emissioni causate dal trasporto privato, che sembra assumere un notevole ruolo nel sistema energia-emissioni del Lazio, anche in termini comparati rispetto all’Italia².

2. Intensità di emissione e struttura produttiva del Lazio attraverso la NAMEA regionale: un’analisi *shift-share*

2.1 Introduzione e metodologia

Viene qui sviluppata un’analisi dell’intensità di emissione del sistema economico laziale rispetto alla media nazionale per i dieci inquinanti e le attività economiche (sezioni e alcune sottosezioni della classificazione Ateco 2001) considerate dalla NAMEA regionale³.

L’analisi impiega una metodologia di tipo *shift share* che illustreremo in dettaglio nel seguito. La scelta di una tale metodologia deriva dalla ricerca di effetti e fattori esplicativi della efficienza/inefficienza relativa del Lazio rispetto all’Italia che siano rappresentabili in modo più rigoroso, compatto e sintetico rispetto ad una analisi descrittiva. Quest’ultima può già dare indicazioni sull’efficienza relativa Lazio-Italia ad un livello aggregato (totale emissioni/valore aggiunto totale), o per settori specifici. Inoltre, la comparazione descrittiva tra efficienza di ogni settore (Lazio-Italia), per ogni inquinante genera una matrice di scarti (percentuali o assoluti) fra regione e media nazionale che permette di effettuare considerazioni dettagliate. Tuttavia non consente di ricondurre in modo sintetico e misurabile il differenziale aggregato di efficienza/inefficienza tra Lazio e Italia a due fondamentali effetti: (i) quello di una differente composizione settoriale dell’economia regionale rispetto a quello nazionale e (ii) quello di una differente efficienza di emissione dei settori economici della regione rispetto alla media nazionale. Tali effetti e le loro combinazioni possono essere colti da un’analisi *shift share* che, approfittando delle caratteristiche di corrispondenza e coerenza tra variabili economiche e variabili ambientali settoriali proprie di NAMEA,

² La NAMEA del Lazio presenta una diversa disaggregazione dei dati di spesa per consumo finale delle famiglie rispetto alla NAMEA italiana. Infatti, a causa del livello inferiore di dettaglio con cui sono disponibili i dati regionali sul consumo delle famiglie, i dati economici sul consumo delle famiglie per finalità rappresentati nella NAMEA regionale si riferiscono a voci della classificazione COICOP più aggregate rispetto a quanto avviene a livello nazionale. In particolare: nel caso del trasporto il dato disponibile a livello regionale riguarda la voce “Trasporti” (voce CP07 della classificazione funzionale dei consumi COICOP) mentre nel caso nazionale, coerentemente con la metodologia internazionale, alle emissioni delle famiglie viene accostato il dato più disaggregato delle spese per l’“Esercizio di mezzi di trasporto” (voce CP072 della COICOP); nel caso del riscaldamento (considerato insieme all’uso cucina) il dato disponibile a livello regionale riguarda le spese per “Abitazione, acqua, elettricità, gas ed altri combustibili” (voce CP04 della classificazione funzionale dei consumi COICOP) mentre nel caso nazionale, coerentemente con la metodologia internazionale, alle emissioni delle famiglie viene accostato il dato più disaggregato delle spese per “Energia elettrica, gas e altri combustibili” (voce CP045 della COICOP). Risultano conseguentemente non confrontabili tra la NAMEA nazionale e regionale anche gli aggregati di spesa per “altro” che si ricavano come ammontare residuale sottraendo ai consumi totali delle famiglie le spese per trasporto e per riscaldamento (vedi ISTAT, 2005, pag. 23). Per questo motivo non è possibile operare un confronto tra Lazio e Italia in termini di indicatori di efficienza di emissioni per le tre principali categorie di consumi, vale a dire trasporti, riscaldamento e altro.

³ Al fine di rendere confrontabile la disaggregazione settoriale nazionale con quella del Lazio (vedi ISTAT, 2005), sono state effettuate alcune aggregazioni sul versante dei settori nazionali, soprattutto all’interno delle attività manifatturiere (aggregazioni effettuate: DD-DH-DM; DF-DG; DK-DL-DM).

permette, come vedremo, di imputare gli scostamenti osservabili in aggregato alla combinazione degli effetti indicati, dando inoltre una misura quantitativa di questi ultimi.

Il metodo shift share origina negli anni sessanta come strumento di analisi di indicatori di produttività e occupazione regionale (Dunn, 1960) ed è soggetto ad una vasta gamma di applicazioni, ad esempio nell'analisi del commercio internazionale. La metodologia qui adottata è simile a quella sviluppata da Esteban (2000) per studiare la convergenza tra aree/regioni europee in termini di produttività del lavoro. L'idea è quella di esaminare se il differenziale tra regioni/aree e il benchmark (di solito la media delle aree considerate) dipende da un differenziale di produttività più elevato della regione nell'insieme dei settori e/o dipende da una specializzazione del sistema economico in settori a più alta produttività. La scomposizione standard (effetto produttività ed effetto specializzazione settoriale) è estesa da Esteban a tre componenti: una 'strutturale' (*industry mix*), una 'differenziale' (*productivity differential*), una 'allocativa' (*allocative component*). La 'componente strutturale' riguarda la specializzazione del sistema economico in determinate componenti settoriali di valore aggiunto. La componente 'differenziale' riguarda invece il vantaggio/svantaggio comparato in termini di produttività della regione, rispetto al benchmark. La terza componente definita 'allocativa' misura una sorta di covarianza tra le due precedenti: può essere interpretata come il contributo alla performance relativa regionale derivante dalla sua specializzazione nelle attività in cui è più 'competitiva'⁴.

In questo lavoro sulle emissioni per i diversi inquinanti compresi in NAMEA si utilizza, come misura dell'efficienza in termini di emissioni (dei settori e del sistema economico regionale/nazionale nel suo complesso), l'indicatore 'intensità di emissione' calcolato come rapporto 'emissioni su valore aggiunto'. Il rapporto risulta l'inverso di un indicatore di 'produttività', rappresentabile come valore aggiunto per unità di emissione⁵. Inoltre, nel nostro caso il confronto si riduce ad una comparazione per un solo anno tra una sola regione, il Lazio, e la media nazionale non essendo disponibili, al presente, tavole NAMEA per altre regioni italiane e per altri anni per il Lazio.

La logica dell'analisi shift share qui sviluppata può essere così sintetizzata. L'intensità di emissione media aggregata della regione, per un certo inquinante, è la somma delle intensità settoriali di emissione (per quell'inquinante) ponderata per le quote dei settori stessi sul valore aggiunto totale. L'intensità media nazionale è definita in modo del tutto analogo. La regione può presentare una maggiore o minore intensità di emissione aggregata rispetto alla media nazionale a causa della combinazione dei tre effetti indicati: quello 'strutturale', quello 'differenziale' e quello 'allocativo'. L'effetto 'strutturale' cattura la parte di maggiore/minore intensità di emissione dovuta alla struttura settoriale del sistema economico. Può essere infatti il caso che l'intensità di emissione sia in linea con la media nazionale, per ogni settore, ma che la composizione settoriale dell'economia generi nell'aggregato valori minori/maggiori dell'indicatore. Assumendo invece che vi sia nella regione la stessa struttura settoriale che prevale nella media nazionale, il divario di intensità di emissione aggregata tra regione media nazionale può dipendere da differenze nella intensità di emissione specifica ad alcuni o tutti i settori considerati, determinando l'effetto 'differenziale'. Infine, la componente 'allocativa' aggiunge una informazione di carattere più analitico: la covarianza tra struttura settoriale (assumendo parità di efficienza) e differenza nelle intensità di emissione settoriali (assumendo

⁴ Rimandiamo a Esteban (2000, 1972) anche per formulazioni più generali della metodologia shift share.

⁵ Indicatori di 'produttività' delle risorse e dell'ambiente, basati sul rapporto tra variabile economica (numeratore) e variabile ambientale (denominatore), sono ampiamente utilizzati nella Material Flow Analysis, che del resto utilizza ampiamente anche indicatori di 'efficienza' o 'intensità' come quello qui adottato (si veda, ad esempio, Femia et al., 2001).

parità di struttura settoriale) indica quanto (se) il sistema ha una specializzazione produttiva nei settori dove possiede un vantaggio comparato di efficienza.

In termini formali, il nostro punto di partenza è l'indicatore aggregato di intensità di emissione, rappresentato, per ciascun inquinante, dalle 'emissioni totali su valore aggiunto' e definito come E/VA per la media nazionale e come E_l/VA_l per il Lazio. Ricordiamo che più è alto il rapporto X (emissioni sul valore aggiunto) tanto più vi è 'inefficienza', e viceversa.

Tale indicatore aggregato è scomponibile, tanto per il Lazio che per l'Italia, come sommatoria di $(E^s/VA^s)*(VA^s/VA)$, dove VA^s/VA è la quota del valore aggiunto settoriale sul valore aggiunto totale, per tutti i settori produttivi s , con s che va da 1 a j (dove j è il numero di settori/sezioni NACE compresi nella NAMEA).

Per maggiore chiarezza, ridefiniamo l'indice di intensità di emissione con X per la media nazionale ($X=E/VA$), con X_l per il Lazio ($X_l=E_l/VA_l$), e con X^s per ogni settore (nel Lazio $X_l^s=E_l^s/VA_l^s$, in Italia $X^s=E^s/VA^s$). Definiamo inoltre la quota di valore aggiunto settoriale come $P^s=VA^s/VA$ per l'Italia e $P_l^s=VA_l^s/VA_l$, per il Lazio. Ricordiamo che la sommatoria delle quote settoriali di valore aggiunto è pari ad uno.

In sintesi quindi:

$$X = \sum_s P^s X^s$$

$$X_l = \sum_s P_l^s X_l^s$$

Su questa base si possono facilmente identificare i tre effetti, previsti dal modello di scomposizione shift share, che 'spiegano' i differenziali aggregati di intensità di emissione tra Lazio e Italia.

Il primo effetto ('strutturale' o di *industry mix*) è dato da:

$$m_l = \sum_s (P_l^s - P^s) X^s$$

m_l assume valore positivo (negativo) se la regione è 'specializzata' ($P_l^s - P^s > 0$) in settori a minore (maggiore) efficienza ambientale, dato che ogni differenziale di quote settoriali del valore aggiunto è moltiplicato per il valore X della media nazionale ('come se' la regione fosse caratterizzata dalla efficienza media nazionale). L'effetto m_l assume valore minimo se la regione è specializzata nei settori mediamente più efficienti.

Il secondo effetto, definito 'differenziale', è dato da:

$$p_l = \sum_s P^s (X_l^s - X^s)$$

p_l assume valore positivo (negativo) se la regione è meno (più) efficiente in termini di emissione (lo "shift" tra efficienza regionale e nazionale), nell'ipotesi che ('come se') le quote settoriali di valore aggiunto fossero le stesse per la regione e per la media nazionale ($P_l^s - P^s = 0$).

Infine, l'effetto di 'covarianza' tra i due precedenti, o 'componente allocativa', è dato da:

$$a_l = \sum_s (X_l^s - X^s) (P_l^s - P^s)$$

L'effetto a_l è positivo (negativo) se la regione *non è (è)* specializzata, relativamente alla media nazionale, nei settori a maggiore (minore) intensità di emissione. Assume valore minimo, nel nostro caso, se la regione è specializzata nei settori nei quali registra il maggiore 'vantaggio comparato' (bassa intensità di emissione). Per questo è un indicatore di covarianza tra m_l e p_l .

La differenza totale tra intensità di emissione regionale e media nazionale, per ciascun inquinante, è pari alla somma dei tre effetti:

$$X_l - X = m_l + p_l + a_l$$

Tale scomposizione in effetti rende possibile una misura quantitativa e sintetica delle ragioni che sottostanno ai differenziali di intensità di emissione tra regione e media nazionale. Si tratta di ragioni legate alla struttura settoriale, e quindi alla 'storia di sviluppo' del sistema economico, oppure si tratta di ragioni che attengono, in ultima analisi, allo stato medio delle tecnologie produttive, e quindi di emissione, nella regione rispetto alla media nazionale. Consente quindi di misurare ed 'attribuire' i differenziali aggregati osservabili, a fattori ed effetti che sono di natura diversa anche dal punto di vista delle politiche energetico-ambientali. Ad esempio, potrebbe emergere che un valore più elevato dell'intensità di emissione regionale è dovuta solo a ragioni di struttura produttiva in termini di settori, sulla quale la politica energetico-ambientale non può, direttamente, avere grande influenza, mentre potrebbe avere maggiori possibilità di azione se la relativa inefficienza complessiva regionale fosse dovuta ad inefficienza specifica dei settori, imputabile alle loro tecnologie oppure ad inadeguati assetti organizzativi e regolamentari.

2.2 Principali risultati

Vengono presentati in questa sezione i risultati della analisi shift share per la NAMEA Lazio e Italia dell'anno 2000, sia per tutti i settori (A-P) sia per i raggruppamenti della manifattura (D) dei servizi (G-P). Nella lettura dei risultati è sempre opportuno ricordare che l'indicatore relativo alla intensità delle emissioni per unità di valore aggiunto (in questa sezione denominato come indicatore di 'efficienza') è definito come 'tonnellate di emissioni/valore aggiunto' (tonnellate per milione di € di valore aggiunto). Tanto più elevato è l'indice, tanto meno è efficiente il settore/sistema considerato. Ciò si riflette anche nell'interpretazione del differenziale Lazio-Italia, vale a dire $X_l - X$: se positivo la regione Lazio è relativamente meno efficiente (produce più emissioni per unità di valore aggiunto di quanto avviene nella media italiana); se il differenziale è negativo la regione Lazio è più efficiente (produce meno emissioni per unità di valore aggiunto di quanto avviene nella media italiana). Lo stesso vale per i segni dei tre effetti definiti dalla *shift share*, che, quando sono negativi, marcano un vantaggio di efficienza per il Lazio, e viceversa.

L'analisi shift share per il sistema economico in complesso

E' opportuno innanzitutto osservare l'andamento dell'indicatore aggregato di efficienza ($X_l - X$), cioè la variabile oggetto della scomposizione shift share⁶. E' evidente che il Lazio emerge

⁶ La tavola 1 mostra la variabile P_l (Lazio) e P nella media italiana, cioè la composizione relativa del valore aggiunto. La tavola 2 mostra le variabili X_l Lazio e X nella media italiana, cioè le emissioni totali per milione di euro di valore aggiunto totale. Queste quattro variabili sono la base dello studio di scomposizione shift share secondo l'approccio sopra descritto. La tavola 3 presenta la matrice settori/emissioni relativamente allo scarto

come relativamente più efficiente per tutti gli inquinanti considerati (tavola 2). In termini percentuali, dalla tavola 4 si nota un valore di scarto 'minimo' per NO_x (-31% rispetto al rapporto emissioni/valore aggiunto medio nazionale) e massimo per SO_x (-67%). Nella tavola 3, la disaggregazione per sezioni/settori mostra come il vantaggio comparato di efficienza riguardi sicuramente i settori dei servizi nel loro complesso (G-P), ed alcune branche manifatturiere (DE, DF-DG, DJ, l'aggregazione DK-DL-DM), le quali non presentano per nessun inquinante un differenziale sfavorevole al Lazio. Questo tipo di informazione in termini aggregati, anche con una lettura descrittiva dettagliata delle tavole 1-3, è tuttavia insufficiente per individuare i principali *drivers* del differenziale di efficienza e quindi le eventuali implicazioni per le politiche.

I principali risultati della scomposizione *shift share* sono presentati nella tavola 4 in termini degli effetti/componenti (m , p ed a) che contribuiscono a spiegare i differenziali (X_1-X), e sono qui esaminati per ciascuno degli inquinanti compresi in NAMEA.

CH₄ (metano). Tutti e tre gli effetti identificati dalla *shift share* presentano valori negativi, evidenziando quindi una maggiore efficienza del Lazio, sia derivante dalla composizione settoriale dell'economia sia da ragioni legate alle minori emissioni di CH₄ per unità di valore aggiunto, con inoltre una covarianza negativa tra m e p , che mostra come la regione sia specializzata in settori dove è maggiore la sua efficienza per le emissioni di tale inquinante. In complesso, il vantaggio di efficienza del Lazio sembra essere tendenzialmente associato ad un fattore di maggiore efficienza specifica, più che a ragioni di specializzazione settoriale, seppur presenti. Le prime pesano per i $\frac{3}{4}$ del differenziale complessivo di efficienza⁷.

CO (monossido di carbonio). Diversamente dal caso precedente (CH₄), sono negativi gli effetti sia di specializzazione settoriale sia di efficienza ambientale (entrambi gli effetti favorevoli al Lazio) mentre emerge un segno positivo nell'elemento che identifica la covarianza tra i due termini precedenti. Tale segno positivo suggerisce una assenza di specializzazione del Lazio, in media, nei settori più efficienti dal punto di vista dell'inquinante considerato.

CO₂ (biossido di carbonio). Il Lazio risulta molto efficiente rispetto all'Italia. Tale efficienza, leggendo all'interno della scomposizione *shift share*, risulta imputabile non ad una composizione settoriale favorevole dell'economia (l'effetto ha infatti un segno positivo: il Lazio è specializzato in settori più intensivi nell'uso di CO₂, con un ruolo significativo delle produzioni elettriche), ma ad una maggiore efficienza di emissione. È presente inoltre una relazione virtuosa (segno negativo) tra 'allocazione' settoriale ed intensità di emissioni, la quale però sembra di minore rilevanza nella spiegazione del gap di efficienza, primariamente associato alla maggiore efficienza media del sistema economico laziale.

N₂O (protossido di azoto). Le indicazioni sono simili a quelle per CH₄, in modo peraltro atteso. Tutte e tre le componenti dello *shift share* si presentano con segno negativo: il contributo relativo maggiore è per l'elemento di efficienza/produzione di emissione, e secondariamente per la specializzazione settoriale.

NH₃ (ammoniaca). In questo caso emerge che il differenziale a favore del Lazio si associa sia all'allocatione settoriale (driver primario) sia alla maggiore efficienza (emissioni su valore aggiunto) del sistema economico. Positiva è invece la covarianza tra i due elementi, che indica come la regione non sia caratterizzata da specializzazione nei settori con il più ampio gap di efficienza. L'elemento erode però solo marginalmente il differenziale aggregato dovuto, come detto, alle componenti di *industry mix* e di efficienza specifica.

percentuale tra indicatore X_1 ed X (X_1-X)/ X . La tavola 4 mostra la scomposizione della intensità di emissioni nelle tre componenti e l'indicatore aggregato, con la relativa legenda.

⁷ Nel seguito, per ragioni di brevità, si ometterà di ripetere per ogni inquinante la spiegazione del significato dei tre termini di disaggregazione del differenziale di efficienza totale, rimandando alla parte metodologica.

NMVOC (Composti Organici Volatili non Metanici). È rilevante notare come questo sia l'unico caso nel quale la regione Lazio emerge meno efficiente rispetto alla media italiana. È invece premiante per il Lazio, in termini di emissioni per valore aggiunto, la composizione settoriale, ed è anche significativo l'elemento di covarianza tra specializzazione settoriale ed efficienza ambientale.

Per NO_x (ossidi di zolfo) e SO_x (ossidi di azoto), il quadro che emerge è piuttosto simile⁸. La composizione settoriale diminuisce, nell'aggregato, il vantaggio comparato che la regione presenta in termini di efficienza specifica di emissione. In ciò può avere un ruolo la distribuzione e produzione di energia (la regione è più specializzata, per ragioni di policy nazionali e storia industriale, in settori più inquinanti nelle emissioni NO_x e SO_x). La covarianza tra specializzazione e gap di efficienza premia comunque il Lazio, che è specializzato in settori a maggiore gap positivo di efficienza.

Piombo e PM₁₀. In entrambi i casi, la regione risulta associata sia ad una composizione settoriale sia ad una struttura di emissioni che la premia per quanto riguarda l'efficienza di emissione. Per il piombo si nota un peso maggiore dell'elemento 'struttura produttiva' rispetto a quello di efficienza pura. Come nel caso di NH₃ e CO, però la covarianza emerge positiva: mediamente, il Lazio non è specializzato nei settori a *maggiore* vantaggio ambientale per quello che riguarda le emissioni per unità di valore aggiunto.

L'analisi shift share per manifattura, servizi, e altri settori industriali

Commentiamo ora i risultati dell'analisi shift share sugli aggregati dei settori manifatturieri (codice D), dei servizi (G-P) e di un aggregato qui definito 'altri settori industriali' (C,E,F), che sono riassunti nelle tavole 5-6. Tale analisi permette un'ulteriore lettura *all'interno* del sistema economico laziale in termini di effetti identificati dalla shift share. Analizziamo prima le differenze di efficienza senza distinguere tra diversi drivers (*industry mix, productivity differential, allocative component*), per poi proseguire con l'analisi shift share e con le eventuali differenze rispetto alle analisi riferite all'intero sistema economico sviluppate sopra.

Innanzitutto, notiamo che l'esame per grandi aggregati settoriali non muta il dato relativo al vantaggio del Lazio per tutti gli inquinanti della contabilità NAMEA. Le differenze ($X_i - X$) sono negative *sia* nei servizi *sia* nella manifattura, per tutti gli inquinanti, evidenziando ancora la maggiore efficienza della regione. Tuttavia, si può ora anche verificare se tale maggiore efficienza, in termini di emissioni su valore aggiunto, sia minore o maggiore nei tre macro-settori definiti sopra rispetto al dato 'medio', relativo al confronto tra sistema economico del Lazio e media italiana (tavola 5). In altri termini, l'analisi dei grandi aggregati settoriali può indicare quanto essi contribuiscono al vantaggio medio del Lazio rispetto all'Italia.

Tale confronto mostra chiaramente come siano pochi i casi in cui il *gap*, favorevole al Lazio per il sistema economico nel suo complesso, emerga maggiore quando lo si analizza specificamente per manifattura e servizi. Si tratta infatti solo di tre inquinanti per la manifattura (CO, N₂O, PM₁₀), e nessuno per i servizi. Questi ultimi, quindi, in termini comparativi, sembrano costituire un settore aggregato (G-P) meno efficiente della media regionale (anche se ricordiamo, i settori delle sezioni G-P sono sempre meno intensivi in emissioni rispetto alle rispettive medie nazionali). Ciò induce a ritenere che sono soprattutto gli altri settori industriali (estrattivo, produzione e distribuzione di energia e costruzioni) a fondare il vantaggio relativo laziale in termini di emissioni per valore aggiunto.

⁸ Le emissioni di NO_x sono maggiormente spalmate in termini percentuali tra i settori, mentre quelle di SO_x primariamente su minerali non metalliferi, produzione di energia, trasporti.

In effetti, la tavola 5 mostra come per questi tre settori il differenziale di efficienza, calcolato rispetto ai rispettivi nazionali, sia maggiore, sempre nel confronto con il differenziale *tra media del Lazio e media nazionale*, in sei casi su dieci (CH₄, CO₂, NMVOC, NO_x, PM₁₀, SO_x). Tra gli altri inquinanti, è rilevante notare il differenziale maggiore che emerge per CH₄, CO₂, e per NO_x e SO_x, che sono tra i principali driver di effetti ambientali sovra-nazionale, quali effetto serra e piogge acide.

La scomposizione shift share settoriale, presentata in tavola 6, permette di notare altri aspetti interessanti per i diversi inquinanti. I commenti si riferiscono sempre al confronto tra la efficienza (ed i drivers associati) degli aggregati settoriali identificati, e l'efficienza del sistema economico Lazio. Partendo dal risultato di una minore intensità di emissioni per valore aggiunto per il Lazio nel suo complesso e per i tre aggregati settoriali, rispetto ai corrispettivi parametri del sistema economico italiano, si misura quindi il grado di minore/maggiore efficienza delle branche settoriali della Regione, rispetto alla efficienza ambientale del Lazio.

Riguardo a CH₄, il *minore* differenziale di efficienza di manifattura e servizi, rispetto all'efficienza riscontrata in media per il Lazio, dipende dal cambiamento di segno dell'effetto *industry mix*, positivo per entrambi i macro-settori: sembra quindi che internamente a manifattura e servizi la composizione del valore aggiunto non sia premiante in termini di efficienza di emissioni, anche se rimane il segno negativo dell'effetto (favorevole al Lazio). Vi è invece un valore rilevante della componente *p* della shift share (differenziale di efficienza). Pur rimanendo positivo il fattore *m*, gli 'altri settori industriali' presentano un marcato effetto di efficienza pura, ed una covarianza anche molto elevata rispetto a servizi e manifattura.

Per CO, almeno per la manifattura, il gap totale è più favorevole rispetto alla media regionale. Come osservato sopra, si registrano valori negativi per *industry mix* ed effetto 'differenziale', e valore positivo per la covarianza. I servizi invece risultano meno efficienti, con un valore positivo per la componente *m*. Se si osservano i segni delle tre componenti, CO è uno dei pochi casi in cui gli altri settori industriali sono in linea con la media del sistema economico laziale, o leggermente meno efficienti.

Un'osservazione attenta merita CO₂. In questo caso è evidente che il vantaggio comparato del Lazio è spiegato dal forte gap di efficienza associato ai settori C,E,F (con un ruolo primario di E⁹). Pur rimanendo l'effetto *industry mix* positivo (peso nel sistema produttivo laziale di settori relativamente meno efficienti), il differenziale di efficienza pura e la covarianza tra i due elementi presentano segni negativi molto elevati.

Per N₂O, come nel caso di CO, gli 'altri settori industriali' sono meno efficienti rispetto alla media del sistema economico Lazio, mentre la manifattura presenta un dato di efficienza maggiore. Si noti che la componente *m* della shift share è positiva in tutte e tre le disaggregazioni settoriali, mentre nell'insieme del sistema economico presentava segno negativo. Questo dovrebbe dipendere da un segno negativo per il settori "esclusi" dalla presente analisi (A-B) e dalla rilevanza dell'inquinante in oggetto in tali comparti produttivi¹⁰. Si confermano segni negativi, per tutte e tre le disaggregazioni in sotto branche settoriali, rispetto alle componenti di efficienza pura e per la covarianza.

NH₃ e Piombo sono i soli due casi nei quali tutti e tre i settori risultano meno efficienti dal punto di vista ambientale rispetto al sistema economico del Lazio. Come nel caso precedente, questo può dipendere dalla rilevanza del settore agricolo in termini di valore aggiunto, e dal

⁹ Si noti che il gap favorevole in termini di emissioni tra Lazio ed Italia nel solo settore E è pari a 5.347,14 tonnellate di CO₂ per unità di valore aggiunto.

¹⁰ Infatti nel comparto agricoltura l'efficienza del Lazio è superiore a quella dell'Italia.

gap di efficienza favorevole al Lazio. Infatti, l'effetto m è positivo in tutti i casi (negativo invece nei casi di tavola 3), mentre sono negativi gli altri due effetti della shift share.

NMVOG, come gli altri inquinanti già commentati, registra una efficienza superiore per i settori C,E,F. In questo caso potrebbe giocare un ruolo il settore agricolo, ma il quadro è più complesso: infatti, il vantaggio degli 'altri settori industriali' dipende da un marcato gap relativamente alla componente efficienza pura, che risulta negativa (tale componente è negativa per i servizi, ma positiva nella media e per la manifattura). È questa che incide sul risultato finale di efficienza dei tre settori, pur essendo la prima componente, relativa al valore aggiunto, positiva, diversamente da quanto avviene in media (tab. 3). In questo caso sembra valere ancora l'osservazione a proposito del settore agricolo, che pure è rilevante per questo inquinante.

Una maggiore efficienza dell'aggregato (C,E,F) si osserva per le emissioni di NOx e SOx. Come per il caso CO₂, seppure siano sempre positivi gli effetti m in tutti i settori e nella media, per entrambi gli inquinanti, l'effetto p e quello di 'covarianza' sono negative e molto elevate per (C,E,F) rispetto a manifattura e servizi. L'efficienza del Lazio in termini di CO₂, SOx e NOx, pur essendo presente in tutte le disaggregazioni analizzate, è guidata primariamente dalla produzione e distribuzione di energia, gas e acqua, elemento centrale dell'aggregato CEF.

Infine, PM₁₀ è l'unico caso nel quale il differenziale di efficienza aggregata per il Lazio è guidato sia dalla manifattura sia da CEF, entrambi con valori di efficienza premianti rispetto alla comparazione media tra Lazio e Italia. La componente che spiega il vantaggio comparato dei due settori è chiaramente p , cioè il differenziale di efficienza di emissione.

Tavola 1 - Valore aggiunto per attività economica. Lazio e Italia – Anno 2000 (composizioni relative)

ATTIVITÀ ECONOMICHE		Valore aggiunto	
Denominazione ATECO 2001	Codice	Lazio	Italia
Agricoltura, caccia e silvicoltura	A	0,016	0,030
Pesca, piscicoltura e servizi connessi	B	0,000	0,001
Estrazione di minerali	C	0,001	0,004
Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	DA	0,011	0,020
Industrie tessili e dell'abbigliamento	DB	0,005	0,006
Industrie conciarie, fabbricazione di prodotti in cuoio, pelle e similari	DC	0,000	0,023
Industria del legno, della gomma, della plastica e altre manifatturiere	DD-DH-DN	0,010	0,026
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta; stampa ed editoria	DE	0,016	0,015
Cokerie, raffinerie, chimiche, farmaceutiche	DF-DG	0,025	0,020
Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	DI	0,008	0,014
Produzione di metallo e fabbricazione di prodotti di metallo	DJ	0,007	0,031
Fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, elettrici ed ottici; mezzi di trasporto	DK-DL-DM	0,032	0,059
Produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua	E	0,027	0,022
Costruzioni	F	0,040	0,050
Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli, motocicli e di beni personali e per la casa	G	0,121	0,138
Alberghi e ristoranti	H	0,029	0,035
Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni	I	0,114	0,078
Intermediazione finanziaria e monetaria	J	0,091	0,066
Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca, altre attività professionali ed imprenditoriali	K	0,197	0,181
Pubblica amministrazione e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	L	0,085	0,051
Istruzione	M	0,046	0,044
Sanità e altri servizi sociali	N	0,046	0,044
Altri servizi pubblici, sociali e personali	O	0,054	0,036
Servizi domestici presso famiglie e convivenze	P	0,016	0,008
Totale attività economiche		1,000	1,000

Tavola 2 – Intensità di emissione del valore aggiunto per inquinante. Lazio e Italia – Anno 2000 (tonnellate di emissione per milione di euro di valore aggiunto)

Inquinanti	Lazio	Italia
CH4	1,148	1,769
CO	0,874	1,793
CO2	221,860	381,072
N2O	0,054	0,130
NH3	0,179	0,435
NMVOG	0,470	0,750
NOx	0,763	1,106
Pb	0,0002110	0,000329
PM10	0,069	0,165
SOx	0,260	0,779

Tavola 3 - Scostamenti percentuali tra indici di emissioni per unità di valore aggiunto di Lazio e Italia per settori NACE

	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOG	NOx	Pb	PM10	SOx
A	-19%	-9%	20%	-8%	-23%	6%	10%	14%	1%	14%
B	10%	28%	35%	23%	37%	34%	36%	67%	34%	36%
C	-53%	-6%	-8%	5%	-41%	38%	-12%	-4%	-29%	-15%
DA	-34%	-9%	-18%	1%	-39%	-18%	4%	-8%	2%	12%
DB	0%	-6%	14%	30%	-40%	-7%	10%	-6%	7%	21%
DC	6261%	-11%	97%	47%	-42%	228%	-8%	-12%	-11%	1%
DD-DH-DN	189%	61%	198%	173%	-6%	135%	80%	65%	-50%	185%
DE	-33%	-15%	-40%	-10%	-43%	-13%	-20%	-12%	-33%	-80%
DF-DG	-67%	-69%	-59%	-99%	-100%	-59%	-57%	-80%	-79%	-64%
DI	38%	56%	24%	10%	16%	11%	-5%	808%	29%	12%
DJ	-95%	-95%	-80%	-15%	-68%	-20%	-34%	-98%	-88%	-99%
DK-DL-DM	-69%	-67%	-78%	-68%	-77%	-10%	-67%	-77%	-71%	-67%
E	-44%	-74%	-63%	-61%	-46%	-47%	-57%	-42%	-62%	-78%
F	-4%	0%	-1%	31%	-38%	-23%	2%	-13%	-16%	-10%
G	-12%	-16%	-32%	-33%	-42%	15%	-38%	-15%	-67%	-32%
H	-14%	-14%	-19%	-25%	-38%	-10%	-32%	-15%	-65%	-49%
I	-20%	-41%	-14%	-38%	-45%	-39%	-31%	21%	-67%	-72%
J	-22%	-12%	-30%	-40%	-40%	-9%	-35%	-13%	-61%	-58%
K	-12%	-9%	-30%	-37%	-38%	-6%	-33%	-11%	-58%	-48%
L	-8%	-36%	-24%	-27%	-39%	-22%	-38%	-22%	-45%	-18%
M	-44%	-23%	-18%	-39%	-46%	-18%	-29%	-32%	-60%	-64%
N	-4%	-16%	-14%	-32%	-42%	-12%	-21%	-23%	-56%	-62%
O	-28%	-25%	-35%	-36%	-42%	-49%	-42%	-83%	-68%	-77%

Tavola 4 - Coefficienti dell'analisi shift share per il sistema economico (tutti i settori)

Emissione NAMEA	X ₁	X	X ₁ - X	Differenza %	m	p	a	m+p+a
CH4	1,148	1,769	-0,621	-35%	-0,136	-0,471	-0,0130	-0,621
CO	0,874	1,793	-0,919	-51%	-0,431	-0,770	0,283	-0,919
CO2	221,860	381,072	-159,212	-42%	26,429	-159,253	-26,388	-159,212
N2O	0,054	0,130	-0,076	-59%	-0,0272	-0,0428	-0,006	-0,076
NH3	0,179	0,435	-0,256	-59%	-0,186	-0,1105	0,041	-0,256
NMVOG	0,470	0,750	-0,280	-37%	-0,162	0,0775	-0,194	-0,280
NOx	0,763	1,106	-0,343	-31%	0,0298	-0,297	-0,075	-0,343
Pb	0,0002110	0,000329	-0,000118	-36%	-0,0002	-0,000040	0,0001	-0,000118
PM10	0,069	0,165	-0,097	-58%	-0,031	-0,0720	0,0072	-0,097
SOx	0,260	0,779	-0,519	-67%	0,118	-0,529	-0,108	-0,519

$X_1 = (INQemis_tot_laz/va_tot_laz)$

$X = (INQemis_tot_it/va_tot_it)$

$m =$ sommatoria per settori $s ((va_s_laz/va_tot_laz)-(va_s_it/va_tot_it))*(INQemis_s_it/va_s_it)$

$p =$ sommatoria per settori $s (va_s_it/va_tot_it)*((INQemis_s_laz/va_s_laz)-(INQemis_s_it/va_s_it))$

$a =$ sommatoria per settori $s ((va_s_laz/va_tot_laz)-(va_s_it/va_tot_it))*((INQemis_s_laz/va_s_laz)-(INQemis_s_it/va_s_it))$

$X_1-X = m + p + a$

Tavola 5 - Confronto tra efficienza ambientale (intensità di emissioni per unità di valore aggiunto) delle aggregazioni settoriali Manifattura (D), Servizi (G-P) e Altri settori industriali (C,E,F) rispetto alla efficienza media del sistema economico Lazio

Emissioni/settori	D	G-P	C,E,F
CH4	0	0	1
CO	1	0	0
CO2	0	0	1
N2O	1	0	0
NH3	0	0	0
NMVOG	0	0	1
NOx	0	0	1
Pb	0	0	0
PM10	1	0	1
SOx	0	0	1

* Valore 1 se il differenziale di efficienza tra Regione e sistema nazionale è maggiore nel macro-settore rispetto a quella media del sistema economico, 0 altrimenti.

Tavola 6 - Coefficienti dell'analisi shift share per Manifattura (D), Servizi (G-P) e Altri settori industriali (C,E,F)

Manifattura								
Emissione NAMEA	X _i	X	X _i -X	Differenza %	m	p	a	m+p+a
CH4	0,261	0,421	-0,160	-38%	0,154	-0,194	-0,120	-0,160
CO	0,541	2,883	-2,343	-81%	-1,190	-2,2618	1,109	-2,343
CO2	426,282	469,605	-43,323	-9%	90,967	-104,519	-29,771	-43,323
N2O	0,027	0,163	-0,136	-83%	0,1788	-0,136	-0,178	-0,136
NH3	0,001	0,047	-0,046	-97%	0,0567	-0,045	-0,056	-0,045
NMVOG	1,836	1,974	-0,138	-7%	0,2039	0,621	-0,963	-0,138
NOx	0,964	1,091	-0,128	-12%	0,089	-0,146	-0,070	-0,127
Pb	0,001	0,001	-0,0001	-0,3%	-0,0005	-0,0001	0,0006	0,00001
PM10	0,146	0,273	-0,127	-47%	-0,039	-0,132	0,0447	-0,127
SOx	0,691	0,852	-0,161	-19%	0,329	-0,346	-0,144	-0,161
Servizi								
CH4	0,651	0,706	-0,055	-8%	0,1999	-0,1978	-0,0566	-0,0546
CO	0,697	0,936	-0,239	-26%	0,0619	-0,2585	-0,0427	-0,2392
CO2	97,181	112,641	-15,460	-14%	8,895	-23,946	-0,408	-15,460
N2O	0,010	0,013	-0,003	-27%	0,0018	-0,0046	-0,0007	-0,0035
NH3	0,008	0,011	-0,003	-29%	0,0025	-0,0047	-0,0011	-0,0033
NMVOG	0,205	0,255	-0,050	-19%	0,0065	-0,0395	-0,0165	-0,0495
NOx	0,575	0,784	-0,209	-27%	0,0732	-0,2616	-0,0209	-0,2093
Pb	0,000094	0,000117	-0,0001	-19%	0,000002	-0,000022	-0,000002	0,00001
PM10	0,024	0,067	-0,043	-64%	0,0044	-0,0442	-0,0029	-0,0427
SOx	0,053	0,146	-0,093	-64%	0,0326	-0,1021	-0,0237	-0,0932
Altri settori industriali								
CH4	2,850	3,739	-0,888	-24%	1,340	-1,645	-0,583	-0,888
CO	0,747	1,664	-0,917	-55%	0,454	-0,996	-0,374	-0,917
CO2	1315,702	2529,417	-1213,714	-48%	930,408	-1556,852	-587,270	-1213,714
N2O	0,057	0,102	-0,044	-44%	0,035	-0,057	-0,022	-0,044
NH3	0,002	0,003	-0,0009	-31%	0,00075	-0,00137	-0,00035	-0,0009
NMVOG	0,929	1,329	-0,400	-30%	0,110	-0,423	-0,087	-0,400
Nox	1,693	2,764	-1,071	-39%	0,831	-1,385	-0,517	-1,071
PB	0,00009	0,00011	-0,00002	-22%	0,00003	-0,00004	-0,00001	-0,00002
PM10	0,204	0,363	-0,159	-44%	0,094	-0,189	-0,063	-0,159
SOx	2,009	6,576	-4,567	-69%	2,480	-5,115	-1,931	-4,567

3. La distribuzione delle emissioni atmosferiche a livello comunale attraverso i dati NAMEA per il Lazio

3.1 Introduzione e metodologia

L'obiettivo di questa parte del lavoro è quello di utilizzare la NAMEA 2000 per il Lazio per stimare la distribuzione territoriale e la concentrazione spaziale delle emissioni atmosferiche generate dalle attività produttive¹¹. I dati regionali disponibili per tipologia di emissione inquinante e per settore produttivo offrono, infatti, la possibilità di sfruttare gli indicatori di emissione per occupato al fine di disaggregare le emissioni regionali sino al livello comunale. Come base di riferimento comunale si considera il numero di addetti per ogni sottosezione economica rilevato in occasione del Censimento Istat dell'Industria e dei Servizi per il 2001.

La stima che svilupperemo è possibile a livello sub-regionale con tre assunzioni che, come in ogni esercizio di questo tipo, generano alcune limitazioni nella validità dei risultati. Si suppone che (i) in ciascun settore, l'ammontare medio di emissioni per occupato sia il medesimo indipendentemente dalla dimensione delle imprese¹²; (ii) l'ammontare medio delle emissioni in ciascun settore sia il medesimo in ogni comune all'interno di ciascuna provincia¹³; (iii) fra il 2000 e il 2001 non vi siano sostanziali differenze nelle emissioni prodotte dalle imprese¹⁴. Anche se tali assunzioni possono limitare il risultato dell'analisi, l'obiettivo principale di questo studio è quello di fornire una stima delle quantità di emissioni inquinanti indotte dalle diverse specializzazioni produttive a livello sub-regionale al fine di sopperire alla mancanza di stime ad un livello disaggregato come quello comunale.

La metodologia seguita per giungere alla disaggregazione territoriale è semplice e riflette quella adottata da alcuni studi internazionali, in particolare dall'*Industrial Pollution Projection System* (IPPS) della World Bank (si veda, Hettige et al., 1995) e da una nostra precedente analisi (Montini e Zoboli, 2004)¹⁵. Dai dati censuari sono stati ricavati i dati relativi ai 378 comuni laziali sul numero di addetti nelle unità locali delle imprese e delle istituzioni per sottosezione economica, i quali sono stati successivamente aggregati per settori

¹¹ L'analisi non riguarda invece, data la natura della base informativa, le emissioni generate dal settore famiglie compreso nella NAMEA.

¹² Come sottolineato da Hettige et al. (1995), l'unità di misura ideale a cui rapportare le emissioni sarebbe il volume fisico di produzione. Tuttavia i settori e, a volte, anche le singole imprese all'interno di un medesimo settore, utilizzano unità differenti per registrare il volume della propria produzione e ciò non consente confronti attendibili fra settori diversi. Una comune unità di misura può essere quindi fornita anche dal valore della produzione o dall'occupazione per unità produttiva.

¹³ I dati sono coerenti con i totali provinciali di ciascuna emissione inquinante derivanti dagli inventari delle emissioni provinciali realizzati da APAT (vedi www.sinanet.apat.it/aree/atmosfera/emissioni/emissioni.aps; APAT CTN-ACE, 2004).

¹⁴ Nelle elaborazioni successive, infatti, si utilizzano i dati NAMEA relativi al 2000 per stimare le emissioni inquinanti a livello comunale sulla base degli addetti alle unità locali delle imprese e delle istituzioni del 2001. Anche i dati relativi alla popolazione residente utilizzati per ottenere i valori pro capite si riferiscono al 2001.

¹⁵ La metodologia qui adottata è invece diversa da quelle di altri studi di ripartizione territoriale, in particolare quello su otto città italiane realizzato da De Laetis e Liburdi (2004) nell'ambito del progetto APAT sulla qualità dell'ambiente urbano. In quel caso, si procedeva in sintesi nel modo seguente: le emissioni rilevate dagli inventari provinciali disaggregate per processo emissivo, venivano ripartite definendo quanto il processo si manifesta nell'area urbana considerata attraverso l'attribuzione di una 'quota urbana' di presenza compresa tra 0 e 1; per alcune processi tale quota era assunta uguale per tutte le città, ad esempio è 0,9 la quota urbana delle emissioni dei ciclomotori, mentre per attività puntuali, come i porti, la quota è 0 o 1 a seconda della presenza o meno; per i grandi impianti di combustione o industriali si consideravano appartenenti alla città gli impianti contenuti in un raggio calcolato come proporzionale alla radice quadrata della popolazione, secondo un criterio proposto dalla Organizzazione Mondiale della Sanità.

in modo da ottenere la medesima suddivisione settoriale utilizzata in NAMEA. Dai dati NAMEA Lazio 2000 sono stati calcolati i coefficienti di emissione per ciascun inquinante k per ogni occupato del settore produttivo i (E_k/Occ_i per ogni k ed ogni i)¹⁶. Questi $k \times i$ (= 230)¹⁷ coefficienti sono stati poi moltiplicati per il numero di addetti comunali dei corrispondenti settori, per ciascuna tipologia di inquinante, e sommati per settore. Sono stati così ottenuti 10 vettori di dati comunali, uno per ciascuna tipologia di emissione inquinante, contenenti la stima del totale delle emissioni inquinanti nel comune imputabile alle attività produttive (ricordiamo con l'esclusione dei 'consumi delle famiglie'). Questi dati, infine, sono stati rapportati alla popolazione residente e alla superficie territoriale al fine di ottenere dati pro capite e per kmq da rappresentare mediante mappature cartografiche¹⁸.

Ciò che si può analizzare mediante le mappe così ottenute è la distribuzione territoriale dell'emissione degli agenti inquinanti e, in particolar modo, la loro presenza relativa per popolazione residente e per superficie territoriale. Naturalmente, le emissioni inquinanti derivanti dalle attività produttive non sono le uniche a causare pressioni sull'ambiente a livello comunale (e non); anche i consumi delle famiglie (basti pensare all'uso dei mezzi di trasporto e al riscaldamento) producono infatti considerevoli emissioni inquinanti, che sono di particolare intensità spaziale nel caso di città come Roma¹⁹.

D'altra parte, considerando il livello locale e dati di tipo *cross section*, è evidente che in presenza della medesima regolamentazione e della medesima tecnologia, le emissioni atmosferiche dovrebbero seguire un andamento crescente al crescere della concentrazione geografica delle imprese (e delle istituzioni), e ciò potrebbe essere di maggior rilevanza a mano a mano che l'analisi passa dal livello nazionale a quello locale (regionale o sub regionale).

Conseguentemente, analizzare gli effetti della concentrazione geografica del sistema produttivo, in generale, o delle unità locali di un medesimo settore (specialmente con settori che hanno livelli elevati di emissioni inquinanti) può costituire un aspetto di analisi interessante sia per definire, ad esempio, politiche di localizzazione delle attività produttive a livello locale, sia al fine di definire eventuali differenziazioni delle politiche di regolamentazione ambientale (di controllo dell'inquinamento) in corrispondenza di diversi livelli di concentrazione delle unità locali del sistema produttivo.

¹⁶ I coefficienti sono riportati nella tavola A.1 dell'appendice. Trattandosi di un'analisi uniperiodale, non si pone un problema di coefficienti fissi o variabili, che si porrebbe ovviamente in un'analisi riferita a più anni. A tale riguardo, la disponibilità di NAMEA regionale per più anni consentirebbe di ottenere anche coefficienti diversi per ogni anno, con notevoli possibilità di analisi sulle eventuali dinamiche tecnologiche medie dei settori produttivi considerati.

¹⁷ $k = 10$ inquinanti, $i = 23$ settori.

¹⁸ E' da notare che la nostra analisi, utilizzando la localizzazione 'legale' delle unità locali dei vari settori rilevate dal Censimento, attribuisce di fatto le emissioni a quelle localizzazioni 'legali', come se le attività produttive che emettono fossero tutte 'fonti fisse'. Ciò appare evidentemente un limite soprattutto per il settore dei 'trasporti, magazzinaggio e comunicazioni' (codice NACE I), per il quale le emissioni delle unità locali con sede legale in un comune, ad esempio a Roma, possono verificarsi in altre località attraverso i processi di trasporto effettuati. Si osservi che, per quanto detto, il problema della non coincidenza tra luogo di emissione effettivo e sede della attività economica riguarda soprattutto il settore 'Trasporti' anche se nella NAMEA le emissioni causate dalle attività di trasporto su strada sono attribuite anche alle attività economiche che non appartengono al settore 'Trasporti' in quanto tutte le attività economiche possono effettuare trasporti come attività ausiliaria. Su tali aspetti si veda Femia (2000).

¹⁹ Oggetto di questo studio sono le 'pressioni' sull'ambiente derivanti dalle emissioni, ossia le sollecitazioni dirette del sistema antropico sull'ambiente naturale. Se si volesse considerare anche lo 'stato' dell'ambiente, ossia le condizioni dell'ambiente naturale e loro tendenze evolutive, sarebbe necessario considerare numerosi altri fattori, come la topografia locale e altre caratteristiche fisiche dell'area circostante, oltreché i meccanismi di trasporto e deposizione degli inquinanti, qui non considerati.

L'ipotesi alla base di questo studio, è che assumendo che vi sia la medesima tecnologia in ciascun settore ed all'interno dell'unità geografica di riferimento, è possibile rappresentare e misurare il livello di emissioni per unità di superficie territoriale o pro capite²⁰. In tal modo si segue un approccio di studio simile a quello dell' "impronta ecologica" (proposto e sviluppato da Wackernagel et al., 1993) o della *carrying capacity*, obiettivo del quale è quello di confrontare i paesi (in questo caso i comuni) in termini della loro della pressione sul territorio disponibile e quindi della capacità di sopportare le attività economiche insediate²¹.

3.2 L'evidenza empirica emergente

Le stime delle emissioni a livello comunale per tipologia di inquinante sono state rappresentate graficamente mediante le mappe allegate. Queste offrono una visione immediata, puramente descrittiva, del 'carico' di emissioni inquinanti per abitante e per unità di superficie (kmq) sul territorio. Verranno qui sviluppate solo alcuni commenti di sintesi dei risultati riportati in dettaglio nelle tavole e mappe, partendo da alcune considerazioni generali.

In primo luogo, vi è sostanziale differenza fra le mappe in cui si rappresentano le emissioni pro capite e quelle in cui si rappresentano le emissioni per unità di superficie²². La densità delle unità locali produttive e dei relativi addetti fa sì infatti che il carico per superficie sia particolarmente elevato nei comuni della cintura romana e nel caso di Roma stessa. Questo spiega, nel caso delle mappe per kmq, il generale addensamento di comuni "rossi" in provincia di Roma. In secondo luogo, sia le mappe in cui si rappresentano le emissioni pro capite, sia quelle in cui si considerano le emissioni per kmq mostrano che le province in cui si hanno le maggiori criticità sono quelle di Viterbo, di Rieti e in parte quella di Latina dove vi è maggiore specializzazione industriale. Fra queste, infine, un piccolo gruppo di comuni della provincia di Viterbo sembra costituire una delle aree più critiche della regione dal punto di vista delle emissioni qui considerate. Si tratta di alcuni comuni del Sistema Locale del Lavoro (SLL) di Civita Castellana in cui vi è una forte specializzazione relativa nel settore ceramico, comparto con un considerevole livello di emissioni di alcuni inquinanti.

L'analisi dei dati cartografati può essere semplificata attraverso la lettura congiunta dei dati aggregati per sistema locale del lavoro (SLL)²³ presentati nelle tavole 7 e 8.

Nel caso del metano (CH₄) e del monossido di carbonio (CO), per i quali i settori maggiormente inquinanti sono quello agricolo e quello della produzione di energia elettrica, i valori pro capite più elevati si hanno nelle province di Viterbo (SLL Tarquinia in cui rientra Montalto di Castro), Rieti e, in misura minore, nella zona di Latina (SLL Latina con una

²⁰ Trattandosi di dati *stimati* non è possibile fornire informazioni per m³ di aria il quale usualmente costituisce il parametro di riferimento quando si considerano i livelli di emissioni *rilevati*.

²¹ Secondo l'approccio dell'impronta ecologica, il cittadino italiano medio occupa 4,2 ettari pro capite di spazio produttivo biologico, mentre ci sarebbero solo 1,3 ettari di terreno disponibile, meno dei 2 ettari pro capite disponibili in media sul pianeta (Wackernagel et al., 1999). Quindi, nel caso dell'Italia, l'impronta ecologica è maggiore della capacità ecologica disponibile; ciò significa che in Italia vi è "deficit ecologico nazionale" (di 2.9 ettari per persona) e il paese può (con la sua capacità biologica) sopportare lo standard di vita corrente solo di un terzo della sua popolazione.

²² E' da sottolineare che ciascuna unità di superficie territoriale (kmq) costituisce una unità fisica *standard* in tutto il territorio regionale, mentre ciascun abitante (utilizzato negli indicatori pro capite) non rispecchia una unità standard nello spazio fisico regionale data la diversa densità abitativa nei comuni.

²³ Dei 29 Sistemi locali del lavoro che coinvolgono comuni laziali, due hanno il centro attrattore fuori regione: si tratta di Terni e Avezzano i quali coinvolgono rispettivamente 8 comuni in provincia di Roma e Rieti al confine con l'Abruzzo e 1 comune in provincia di Rieti al confine con l'Umbria. I dati corrispondenti a questi due SLL presentati nelle tavole 7 e 8 si riferiscono ai *soliti* comuni laziali che rientrano in tali SLL.

rilevante specializzazione relativa degli addetti in industrie chimiche-raffinerie-cokerie-farmaceutiche), e infine Roma (SLL Roma) e Frosinone.

Considerando il biossido di carbonio (CO₂) spiccano i SLL di Civita Castellana e di Civitavecchia (con rilevante specializzazione relativa nel settore energetico), entrambi con valori pro-capite superiori ai dieci quintali. La mappa relativa al protossido di azoto (N₂O) mostra, ancora una volta, dati più elevati nel caso di Civita Castellana e Tarquinia, SLL seguiti ad una certa distanza da altri del viterbese (Acquapendente, Orte, Amatrice e Tuscania).

Il carico di ammoniaca (NH₃) è rilevante nei SLL a maggiore vocazione agricola della provincia di Viterbo e di Rieti (Tarquinia in cui è tuttavia forte anche il comparto energetico, Acquapendente, Amatrice e Tuscania).

Per quanto riguarda i composti organici volatili non metanici, per cui i comparti manifatturieri maggiormente inquinanti sono quelli delle industrie conciarie, della gomma e plastica e di cokerie, raffinerie, chimiche e farmaceutiche, spiccano i SLL di Aprilia e Latina (entrambi a specializzazione manifatturiera relativa nelle industrie chimiche) e quello di Valentano (VT, conerie).

I SLL di Civita Castellana e di Orte in provincia di Viterbo e Rieti risultano i primi due anche per emissioni pro capite di ossidi di azoto (NO_x) e di piombo (PB) particolarmente rilevanti nelle industrie ceramiche.

La stima di emissioni di PM₁₀ per abitante si attesta su valori elevati nel caso del SLL di Civita Castellana e, a distanza, nel caso di Orte e Tarquinia. Infine considerando gli ossidi di zolfo i valori pro capite più elevati si hanno per i SLL di Civitavecchia e di Civita Castellana.

Un ulteriore esercizio di distribuzione territoriale delle emissioni è stato svolto per il solo settore 'produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua' (codice E). Le relative mappe, qui presentate solo per CO₂, SO_x e NO_x, in rapporto sia a popolazione sia alla superficie, riflettono chiaramente la localizzazione delle centrali termoelettriche nel caso delle emissioni per unità di superficie, mentre nel caso delle emissioni per abitante appaiono notevolmente diluite e distribuite in modo meno concentrato sul territorio laziale.

Tavola 7 – Emissioni per sistema locale del lavoro e per tipologia di inquinante (kg per abitante)

Sistema locale del lavoro	cod sill	Province	Comparto manifatturiero con maggior quota di addetti	Energia (% addetti)	Trasporti (% addetti)	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOC	NOx	PB	PM10	SOx
(TERNI fuori regione)	389	VT	DA 9,3%	0,0%	5,3%	15,0	37,1	806	1,5	10,6	12,8	9,1	0,003	1,1	0,0
ACQUAPENDENTE	390	VT	DA 5,6%	0,7%	3,6%	43,2	56,8	2.753	3,6	19,8	21,7	15,1	0,016	2,7	1,6
BAGNOREGIO	391	VT	DD,DH,DN 7,1%	0,0%	4,8%	24,1	50,4	1.984	2,4	10,2	24,9	13,8	0,016	2,3	1,0
CIVITA CASTELLANA	392	VT,RI	DI 25,8%	0,2%	4,9%	26,6	86,1	13.022	8,0	7,0	24,9	57,5	0,159	14,3	10,3
ORTE	393	VT	DI 6,7%	0,1%	21,6%	20,1	89,3	4.776	3,1	6,6	16,6	32,9	0,036	4,4	2,8
TARQUINIA	394	VT	DA 3,4%	5,2%	4,4%	113,1	72,9	7.949	5,9	25,0	23,1	24,1	0,011	3,9	5,6
TUSCANIA	395	VT	DA 3,3%	0,6%	4,8%	34,0	50,1	1.819	3,0	19,4	16,1	12,4	0,007	1,9	0,9
VALENTANO	396	VT	DC 8,2%	0,3%	6,1%	25,7	38,8	1.237	1,5	7,0	37,1	9,1	0,004	1,1	0,5
VITERBO	397	VT	DA 2,2%	0,7%	5,2%	45,4	70,1	2.768	2,8	11,9	20,9	16,2	0,010	2,1	1,5
AMATRICE	398	RI	DA 5,5%	1,1%	2,3%	31,4	54,3	2.746	3,1	19,8	19,6	15,1	0,007	2,2	0,4
RIETI	399	RI	DK,DL,DM 10,2%	0,7%	4,9%	39,0	82,8	4.060	2,9	13,0	32,7	24,7	0,014	3,0	0,6
CIVITAVECCHIA	400	RM	DJ 2,1%	3,3%	13,0%	19,6	75,8	10.398	0,9	1,5	19,5	21,9	0,011	2,3	12,7
FIANO ROMANO	401	RI,RM	DA 2,5%	0,8%	12,7%	16,6	64,3	4.376	1,3	4,6	18,2	19,1	0,016	2,1	2,7
PALESTRINA	402	RM	DJ 2,7%	0,4%	5,4%	6,1	31,3	1.904	0,5	2,3	11,2	6,3	0,007	0,8	1,7
ROMA	403	VT,RM	DK,DL,DM 2,1%	0,7%	10,5%	20,5	97,0	7.039	0,8	1,5	24,9	21,9	0,015	1,9	6,8
VELLETRI	404	RM	DK,DL,DM 7,7%	0,5%	5,6%	8,2	43,3	3.250	0,5	1,3	17,2	9,5	0,012	1,1	3,2
APRILIA	405	RM,LT	DF,DG 13,4%	0,4%	5,6%	16,7	73,7	4.091	1,2	2,5	48,5	14,0	0,016	2,1	3,3
CASTELFORTE	406	LT,FR	DD,DH,DN 11,1%	0,0%	7,5%	10,4	54,2	2.215	1,0	0,6	26,1	12,3	0,021	1,9	0,5
CORI	407	LT	DA 12,0%	0,1%	7,8%	18,7	58,8	1.181	1,3	6,5	17,4	8,4	0,009	1,2	0,2
FONDI	408	LT	DD,DH,DN 2,4%	0,4%	6,5%	25,5	81,7	1.599	2,0	12,1	19,5	10,4	0,009	1,4	0,3
FORMIA	409	LT	DI 2,8%	0,8%	6,1%	26,2	79,0	2.829	1,6	3,8	19,1	14,1	0,024	2,4	0,7
LATINA	410	LT	DF,DG 6,5%	0,7%	5,7%	40,1	110,2	3.407	2,4	9,8	46,2	15,7	0,013	2,3	1,0
PRIVERNO	411	LT	DA 5,4%	0,9%	5,9%	22,1	55,6	1.707	1,2	4,4	14,9	8,7	0,008	1,3	0,4
TERRACINA	412	LT	DJ 5,2%	0,8%	4,9%	31,5	72,7	1.821	2,1	12,4	22,1	9,9	0,007	1,5	0,4
CASSINO	413	FR	DK,DL,DM 21,7%	0,9%	7,2%	25,6	71,9	5.522	1,9	7,4	22,0	23,3	0,023	3,2	1,5
FIUGGI	414	FR	DA 6,0%	0,3%	4,3%	40,7	64,3	2.236	1,3	8,2	13,3	13,2	0,005	1,3	0,4
FROSINONE	415	FR	DK,DL,DM 8,9%	0,5%	6,8%	22,0	79,5	4.182	1,5	6,9	28,9	20,4	0,011	2,3	1,1
SORA	416	FR	DE 6,5%	0,7%	6,2%	21,0	67,2	3.604	1,2	4,5	22,3	16,4	0,007	1,7	0,7
(AVEZZANO fuori regione)	482	RI,FR	DD,DH,DN 2,0%	1,2%	3,8%	6,5	25,4	1.908	0,6	4,2	7,9	5,3	0,002	0,7	2,0

Tavola 8 – Emissioni per sistema locale del lavoro e per tipologia di inquinante (kg per kmq)

Sistema locale del lavoro	cod. sill	Province	Comparto manifatturiero con maggior quota di addetti	Energia (% addetti)	Trasporti (% addetti)	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOC	NOx	PB	PM10	SOx
(TERNI, fuori regione)	389	VT	DA 9,3%	0,0%	5,3%	467	1.154	25.032	48	329	398	283	0,086	33	1,3
ACQUAPENDENTE	390	VT	DA 5,6%	0,7%	3,6%	2.141	2.815	136.532	180	984	1.074	748	0,776	132	81,0
BAGNOREGIO	391	VT	DD,DH,DN 7,1%	0,0%	4,8%	1.450	3.034	119.440	146	613	1.500	829	0,939	139	60,3
CIVITA CASTELLANA	392	VT,RI	DI 25,8%	0,2%	4,9%	3.395	10.983	1.661.051	1.015	899	3.171	7.332	20,246	1.830	1.311,7
ORTE	393	VT	DI 6,7%	0,1%	21,6%	2.317	10.317	551.790	363	766	1.923	3.800	4,184	509	324,4
TARQUINIA	394	VT	DA 3,4%	5,2%	4,4%	4.882	3.146	343.225	256	1.079	996	1.042	0,458	169	242,4
TUSCANIA	395	VT	DA 3,3%	0,6%	4,8%	1.542	2.269	82.448	135	880	730	564	0,329	87	40,3
VALENTANO	396	VT	DC 8,2%	0,3%	6,1%	911	1.376	43.865	53	249	1.315	321	0,149	39	18,6
VITERBO	397	VT	DA 2,2%	0,7%	5,2%	4.932	7.617	300.840	302	1.288	2.275	1.757	1,103	230	157,7
AMATRICE	398	RI	DA 5,5%	1,1%	2,3%	404	698	35.286	40	255	251	194	0,093	29	5,3
RIETI	399	RI	DK,DL,DM 10,2%	0,7%	4,9%	2.140	4.542	222.750	159	711	1.796	1.355	0,783	163	34,6
CIVITAVECCHIA	400	RM	DJ 2,1%	3,3%	13,0%	3.809	14.736	2.021.529	173	301	3.788	4.251	2,110	455	2.468,8
FIANO ROMANO	401	RI,RM	DA 2,5%	0,8%	12,7%	1.740	6.746	459.014	136	481	1.910	2.008	1,685	218	286,4
PALESTRINA	402	RM	DJ 2,7%	0,4%	5,4%	1.702	8.689	528.778	129	651	3.106	1.758	1,848	222	460,6
ROMA	403	VT,RM	DK,DL,DM 2,1%	0,7%	10,5%	18.499	87.660	6.360.209	704	1.328	22.474	19.826	13,140	1.741	6.184,0
VELLETRI	404	RM	DK,DL,DM 7,7%	0,5%	5,6%	2.882	15.232	1.143.234	161	465	6.033	3.336	4,108	398	1.110,2
APRILIA	405	RM,LT	DF,DG 13,4%	0,4%	5,6%	7.356	32.529	1.804.462	519	1.082	21.396	6.188	7,155	931	1.445,8
CASTELFORTE	406	LT,FR	DD,DH,DN 11,1%	0,0%	7,5%	1.514	7.911	323.108	146	82	3.805	1.794	2,997	284	75,0
CORI	407	LT	DA 12,0%	0,1%	7,8%	2.095	6.571	132.011	149	728	1.945	944	1,004	131	22,8
FONDI	408	LT	DD,DH,DN 2,4%	0,4%	6,5%	3.689	11.826	231.516	293	1.747	2.821	1.503	1,351	204	40,3
FORMIA	409	LT	DI 2,8%	0,8%	6,1%	7.895	23.834	854.054	479	1.141	5.775	4.267	7,139	721	205,9
LATINA	410	LT	DF,DG 6,5%	0,7%	5,7%	11.122	30.556	944.235	674	2.704	12.792	4.351	3,689	643	265,8
PRIVERNO	411	LT	DA 5,4%	0,9%	5,9%	2.780	6.984	214.291	157	555	1.869	1.090	1,005	164	46,8
TERRACINA	412	LT	DJ 5,2%	0,8%	4,9%	5.220	12.043	301.592	353	2.061	3.652	1.643	1,152	256	60,5
CASSINO	413	FR	DK,DL,DM 21,7%	0,9%	7,2%	2.811	7.892	605.895	205	814	2.410	2.557	2,499	347	165,4
FIUGGI	414	FR	DA 6,0%	0,3%	4,3%	7.665	12.101	421.031	252	1.541	2.505	2.492	0,940	239	70,9
FROSINONE	415	FR	DK,DL,DM 8,9%	0,5%	6,8%	3.793	13.700	720.362	264	1.182	4.971	3.513	1,955	403	184,4
SORA	416	FR	DE 6,5%	0,7%	6,2%	4.357	13.970	748.798	249	925	4.632	3.402	1,472	351	145,0
(AVEZZANO fuori regione)	482	RI,FR	DD,DH,DN 2,0%	1,2%	3,8%	209	815	61.198	21	133	253	171	0,076	21	64,4

Tavola A.1 – Coefficienti (regionali) di emissione per occupato per attività economica e per tipologia di inquinante (kg x occupato)

Codice	Attività economica	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOC	NOx	Pb	PM10	SOx
A	Agricoltura, caccia e silvicoltura	700,83	350,08	8.743	68,22	300,06	52,49	127,66	0,002	31,32	1,40
B	Pesca, piscicoltura e servizi connessi	2,24	183,59	27.889	0,57	0,06	83,42	375,27	0,005	39,84	5,00
C	Estrazione di minerali	29,40	33,35	6.442	1,12	0,05	37,39	55,20	0,002	5,07	1,10
DA	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	47,79	23,57	3.715	0,86	0,04	58,17	23,93	0,003	2,71	0,61
DB	Industrie tessili e dell'abbigliamento	4,68	16,75	2.160	0,37	0,04	3,82	10,75	0,003	1,18	0,42
DC	Industrie conciarie, fabbricazione di prodotti in cuoio, pelle e similari	15,55	16,82	2.381	0,23	0,05	529,86	6,52	0,003	0,67	0,17
DD,DH,DN	Industria del legno, della gomma, della plastica e altre manifatturiere	1,27	40,38	10.206	1,08	0,09	229,74	28,72	0,007	2,67	1,24
DE	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta; stampa ed editoria	3,19	23,97	15.370	0,47	0,06	96,84	15,41	0,004	1,48	0,50
DF,DG	Cokerie, raffinerie, chimiche, farmaceutiche	43,88	32,71	30.661	1,02	0,06	160,36	40,71	0,004	4,73	95,00
DI	Fabbr. di prodotti della lavorazione di minerali non metal.	6,15	57,99	136.098	8,53	0,21	11,84	320,79	0,570	56,86	234,41
DJ	Produzione di metallo e fabbr. di prodotti di metallo	0,70	24,83	5.080	0,53	0,04	56,14	24,01	0,003	3,32	0,60
DK,DL,DM	Fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, elettrici ed ottici; mezzi di trasporto	0,15	7,31	857	0,13	0,02	40,42	4,16	0,001	0,43	0,16
E	Produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua	1.008,96	175,56	456.504	18,61	0,63	149,88	502,15	0,025	53,32	713,27
F	Costruzioni	0,14	11,06	1.396	0,24	0,02	22,71	11,94	0,001	2,42	0,21
G	Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli, motocicli e di beni personali e per la casa	0,62	38,95	3.394	0,28	0,10	19,53	20,64	0,006	1,12	0,56
H	Alberghi e ristoranti	0,41	14,83	1.684	0,15	0,04	3,19	7,34	0,002	0,37	0,19
I	Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni	2,68	147,72	34.171	1,54	0,18	36,20	214,42	0,018	7,83	24,76
J	Intermediazione finanziaria e monetaria	0,22	14,24	1.098	0,09	0,04	3,02	5,70	0,002	0,33	0,17
K	Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca, altre attività professionali ed imprenditoriali	0,33	23,48	1.421	0,12	0,06	4,94	8,78	0,004	0,53	0,25
L	Pubblica amm. e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	0,39	30,04	1.268	0,17	0,03	2,99	5,14	0,003	0,34	0,64
M	Istruzione	0,07	2,26	426	0,03	0,01	0,46	1,09	0,000	0,06	0,07
N	Sanità e altri servizi sociali	0,35	8,91	1.273	0,10	0,02	1,74	3,83	0,001	0,19	0,16
O	Altri servizi pubblici, sociali e personali	417,55	14,93	2.401	2,65	4,42	12,31	9,83	0,003	0,53	0,31

Fonte: elaborazioni su dati Istat

4. Confronto con altri studi, sintesi dei risultati e possibili sviluppi

I risultati emergenti dai nostri due esercizi in parte confermano, in modo diverso e rigoroso, alcune caratteristiche già note del sistema energia-emissioni laziale, in parte non le confermano o le qualificano in modo diverso, ed in parte aggiungono elementi specifici di conoscenza possibilmente utili alle politiche.

Un'immagine generale del sistema energia-emissioni laziale emerge, oltre che dai dati della NAMEA per il Lazio, da varie analisi recenti (in particolare Regione Lazio, 2001; ARPA Lazio, 2005; ENEA, 2006). Per molte emissioni atmosferiche, il Lazio è caratterizzato, nel confronto con la media italiana, da una notevole efficienza media in rapporto al PIL regionale o alla popolazione, elemento che è anche il punto di partenza della nostra analisi.

Per molti tipi di emissioni, l'origine fondamentale di tale efficienza relativa è che il Lazio ha, rispetto alla media italiana, consumi energetici pro capite piuttosto bassi e una molto bassa intensità energetica ed elettrica in rapporto al PIL.

Secondo i dati ENEA (2006), l'intensità energetica finale del Lazio nel 2003 era di 99,7 tep/milione € di PIL (prezzi costanti), terzo valore più basso tra le regioni italiane, confrontabile con una media nazionale di 125,8 ed un valore 121,4 della Lombardia. Inoltre, l'intensità elettrica era di 201,9 MWh/milione di €, che è il valore più basso tra tutte le regioni italiane, con una media nazionale di 288,4 e un valore di 301,4 della Lombardia. Va inoltre notato che l'intensità energetica ed elettrica del valore aggiunto manifatturiero laziale è la più bassa tra le regioni italiane (rispettivamente 87,9 tep/milione € e 391 MWh/milione €).

La bassa intensità energetica ed elettrica sembra quindi compensare un possibile effetto negativo, in termini di emissioni, derivante dalla composizione delle fonti energetiche prevalente in Lazio. La regione presenta infatti una quasi totale dipendenza dalle fonti fossili, e in particolare dal petrolio, che copre più del 59% dei consumi complessivi, e dal gas naturale, pari al 21% dei consumi. Combinato con un ruolo limitato delle rinnovabili, incluso l'idroelettrico, ciò porterebbe nella direzione di elevati coefficienti di emissione atmosferica, in particolare di gas serra.

Tuttavia, all'interno di tale bassa intensità energetica complessiva, emergono elementi che rendono il quadro del Lazio meno positivo rispetto ad altre regioni e all'Italia. Un primo elemento riguarda il settore dei servizi. L'intensità energetica del terziario si colloca, nel 2003, ad un livello 18,6 tep/milione €, che è un valore intermedio tra quelli delle regioni italiane, mentre l'intensità elettrica dello stesso settore è pari a 102,2 tep/milione €, anch'esso intermedio nel quadro italiano, vicino alla media del Nord Est. Se ne deduce che la rilevante terziarizzazione dell'economia laziale, e di quella romana in particolare, rimane di per sé un vantaggio per l'intensità energetica e di emissioni (un effetto favorevole di struttura produttiva), ma la relativamente maggior intensità energetica del settore compensa in parte tale vantaggio ai fini dell'efficienza complessiva del sistema energetico ed emissivo.

L'elemento forse più caratterizzante, in senso negativo, è tuttavia l'intensità energetica del sistema trasporti, che riflette anche il tasso di motorizzazione molto elevato prevalente in Lazio. In questo settore, la regione presentava nel 2003 una intensità di 50,7 tep/milione € di PIL, che è uno dei valore più alti tra le regioni italiane, superiore alla media nazionale e confrontabile con un valore di 33,4 della Lombardia.

Infine, tra i tratti caratterizzanti del sistema laziale, vi è la forte produzione elettrica, prevalentemente termoelettrica (96% del totale), attualmente basata sul gas per il 60% del totale. Il Lazio è una delle regioni con la maggiore potenza da produzione, 5.111 MW, seconda solo alla Lombardia e pari a quasi l'11% del totale nazionale, ed ha una produzione superiore al fabbisogno regionale dando luogo a significative esportazioni nette inter-regionali

(ENEA, 2006)²⁴. Le capacità regionali potrebbero ulteriormente aumentare in futuro, date le numerose domande per nuove centrali o ampliamenti giacenti presso il Ministero dell'Industria.

La favorevole intensità energetica al Lazio, con le limitazioni descritte, non si traduce automaticamente in un corrispondente vantaggio di efficienza di emissione, che in alcuni casi non riflette i bassi requisiti energetici del sistema regionale. In particolare, secondo ENEA (2006), nel 2002 l'intensità regionale di emissioni di CO₂ rispetto al PIL era di 387,6 tCO₂/m€, che è inferiore alla media italiana (433 tCO₂/m€) ma si tratta di un valore intermedio rispetto alla gamma dei valori regionali²⁵. Soprattutto, guardando all'efficienza di emissioni del consumo di energia, il Lazio aveva nel 2002 un valore di 3,11 tCO₂/tep di consumo interno lordo, che è un valore molto superiore a quello medio italiano (2,62) e inferiore solo a quello di Sicilia, Sardegna e Puglia. Tale scostamento negativo sembra sintetizzare l'effetto congiunto di una forte presenza di produzione termoelettrica (non necessariamente a bassa efficienza di emissione), di un settore trasporti particolarmente energivoro e a bassa efficienza di emissione, e di un terziario non particolarmente efficiente in termini sia di consumo energetico sia di emissioni²⁶.

Rispetto a tale quadro, la nostra analisi *shift share* tende ad offrire alcune conferme ed alcune qualificazioni, ricordando che la nostra è un'analisi in termini 'relativi', cioè sui differenziali di efficienza tra Lazio e Italia e sulla loro interpretazione²⁷. Per tutti i tipi di emissioni comprese della NAMEA, la somma delle tre componenti di shift share indica per il Lazio un vantaggio (maggiore efficienza) rispetto alla media nazionale. Tuttavia, leggendo ciascuna dei tre effetti identificati dalla shift share, notiamo invece alcuni elementi di criticità 'negativa' per la regione.

Innanzitutto, considerando l'effetto di composizione settoriale del sistema economico laziale, esso risulta non premiante in termini di efficienza per le emissioni di CO₂, SO_x e NO_x, vale a dire che per esse la composizione settoriale dell'economia laziale è relativamente sfavorevole. Ciò può riflettere, a livello di settori produttivi, il notevole peso della produzione termoelettrica regionale. Inoltre, anche se il Lazio risulta in complesso molto 'terziarizzato', ciò non sembra determinare di per sé un vantaggio decisivo rispetto alla media italiana a causa di una relativa inefficienza di emissione dei servizi su cui torneremo. Per la maggior parte degli inquinanti, infatti, è il secondo effetto isolato dalla shift share, quello di efficienza specifica dei settori, a dominare quantitativamente sul primo effetto, quello di composizione settoriale. In termini di efficienza specifica, infatti, solo nel caso dei Composti Organici Volatili non Metanici il Lazio risulta meno efficiente della media nazionale.

Nel complesso, quindi, l'efficienza relativa del Lazio rispetto all'Italia è maggiormente spiegata da una effettiva minore intensità di emissioni per unità di valore aggiunto più che da

²⁴ La potenza complessiva installata nei cinque impianti termoelettrici laziali risulta di 8.530 MW (ARPA Lazio, 2005).

²⁵ Il dato ENEA di intensità di emissioni di CO₂ sul PIL per il 2002 si riferisce a tutto il sistema economico e tutte le fonti di emissione, ed è maggiore di quello dell'intensità sul valore aggiunto calcolabile attraverso NAMEA Lazio 2000 per i settori produttivi corrispondenti ai codici A-P (tab. 2).

²⁶ Le analisi presentate in ARPA Lazio (2005) indicano peraltro che i trasporti stradali costituiscono la prevalente fonte di emissione per la quasi totalità degli inquinanti, mentre gli impianti termoelettrici rappresentano la principale fonte regionale di composti solforati (tra il 57% e il 62%) e una fonte rilevante di PM₁₀ e NO_x, oltre che naturalmente di CO₂.

²⁷ Inoltre, ricordiamo ancora una volta che le nostre analisi riguardano solo il sistema produttivo compreso in NAMEA ed escludono, per le ragioni descritte, le emissioni da trasporti e riscaldamento connessi ai 'consumi delle famiglie'. Non ci offrono quindi indicazioni confrontabili, ad esempio, con la centralità del settore trasporti privati nel sistema delle emissioni regionali emergente dagli altri studi citati.

una composizione settoriale del sistema economico premiante in termini di emissioni prodotte. A confermare tale ruolo dell'efficienza specifica di emissione per quella media complessiva, la covarianza tra i due effetti, quello di composizione settoriale e quello di efficienza specifica (effetto *a* 'allocativo' della shift share), è positiva per CO, NH₃, Pb, PM₁₀, il che significa che il Lazio non è caratterizzato da una specializzazione nei settori dove maggiore è il suo differenziale premiante in termini di emissioni rispetto alla media italiana. Questo è vero in modo particolare per le emissioni di PM₁₀. Vi è quindi un'ulteriore possibilità di aumentare il gap positivo incrementando o stabilizzando la specializzazione nei settori relativamente più efficienti. Per gli altri inquinanti, invece tale effetto 'allocativo' appare favorevole al Lazio.

L'analisi shift share disaggregata per (i) manifattura, (ii) servizi e per (iii) attività estrattive, energia e costruzioni, fa emergere alcuni interessanti elementi aggiuntivi.

I differenziali di efficienza totali, per tutti gli inquinanti, permangono a favore del Lazio in ogni settore. Tuttavia, *relativamente al vantaggio* osservato per la media regionale, si nota che il ranking dei macrosettori nel contribuire a tale vantaggio regionale è (1) attività estrattive, energia e costruzioni, (2) manifattura, (3) servizi. In particolare, questi ultimi non presentano emissioni per le quali la loro efficienza sia maggiore rispetto alla media calcolata per il Lazio²⁸. Tale risultato, che conferma indirettamente e riflette quanto evidenziato in precedenza su una relativamente alta intensità energetica dei servizi laziali rispetto ad altre regioni, può avere implicazioni rilevanti in una regione a forte 'terziarizzazione', in cui ha ruolo centrale una città come Roma che è 'terziaria' per eccellenza²⁹.

Per converso, gli 'altri settori industriali', e al loro interno il settore 'produzione e distribuzione di energia elettrica, gas, vapore e acqua', sembrano essere i principali driver settoriali della efficienza relativa del Lazio nelle emissioni dei principali inquinanti, tra i quali CO₂, CH₄, SO_x, NO_x, PM₁₀. Ciò sembrerebbe in contrasto con notevole peso relativo della produzione termoelettrica da fonti fossili nel sistema energetico ed emissivo laziale evidenziato dagli altri studi citati. Va tuttavia ricordato che gli indicatori qui elaborati sono di tipo 'relativo' (differenziale Lazio-Italia). Inoltre si riferiscono ad una intensità di emissione (efficienza) sul valore aggiunto, e sono relativi all'intero settore E ('produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua'). Il nostro risultato non significa quindi necessariamente che le centrali elettriche laziali abbiano un'elevata efficienza di emissione a livello tecnico-impiantistico. Significa soltanto che il settore E contribuisce positivamente, più di altri settori regionali, al positivo differenziale di efficienza del Lazio rispetto all'Italia. Infine, per alcuni inquinanti, in particolare N₂O e soprattutto NH₃, sembra emergere un ruolo positivo del settore agricolo del Lazio, che è associato ad un vantaggio di efficienza per questi due inquinanti.

Il nostro primo esercizio suggerisce quindi che, anche con una sola NAMEA regionale è possibile mettere in luce aspetti del sistema regionale di emissioni potenzialmente interessanti per le politiche. Ovviamente, la disponibilità di un set più esteso di NAMEA regionali, sia nel tempo sia nello spazio, permetterebbe di approfondire il tipo di analisi qui sviluppato. In particolare, permetterebbe di caratterizzare l'evoluzione temporale dei tre effetti identificati dalla shift share, separando l'evoluzione dei fattori di struttura produttiva, oggetto delle

²⁸ Sei e tre sono invece i casi di emissioni associate ad una maggiore efficienza, per le altre due aggregazioni.

²⁹ Da elaborazioni qui non presentate, svolte su un database di indicatori per 40 città europee dal 1975 al 2005, Roma emerge come una delle città europee con la più alta quota dei servizi nel valore aggiunto, strutturalmente e stabilmente superiore a quella di capitali come Londra e Parigi, e notevolmente superiore a quella di Milano.

³¹ Entrambe tali attività di emissione, per le componenti riferibili ai 'consumi delle famiglie' nella NAMEA, sono escluse da questa analisi per ragioni più volte ricordate.

politiche regionali di viluppo, dall'evoluzione degli effetti di efficienza pura, collegabili allo stato delle tecnologie e della regolamentazione e quindi oggetto delle politiche ambientali. Permetterebbe in tal modo anche di entrare nel framework teorico ed empirico delle dinamiche di 'decoupling' associate alle analisi sulle curve di Kuznets ambientali (si veda, ad esempio, Mazzanti e Zoboli, 2005).

Sotto il profilo delle distribuzioni spaziali delle emissioni, a cui si è rivolto il nostro secondo esercizio, l'immagine 'media' del Lazio è dominata dalla grande concentrazione di emissioni nel territorio della Capitale, anche se gli inventari provinciali APAT mettono in evidenza che vi sono altre aree della regione in cui si addensano processi emissivi di un qualche rilievo (vedi ARPA Lazio, 2005). Inoltre, le analisi di De Lauretis e Liburdi (2004) sulla Città di Roma in confronto con altre grandi città italiane, mettono in luce un evidente ruolo centrale, quasi dominante, del traffico veicolare urbano nel generare la maggior parte delle emissioni di COVNM, benzene, NO_x, PM₁₀ nella Capitale, in modo relativamente più forte di quanto non avvenga nelle altre grandi città considerate. Il clima favorevole, invece, fa sì che le emissioni da riscaldamento abbiano un ruolo minore rispetto al traffico e, escludendo le emissioni di SO_x, per tale settore Roma ha un certo vantaggio rispetto ad altre città³¹.

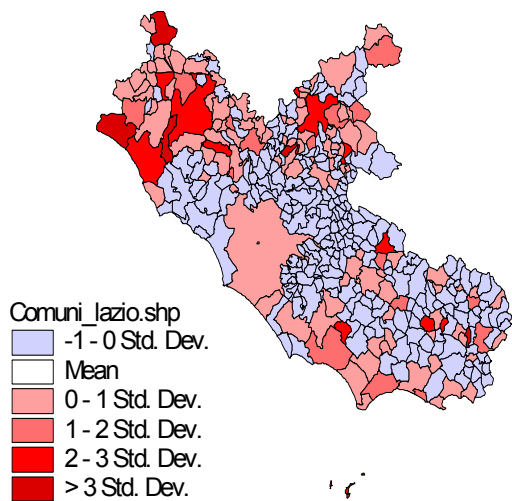
I risultati delle nostre stime di distribuzione e concentrazione spaziale, condotte nella logica dei coefficienti settoriali di emissione ricavabili da NAMEA e della localizzazione delle attività produttive ricavabili dai censimenti, confermano ovviamente una centralità di Roma anche per le emissioni derivanti da attività produttive e non solo da traffico e riscaldamento. Tuttavia mettono in luce che, per alcune tipologie di emissione, in alcuni Sistemi Locali del Lavoro laziali vi sono altri *hot-spot* di emissioni definiti dalla localizzazione concentrata o puntuale di alcune attività produttive, ad esempio la produzione termoelettrica e il comparto delle ceramiche.

E' importante notare che la caratterizzazione di tali *hot spot*, mono- o multi-settoriali, fatta in questo lavoro è di tipo 'relativo' e 'indiretto', cioè definita relativamente al resto del territorio laziale e assumendo che nelle attività produttive locali prevalgano gli standard di emissione medi regionali del settore in questione. Ciò definisce anche un possibile campo di utilità del nostro tipo di analisi. Mentre in alcuni casi la caratterizzazione e misurazione di tali *hot spot* può essere (meglio) compiuta, e viene di fatto compiuta, per osservazione diretta 'sul posto' della singola fonte emissiva, ad esempio centrali termo-elettriche, in altri casi ciò non può essere fatto o è molto 'costoso'. Il tipo di elaborazioni qui sviluppato, a partire da NAMEA regionale, può quindi supplire alla impossibilità di osservazione/misurazione diretta, oppure può integrare le analisi dirette localizzate, o può rappresentarne un termine di confronto definendo l'emissione media che ci si attende in quell'area in base alle attività produttive là localizzate. Inoltre, la mappatura qui proposta, legata com'è alla distribuzione spaziale delle attività produttive settoriali e ai coefficienti medi di emissione, può fornire un ingrediente di facile costruzione sia per modelli di emissione-trasporto-concentrazione di inquinanti su ampia scala, sia per esercizi simulativi riguardanti possibili cambiamenti della composizione settoriale dei sistemi produttivi locali, dei coefficienti tecnici di emissione e della localizzazione di (nuove) attività produttive. Ciò appare particolarmente interessante nella prospettiva di futura adozione e implementazione della Direttiva cosiddetta CAFE sulla qualità dell'aria e della 'Strategia tematica sull'inquinamento atmosferico' del 2005 (European Commission, 2005a e 2005b), che prospettano un notevole aumento dei requisiti di efficienza emissiva per la maggior parte delle attività economiche.

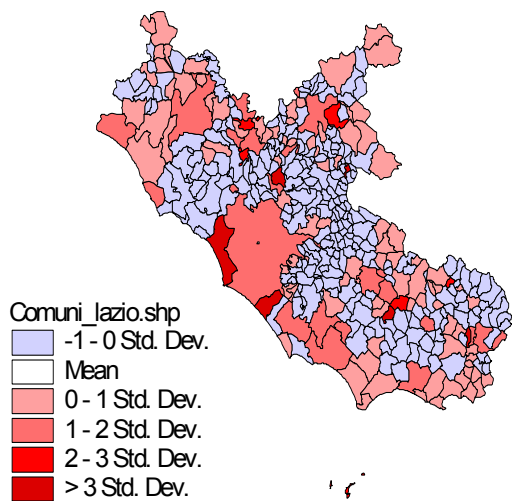
Riferimenti bibliografici

- APAT CTN-ACE (2004), *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni*, Roma.
- ARPA Lazio (2005), *Rapporto sullo stato dell'ambiente del Lazio 2004*, Roma.
- De Lauretis R., Liburdi R. (2004), Emissioni in atmosfera nelle aree urbane, in APAT, *I° Rapporto APAT sulla qualità dell'ambiente urbano*, Roma.
- Dunn E.S. (1960) A statistical and analytical technique for regional analysis. *Papers and proceedings of the regional Science Association*, vol.6, pp.97-112.
- ENEA (2006), *Rapporto energia e ambiente 2005*, ENEA, Roma.
- Esteban J. (1972), A reinterpretation of shift share analysis. *Regional and urban economics*, vol.2, pp.249-261.
- Esteban J. (2000), Regional convergence in Europe and the industry mix: a shift-share analysis, *Regional Science and Urban Economics*, vol.30, pp.353-64.
- European Commission (2005a), *Thematic Strategy on air pollution*, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2005) 446 final.
- European Commission (2005b), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe, COM(2005) 447 final.
- Femia A. (2000), Trasporti ed emissioni atmosferiche, DCPT – Servizio Ambiente, UO Contabilità Ambientale, Istat, Roma.
- Femia A., Hinterberger F., Luks F. (2001), Ecological Economic Policy for Sustainable Development: Potential and Domains of Intervention for Delinking Approaches, *Population and Environment*, 23, 157-174.
- Hettige H., Martin P., Singh M., Wheeler D. (1995), *The Industrial Pollution Projection System*, Working Paper Series, No. 1431, Development Research Group, The World Bank, Washington, D.C.
- Istat (2005), *Contabilità ambientale e sviluppo. Rapporto finale*, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale, Contabilità Ambientale, novembre 2005.
- Mazzanti M. Zoboli R. (2005), Delinking and Environmental Kuznets Curves for Waste Indicators in Europe, *Environmental Sciences*, vol.2, n.4, pp.409-425.
- Montini A., Zoboli R. (2004), Environmental Impact and Innovation in Industrial Districts, in Cainelli G., Zoboli R. (eds.), *The Evolution of Industrial Districts*, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Regione Lazio (2001), Piano energetico della Regione Lazio, DCR 14 febbraio 2001, n. 45, Roma.
- Wackernagel M., McIntosh J., Rees W. E., Wollard R. (1993), How Big is Our Ecological Footprint? *Task Force on Planning Healthy and Sustainable Communities Report*, University of British Columbia, Vancouver B.C., Canada.

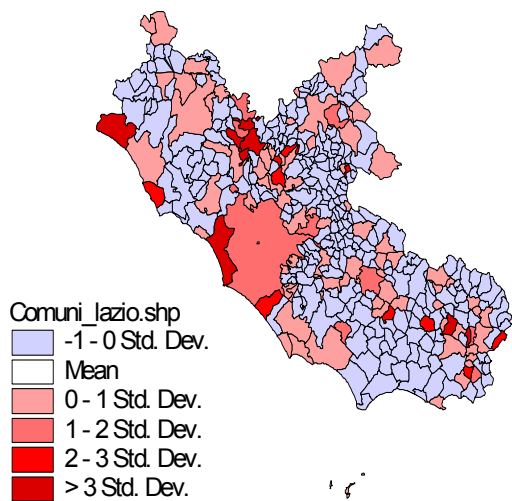
CH4_pop



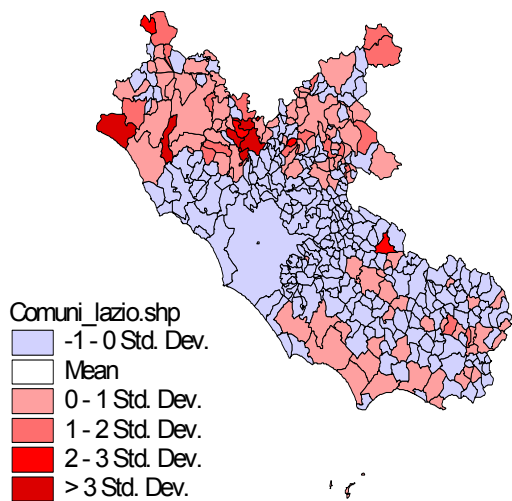
CO_pop



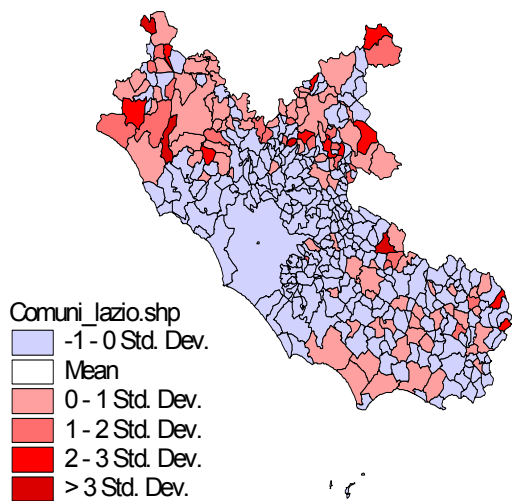
CO2_pop



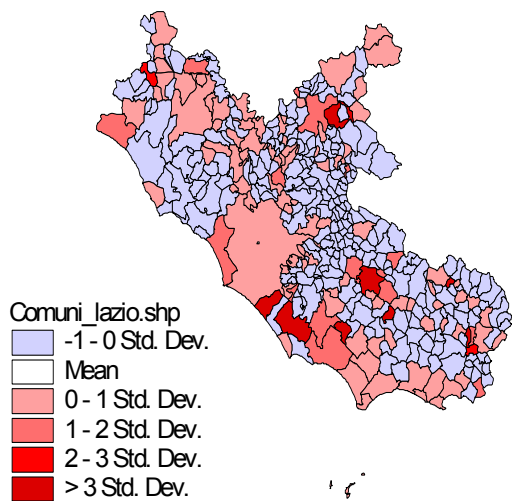
N2O_pop



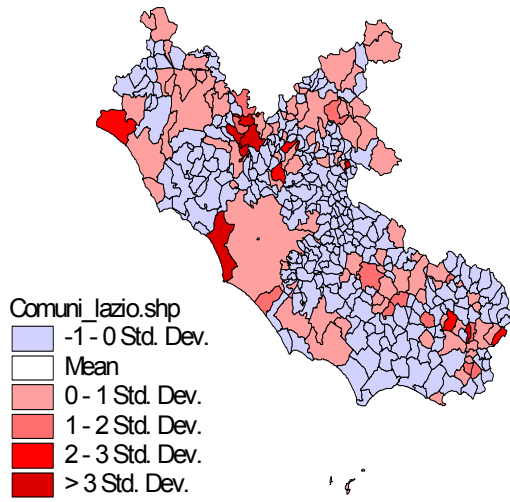
NH3_pop



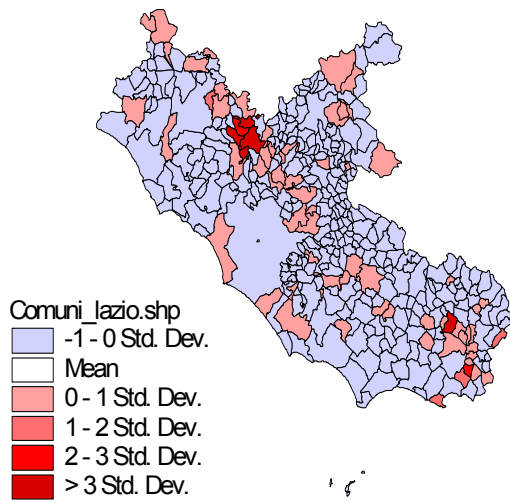
NMVOC_pop



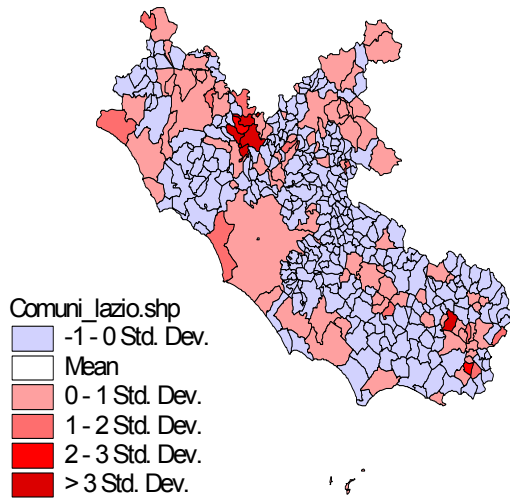
NOx_pop



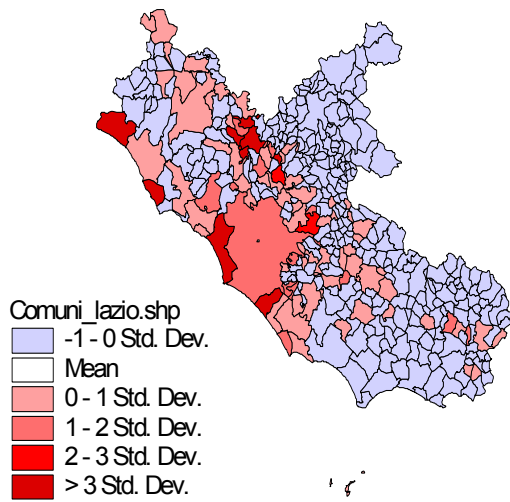
PB_pop



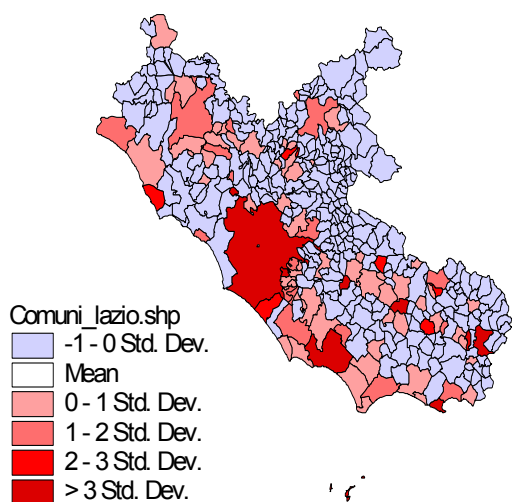
PM10_pop



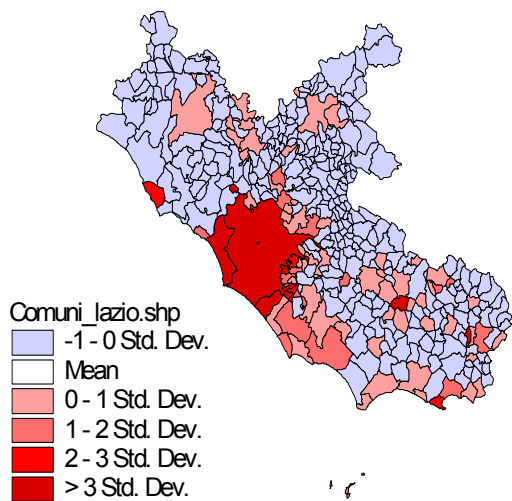
SOx_pop



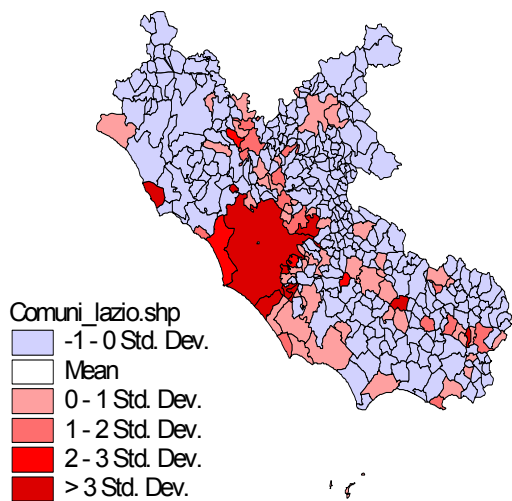
CH4_sup



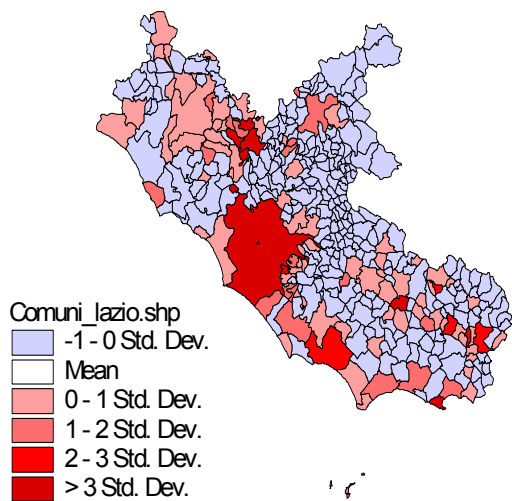
CO_sup



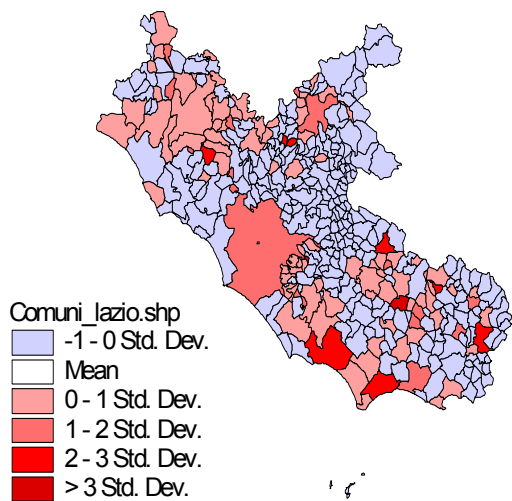
CO2_sup



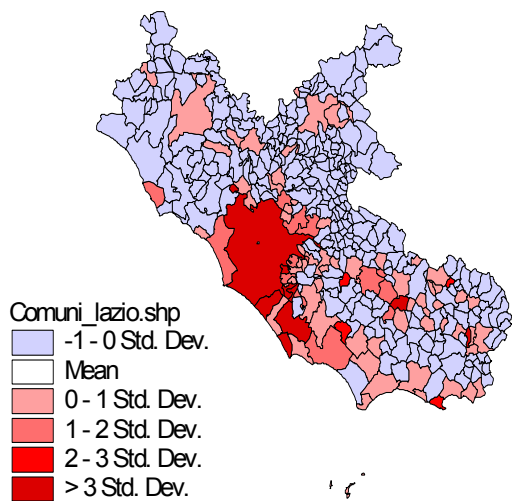
N2O_sup



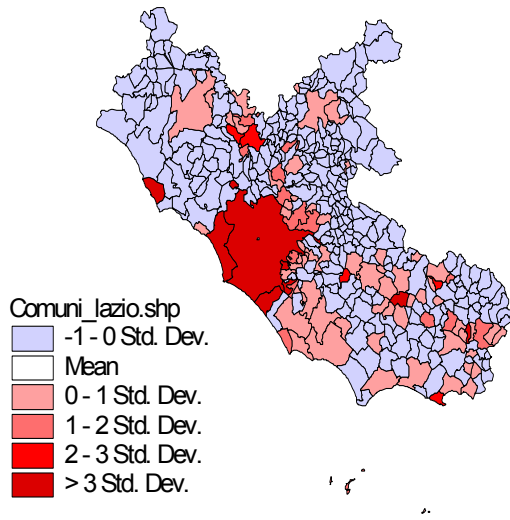
NH3_sup



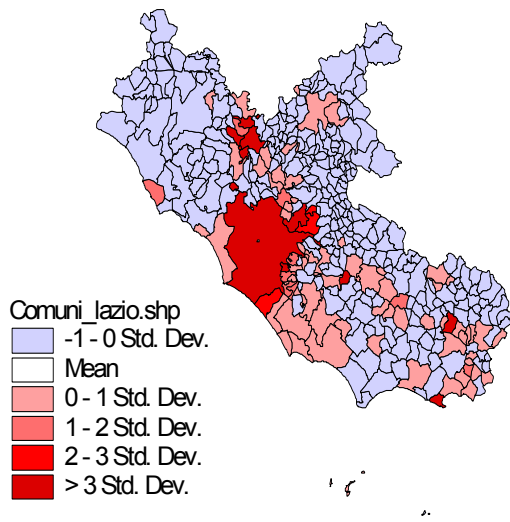
NMVOC_sup



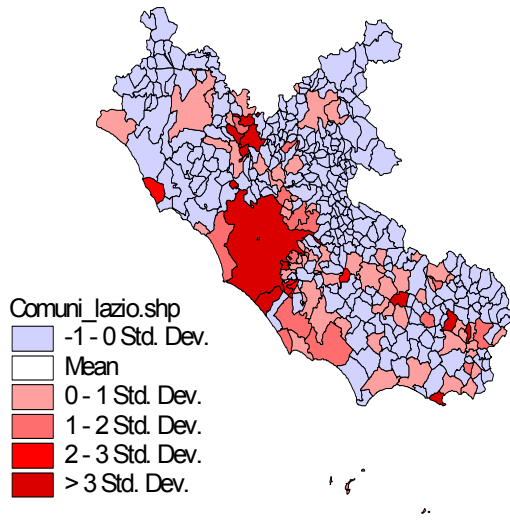
NOx_sup



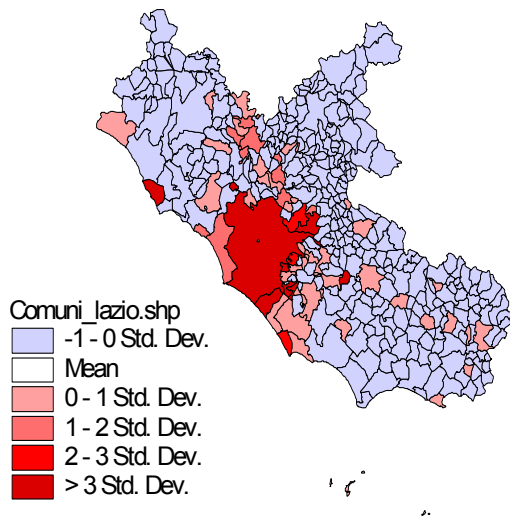
Pb_sup



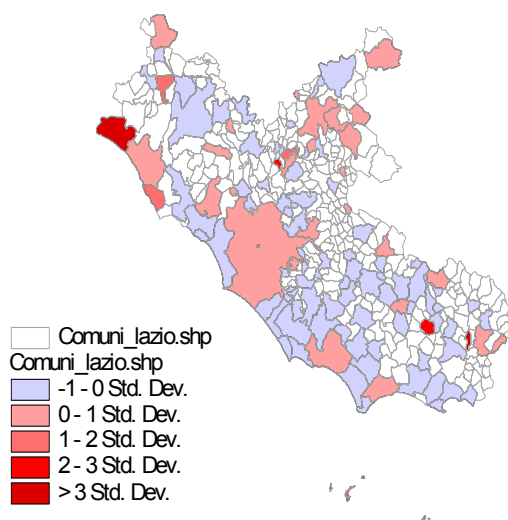
PM10_sup



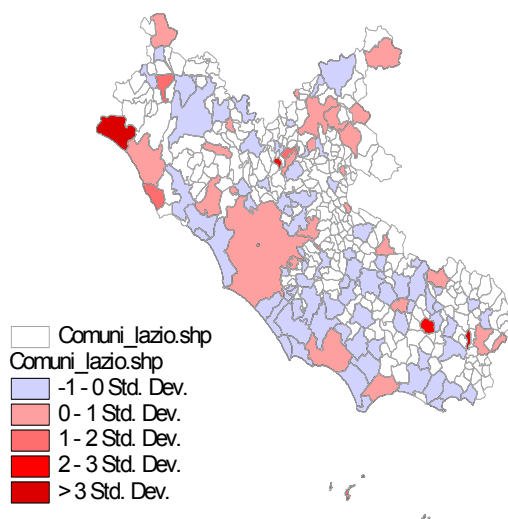
SOx_sup



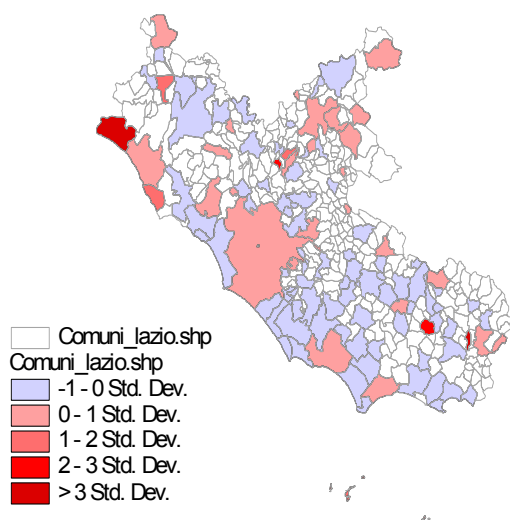
Energia_CO2_pop



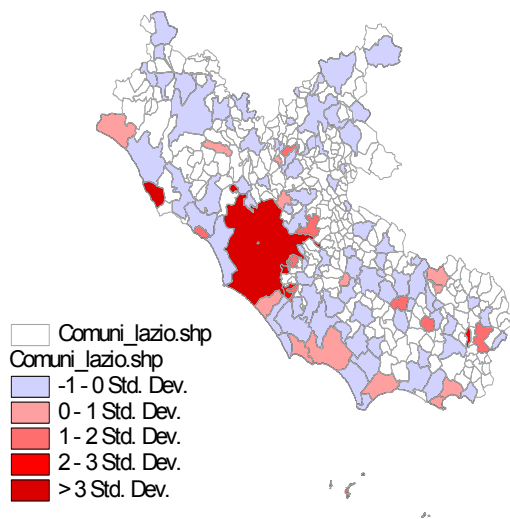
Energia_NOx_pop



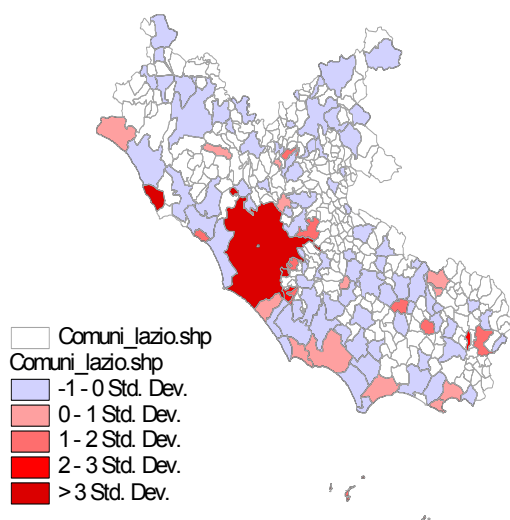
Energia_SOx_pop



Energia_CO2_sup



Energia_No_x_sup



Energia_SO_x_sup

