

# **LO STATO DELL'AMBIENTE IN SICILIA**

**MISURE STATISTICHE E INDICATORI  
DI QUALITÀ AMBIENTALE**



## **LO STATO DELL'AMBIENTE IN SICILIA**

MISURE STATISTICHE E INDICATORI  
DI QUALITÀ AMBIENTALE

ISBN 978-88-458-1754-0

© 2013  
Istituto nazionale di statistica  
Via Cesare Balbo, 16 - Roma

Salvo diversa indicazione la riproduzione è libera,  
a condizione che venga citata la fonte.

Immagini, loghi (compreso il logo dell'Istat),  
marchi registrati e altri contenuti di proprietà di terzi  
appartengono ai rispettivi proprietari e  
non possono essere riprodotti senza il loro consenso.

DISTRIBUITO DA  
**STEALTH**  
BY SIMPLICISSIMUS BOOK FARM

## INDICE

Pag.

<b>Indice</b>	3
<b>Prefazione</b>	7
<b>Capitolo 1 – Gli indicatori ambientali delle città siciliane: un confronto temporale dal 2000 al 2011</b>	9
1.1 Introduzione .....	9
1.2 Acqua .....	9
1.2.1 <i>La depurazione delle acque reflue</i> .....	11
1.3 Aria .....	12
1.4 Consumo di gas metano .....	13
1.5 Consumo di energia elettrica .....	14
1.6 Raccolta di rifiuti .....	14
1.7 Domanda di trasporto pubblico .....	17
Glossario .....	19
Riferimenti bibliografici .....	21
<b>Capitolo 2 – La classificazione dei comuni capoluogo di provincia secondo un insieme di dati misto</b>	23
2.1 Introduzione .....	23
2.2 I dati .....	23
2.3 Metodologia applicata .....	24
2.3.1 <i>L'algoritmo PAM</i> .....	24
2.4 I cluster delle variabili quantitative .....	24
2.4.1 <i>La descrizione dei gruppi</i> .....	25
2.5 I cluster delle variabili qualitative .....	26
2.5.1 <i>La descrizione dei gruppi</i> .....	27
2.6 L'approccio combinato .....	27
2.6.1 <i>La descrizione dei gruppi</i> .....	27
Riferimenti bibliografici .....	29
<b>Capitolo 3 – Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno</b>	31
3.1 Introduzione .....	31
3.2 Normativa di qualità dell'aria .....	31
3.3 Le aree di studio .....	33
3.3.1 <i>Palermo</i> .....	33
3.3.2 <i>Livorno</i> .....	34
3.4 Le reti di monitoraggio della qualità dell'aria .....	36
3.5 Emissioni in atmosfera .....	38
3.6 Trend di qualità dell'aria .....	42
3.6.1 <i>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</i> .....	42

3.6.2 <i>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</i> .....	44
3.6.3 <i>Monossido di carbonio (CO)</i> .....	46
3.6.4 <i>Ozono (O<sub>3</sub>)</i> .....	47
3.6.5 <i>PM<sub>10</sub></i> .....	48
3.6.6 <i>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</i> .....	50
Riferimenti bibliografici .....	51
<b>Capitolo 4 – L'inquinamento elettromagnetico in Sicilia e i rischi sulla salute umana. Un'analisi multivariata</b>	53
4.1 Introduzione .....	53
4.2 Le fonti di campi elettromagnetici .....	53
4.3 Il quadro normativo .....	54
4.4 Effetti sulla salute umana .....	56
4.5 Indicatori di monitoraggio dei campi elettromagnetici in Sicilia .....	57
4.5.1 <i>Indicatore di pressione: Densità impianti per radiotelecomunicazione</i> .....	58
4.5.2 <i>Indicatore di pressione: Lunghezza linee elettriche</i> .....	59
4.5.3 <i>Indicatore di stato: Superamenti limiti di emissione degli impianti RF</i> .....	61
4.5.4 <i>Indicatore di risposta: Numero di interventi di controllo su sorgenti di campo RF e ELF</i> .....	62
4.5.5 <i>Indicatore di risposta: Monitoraggio in continuo su sorgenti di campo RF e ELF</i> .....	63
4.6 Analisi multivariata ACP a livello regionale .....	65
Glossario .....	70
Riferimenti bibliografici .....	73
<b>Capitolo 5 – Qualità dell'ambiente misurata e percepita: due indagini a confronto</b>	75
5.1 Introduzione .....	75
5.2 Cenni sull'indagine "Dati ambientali nelle città" e sull'Indagine "Multiscopo sulle famiglie" .....	75
5.3 La tematica "Rifiuti" .....	76
5.4 La tematica "Acqua" .....	79
5.5 La tematica "Aria" .....	81
5.6 La tematica "Trasporti" .....	83
Glossario .....	87
Riferimenti bibliografici .....	88
<b>Capitolo 6 – Le imprese in Sicilia: performance economica e impatto ambientale</b>	89
6.1 Introduzione .....	89
6.2 La regione Sicilia e le sue imprese: dati disponibili .....	89
6.3 Rappresentazione spaziale dei dati .....	91
6.4 Risultati .....	93
6.5 La Sicilia nel contesto del bacino mediterraneo: il problema dell'acqua .....	102
Glossario .....	106
Riferimenti bibliografici .....	107

<b>Capitolo 7 – EMAS e impronta ambientale: strumenti di qualificazione ambientale per gli Enti locali</b>	109
7.1 Introduzione .....	109
7.2 Perché un percorso di qualificazione ambientale per gli enti locali ...	109
7.3 Gli strumenti di qualificazione: EMAS e l'impronta ambientale .....	111
7.4 La certificazione ambientale dei Comuni .....	112
7.4.1 <i>I requisiti necessari per ottenere la certificazione ambientale</i> .....	112
7.4.2 <i>I costi e i benefici di un sistema di gestione ambientale per un Comune</i> .....	113
7.4.3 <i>L'integrazione di EMAS con altri strumenti di pianificazione e gestione ambientale</i> .....	114
7.5 L'impronta ambientale di un Comune .....	115
7.5.1 <i>Come si può calcolare l'impronta ambientale di un Comune</i> .....	116
7.5.2 <i>Esperienze di calcolo dell'impronta ambientale</i> .....	116
7.6 Gli aspetti comuni dei percorsi di qualificazione: i programmi di miglioramento e la comunicazione .....	117
Riferimenti bibliografici .....	119



## PREFAZIONE

Tra gli obiettivi strategici dell'Istat grande rilievo assume quello della crescita dell'offerta e della qualità dell'informazione statistica territoriale: il presente lavoro, inserendosi nel quadro della cooperazione interistituzionale volta a garantire l'integrazione delle statistiche Istat con quelle di altri enti Sistan, trova adeguato inserimento in questo ambito.

Lo sviluppo delle basi informative sull'ambiente è in forte espansione e la domanda di informazione statistica è sempre più strutturata e orientata ai contesti urbani, anche su indicazione delle istituzioni europee.

L'attenzione della sede territoriale Istat per la Sicilia nei riguardi delle statistiche sull'ambiente è testimoniata dalla realizzazione di diverse iniziative sia sul fronte della diffusione, con la redazione di alcuni volumi sulle tematiche delle statistiche territoriali, sia sul fronte della formazione e comunicazione con l'attività in itinere relativa alla progettazione e implementazione di una piattaforma di formazione a distanza sulla rilevazione dell'ambiente nelle città.

Il percorso, già intrapreso alcuni anni fa, ha fatto sì che si rivolgesse un'attenzione particolare alle tematiche ambientali attraverso l'adozione di strumenti di controllo e monitoraggio della qualità del dato, volti a mantenere un contatto diretto con gli organi della rete.

Inoltre, la realizzazione e divulgazione nel tempo di alcuni volumi come l'Atlante socio-economico della Sicilia, il primo repertorio statistico dei comuni della Sicilia e le pubblicazioni provinciali di Trapani, Ragusa, Messina ed Enna in cifre hanno valorizzato l'informazione statistica territoriale e, nello specifico, ambientale. In particolare, in prodotti come il Repertorio e l'Atlante sono stati presentati numerosi indicatori per l'area tematica ambiente e territorio che hanno rappresentato, attraverso tabelle e cartografie a livello di singolo comune della Sicilia, lo stato dell'ambiente sotto diversi profili: infrastrutture, zona altimetrica, densità e urbanizzazione, edifici e abitazioni, ruralità, incendi, parco automobilistico, rifiuti urbani ed aree costiere. In pubblicazioni di carattere provinciale, invece, come ad esempio *Messina in cifre*, si è fatto esplicito riferimento a tavole statistiche rielaborate secondo una chiave di lettura più innovativa e coerente con il framework Eurostat dello "Sviluppo sostenibile". Le tematiche dell'ambiente, della mobilità sostenibile, della salute pubblica e dell'inclusione sociale sono state esplorate attraverso un set di indicatori su base comunale o provinciale.

In questo contesto di diffusione si inserisce il presente volume con il quale si intende continuare il percorso già tracciato nel 2011 con la presentazione degli *Atti del Convegno di Caltanissetta* su "Indicatori ambientali, la ricerca e la nuova imprenditoria per la sostenibilità ambientale".

Il core del rapporto si riferisce ad una analisi in chiave geografica e temporale dei dati relativi all'indagine "Dati ambientali nelle città", effettuata annualmente dall'Istat a partire dal 2000, che raccoglie informazioni ambientali relative ai comuni capoluogo di provincia.

Il volume è a cura di Giuseppe Lecardane, Istat Ufficio territoriale per la Sicilia

La prefazione è a cura di Anna Pia Mirto e Giuseppe Lecardane, Istat Ufficio territoriale per la Sicilia



Il testo intende rispondere a due principali obiettivi: da una parte promuovere la diffusione dei dati offerti al Paese sulla qualità dell'ambiente e, dall'altra parte, testimoniare il dibattito che studiosi ed esperti cultori della materia contribuiscono ad alimentare con la realizzazione di nuovi progetti di ricerca scientifica. Si intende, in particolare, offrire una base informativa alla comunità scientifica, politica e imprenditoriale per approfondire alcuni aspetti inerenti alla valutazione ambientale nel territorio in termini metodologici e di applicazione delle procedure.

Il volume, ideato e curato da Giuseppe Lecardane ricercatore Istat, arricchisce l'ampia e articolata produzione dell'Istituto mediante l'individuazione di indicatori, aggiornati e puntuali, per la diffusione e comunicazione dell'informazione statistica in ambito ambientale, permettendo anche di cogliere, sotto diversi profili, la collocazione della Sicilia nel contesto nazionale, rilevando anche le differenze che sussistono tra le diverse regioni.

Sono stati approfonditi i seguenti argomenti: gli indicatori ambientali urbani, l'inquinamento elettromagnetico e i rischi sulla salute umana, il confronto della qualità dell'aria tra due città costiere di Palermo e Livorno, la percezione delle famiglie italiane sui problemi ambientali, gli strumenti di gestione ambientale utilizzati dalle pubbliche amministrazioni, la risposta imprenditoriale alla sostenibilità ambientale. Il volume riunisce i contributi dell'Istituto di biometeorologia del Cnr di Firenze, della FAO – Statistic Division di Roma, di Ambiente Italia di Milano e dell'Istat di Roma, Firenze e Palermo, che arricchiscono il vasto e articolato panorama dell'offerta informativa del settore.



## 1. GLI INDICATORI AMBIENTALI DELLE CITTÀ SICILIANE: UN CONFRONTO TEMPORALE DAL 2000 AL 2011

### 1.1 Introduzione

L'Istituto nazionale di statistica dall'anno 2000 rileva i dati ambientali dei comuni capoluogo di provincia italiani.

L'indagine annuale "Rilevazione dati ambientali nelle città" consente di alimentare l'archivio relativo alle tematiche ambientali a livello locale e di fornire informazioni per monitorare lo stato dell'ambiente urbano e le iniziative delle istituzioni per la salvaguardia della qualità ambientale.

Il presente lavoro analizza i principali indicatori ambientali per le nove città capoluogo della regione Sicilia con confronti temporali e territoriali nel contesto nazionale.

### 1.2 Acqua

Il consumo medio nazionale giornaliero di acqua per uso domestico nel 2011 è di 175,4 litri per abitante (Tavola 1.1 e Figura 1.1). A livello nazionale, dal 2000 al 2011, si è assistito a una progressiva e costante riduzione del consumo di acqua per uso domestico. In Sicilia, nel 2011, tutti i comuni capoluogo, ad esclusione di Catania e Messina (230,3 e 211,7 litri per abitante al giorno), sono sotto il valore medio nazionale.

**Tavola 1.1 – Consumo di acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011**  
(litri per abitante al giorno)

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	199,9	202,7	198,3	191,3	191,3	192,4	193,6	187,1	186,9	185,8	185,5	162,6
Palermo	149,8	159,4	152,3	157,3	162,1	167,3	169,2	163,3	161,0	159,2	156,7	152,6
Messina	180,0	173,5	167,5	178,3	189,2	200,2	187,5	197,6	202,7	211,3	211,0	211,7
Agrigento (a)	106,4	114,7	104,2	103,6	96,7	100,6	100,8	97,4	97,5	97,1	96,9	96,2
Caltanissetta	100,9	102,0	103,4	121,0	121,2	123,1	123,1	120,5	120,4	137,6	137,3	132,1
Enna	164,6	165,1	162,3	158,8	161,1	160,4	160,7	155,3	146,2	140,7	134,3	134,8
Catania	225,7	226,4	222,5	216,4	219,5	218,6	219,0	224,1	224,2	220,5	223,3	230,3
Ragusa	194,2	194,8	191,4	179,5	178,3	163,5	163,9	148,1	157,3	145,5	145,2	132,5
Siracusa	187,2	187,7	184,5	180,5	183,1	182,4	182,0	176,6	177,3	163,9	177,4	169,9
ITALIA (b)	209,4	211,8	206,1	202,1	198,0	195,9	194,6	189,3	187,3	184,9	182,2	175,4

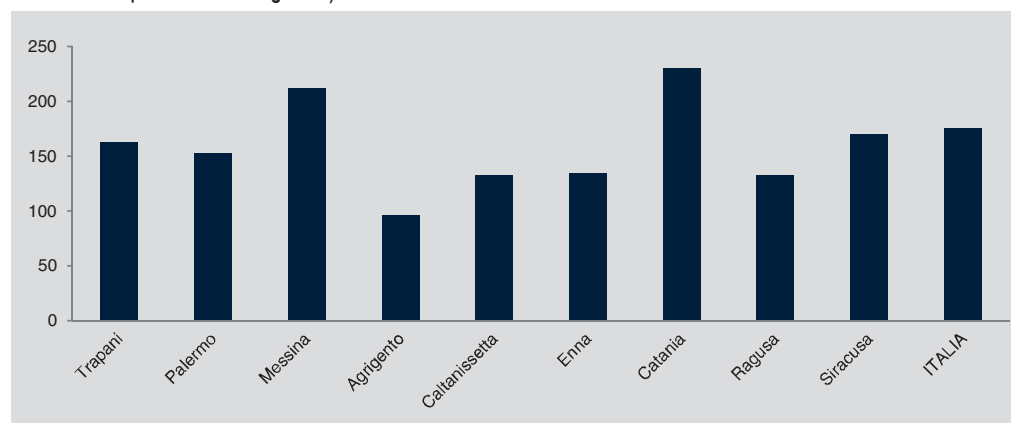
Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) Dato 2011 stimato.

(b) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia per i quali i dati sono disponibili.



**Figura 1.1 – Consumo di acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (litri per abitante al giorno)**



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

Dal 2000 al 2011 la città etnea presenta valori di consumo d'acqua costantemente più alti (222,5 litri consumo medio giornaliero) nell'Isola.

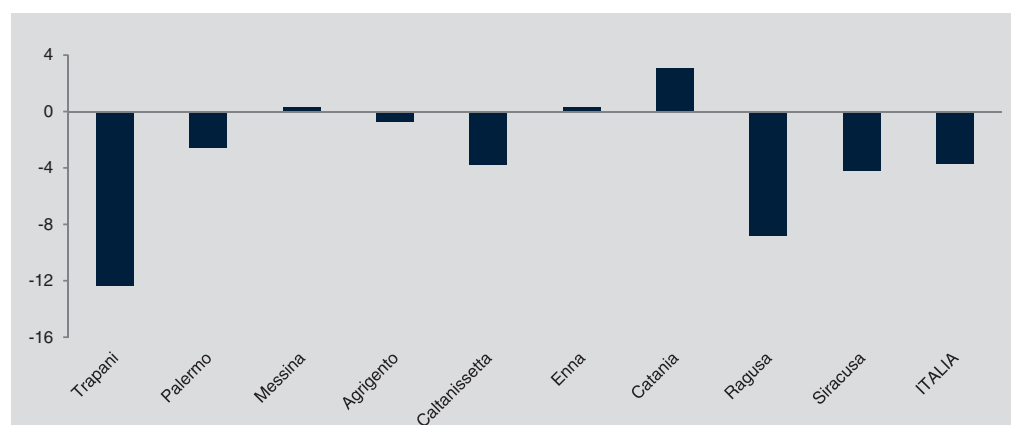
Agrigento, invece, è il capoluogo con i più bassi consumi (101 litri consumo medio giornaliero) raggiungendo, nell'ultimo anno di rilevazione, valori minimi rispetto al territorio nazionale con 96,2 litri per abitante al giorno.

**Tavola 1.2 – Consumo di acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (litri per abitante al giorno; variazioni percentuali)**

COMUNI	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	2008/07	2009/08	2010/09	2011/10
Trapani	1,4	-2,2	-3,5	0,0	0,6	0,6	-3,4	-0,1	-0,6	-0,1	-12,4
Palermo	6,4	-4,5	3,3	3,0	3,2	1,1	-3,5	-1,4	-1,2	-1,6	-2,6
Messina	-3,6	-3,5	6,5	6,1	5,8	-6,3	5,4	2,6	4,2	-0,1	0,3
Agrigento	7,8	-9,2	-0,6	-6,6	4,0	0,2	-3,4	0,1	-0,4	-0,1	-0,7
Caltanissetta	1,1	1,3	17,1	0,1	1,6	0,0	-2,1	-0,1	14,3	-0,2	-3,8
Enna	0,3	-1,7	-2,1	1,4	-0,4	0,2	-3,4	-5,8	-3,8	-4,5	0,3
Catania	0,3	-1,7	-2,7	1,4	-0,4	0,2	2,3	0,1	-1,7	1,3	3,1
Ragusa	0,3	-1,7	-6,2	-0,7	-8,3	0,2	-9,6	6,2	-7,5	-0,1	-8,8
Siracusa	0,3	-1,7	-2,1	1,4	-0,4	-0,2	-3,0	0,4	-7,6	8,2	-4,2
ITALIA	1,2	-2,7	-2,0	-2,0	-1,1	-0,6	-2,7	-1,0	-1,3	-1,4	-3,7

Fonte: Elaborazione su dati Istat

**Figura 1.2 – Consumo di acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (litri per abitante al giorno; variazioni percentuali)**



Fonte: Elaborazione su dati Istat

## 1. Gli indicatori ambientali delle città siciliane

11

In termini percentuali (Tavola 1.2 e Figura 1.2) tutti i comuni registrano una attenzione alla risorsa idrica con una correlata riduzione del consumo di acqua, ad eccezione di Catania in cui si assiste ad un aumento anche nell'ultimo anno (3,1 per cento).

### 1.2.1 La depurazione delle acque reflue

Per quanto riguarda la popolazione residente connessa a impianti di depurazione delle acque reflue, non si riscontrano variazioni di rilievo rispetto agli anni passati (Tavola 1.3 e Figura 1.3). Se confrontiamo i valori di Trapani nel periodo 2000-2011, la copertura del servizio di depurazione ha avuto un incremento considerevole di 73,4 punti percentuali. Relativamente alle altre città, sempre nello stesso periodo, si può osservare un costante e continuo incremento di popolazione servita da impianti di depurazione. La città di Agrigento, dopo aver toccato il suo massimo tra il 2006 e il 2008 con 85,0 per cento di popolazione servita da impianti di depurazione, nel 2011 registra una diminuzione netta di 22 punti (63 per cento di popolazione servita).

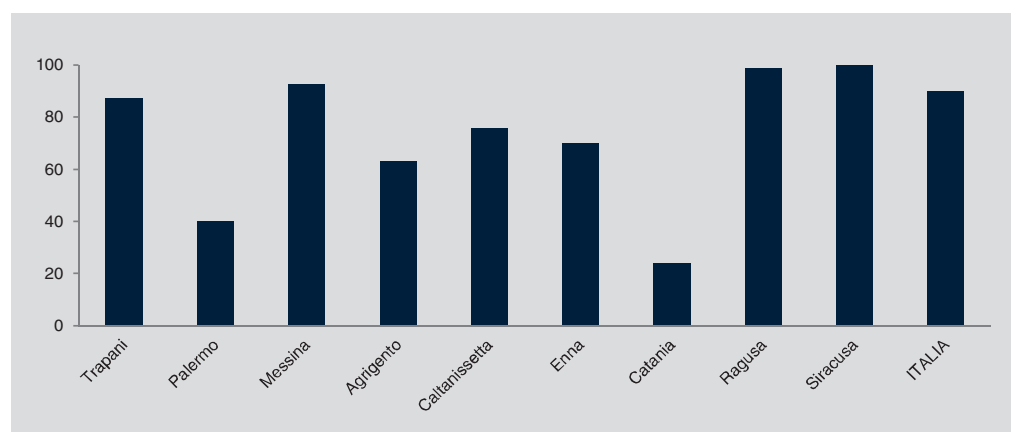
**Tavola 1.3 – Popolazione residente nel comune connessa a impianti di depurazione delle acque reflue urbane - Anni 2000-2011 (composizioni percentuali)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	14,0	14,0	70,0	70,0	-	-	71,0	71,0	80,0	87,4	87,4	87,4
Palermo	26,6	30,4	30,6	32,5	32,8	32,4	33,2	32,8	32,5	32,1	31,9	40,3
Messina	90,0	92,0	94,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	93,0	92,6	92,6	92,6
Agrigento	70,0	70,0	70,0	70,0	74,5	74,5	85,0	85,0	85,0	63,0	63,0	63,0
Caltanissetta	60,0	61,6	70,8	71,5	71,5	71,5	72,7	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0
Enna	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	70,0	69,9	69,8
Catania	18,0	18,0	18,8	20,6	23,0	23,0	21,0	23,0	23,0	25,0	24,6	24,1
Ragusa	80,0	85,0	98,0	98,0	93,0	94,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	98,6
Siracusa	80,0	86,0	91,0	92,0	88,0	88,0	88,0	88,0	93,0	93,0	100,0	100,0
ITALIA (a)	74,5	75,2	76,9	78,2	84,6	86,0	87,5	88,1	88,3	89,2	89,3	89,9

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia per i quali i dati sono disponibili.

**Figura 1.3 – Popolazione residente nel comune connessa a impianti di depurazione delle acque reflue urbane – Anno 2011 (composizioni percentuali)**



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

Il capoluogo di provincia con valori notevolmente inferiori rispetto agli altri comu-



ni siciliani è la città di Catania (24,1 per cento di popolazione servita), tra i più bassi registrati in Italia nel 2011; si attestano su valori peggiori solo la città d'Imperia (0,6 per cento, dato stimato) e quella di Benevento con il 18,5 per cento di popolazione residente connessa a impianti di depurazione delle acque reflue. Nel 2010 e 2011 a Siracusa il servizio di depurazione delle acque reflue raggiunge la totalità della popolazione residente, attestandosi al primo posto nella regione Sicilia.

### 1.3 Aria

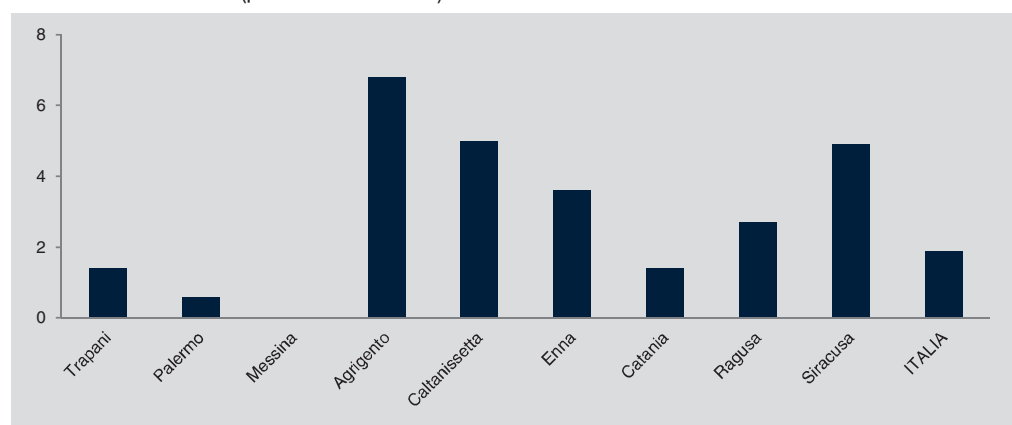
La qualità dell'aria che respiriamo, secondo la normativa nazionale, viene rilevata dai comuni mediante un sistema di stazioni fisse per il rilevamento degli agenti inquinanti. L'indicatore esaminato si riferisce al numero di centrali fisse di monitoraggio della qualità dell'aria per 100 mila abitanti (Tavola 1.4 e Figura 1.4) che nel 2011 ha registrato, per tutti i capoluoghi siciliani, valori in linea rispetto agli anni precedenti. In Italia per il 2011 si rileva un valore medio di 2 centraline fisse per 100 mila abitanti. In Sicilia le città di Palermo, Trapani e Catania si collocano al di sotto della media nazionale mentre il comune di Agrigento ne possiede il maggior numero. Infatti, si va da un minimo di circa una centralina ogni 100 mila abitanti per la città di Palermo a un massimo di circa 7 centraline per la città di Agrigento.

**Tavola 1.4 – Centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria per i comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (per 100 mila abitanti)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4
Palermo	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	0,9	0,6
Messina (a)	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	-	-
Agrigento	5,4	5,5	5,4	-	-	-	5,1	5,1	5,1	-	5,1	6,8
Caltanissetta	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Enna	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	3,6	3,6	3,6
Catania	5,0	5,2	4,2	4,2	4,6	4,6	5,0	4,3	4,7	4,7	1,4	1,4
Ragusa	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,4	2,7	2,7
Siracusa	-	-	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,9
ITALIA (b)	2,0	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	1,9

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città  
(a) Messina dal 2010 non ha centraline fisse di monitoraggio attive.

**Figura 1.4 – Centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria per i comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (per 100 mila abitanti)**



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

## 1. Gli indicatori ambientali delle città siciliane

La qualità dell'aria nell'Isola risulta però considerevolmente migliorata se si prende in esame un altro indicatore relativo al superamento di  $PM_{10}^1$  (Tavola 1.5). In particolare, la città di Siracusa, da tempo area a forte rischio di inquinamento, negli ultimi quattro anni ha registrato una netta riduzione dei valori di superamento dei limiti da  $PM_{10}$  passando da 338 del 2008 a 159 giorni del 2011 (-53 per cento). Per gli altri comuni capoluogo, si va da nessun giorno di superamento di Trapani ai 69 giorni di Palermo. Questi valori confermano una tendenza a sanare il livello di qualità dell'aria, in linea con le altre città italiane.

**Tavola 1.5 – Numero massimo di giorni di superamento del limite previsto per il  $PM_{10}$  nei comuni capoluogo di provincia – Centraline di monitoraggio T+I+F+A (b) – Anni 2003-2011 (per 100 mila abitanti)**

COMUNI	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	0	0	0	0	0	0	10	0	0
Palermo	63	59	90	228	123	76	62	62	69
Messina (a)	12	60	11	53	38	48	50	-	-
Agrigento	0	0	0	9	63	24	0	54	61
Caltanissetta	28	26	25	14	24	22	23	26	20
Enna	0	0	0	0	0	13	9	12	9
Catania	25	27	118	51	24	61	41	26	23
Ragusa	0	0	0	0	0	2	14	10	12
Siracusa	186	153	181	292	282	338	336	152	159

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) Messina dal 2010 non ha centraline fisse di monitoraggio attive.

(b) Centraline di tipo:

T: Traffico (influenzata prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe);

I: Industriale (influenzata prevalentemente da fonti industriali limitrofe);

F: Fondo (non direttamente influenzata da traffico o da industria ma dal contributo integrato delle fonti limitrofe);

A: Altre tipologie di centraline.

### 1.4 Consumo di gas metano

In Italia il consumo di gas metano, per uso domestico e per riscaldamento, ha registrato nel 2011 una flessione del 7,4 per cento attestandosi a 391,2  $m^3$  per abitante.

**Tavola 1.6 – Consumo di gas metano per uso domestico e per riscaldamento per i comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 ( $m^3$  per abitante)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	53,6	48,0	47,1	55,8	57,9	63,6	60,1	63,6	63,0	58,3	54,4	53,9
Palermo	53,1	57,2	59,9	78,7	75,5	91,3	85,1	79,0	80,5	98,3	103,2	87,8
Messina	97,4	98,6	100,0	119,9	115,8	121,6	123,3	109,4	117,4	119,3	112,0	109,4
Agrigento	74,8	77,8	77,9	89,6	92,9	102,0	108,2	85,3	92,3	90,7	87,8	84,4
Caltanissetta (a)	227,5	221,3	228,2	261,6	271,2	297,9	277,7	234,8	251,8	235,9	253,7	242,5
Enna	330,6	338,6	349,8	398,5	413,1	453,8	378,7	420,0	375,5	371,8	353,1	343,2
Catania	39,7	42,5	49,7	48,4	58,1	63,8	67,9	56,4	55,9	53,1	55,8	56,2
Ragusa	117,1	134,5	143,5	173,5	190,4	209,7	174,1	174,4	172,9	162,0	208,7	205,6
Siracusa	65,2	67,8	68,0	74,6	77,4	85,0	88,7	76,9	80,4	84,0	77,6	79,8

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) Dato stimato.

Anche in Sicilia la tendenza è al risparmio soprattutto per le condizioni climatiche più favorevoli (Tavola 1.6). Le città di Enna, Caltanissetta e Ragusa restano ai vertici

<sup>1</sup> Particolato con diametro minore di 10  $\mu m$ .



del consumo regionale rispettivamente con 343,2, 242,5 e 205,6 m<sup>3</sup> per abitante. Le altre città presentano valori di consumo che vanno dal valore minimo di 53,9 m<sup>3</sup> di Trapani, il più basso tra i comuni capoluogo italiani, ai 109,4 m<sup>3</sup> della città di Messina. Inoltre, la città di Palermo ha fatto registrare una maggiore diminuzione di consumi rispetto al 2010 pari al 15 per cento. I risultati evidenziano un minor consumo di gas nelle aree costiere rispetto a quelle dell'entroterra siciliano.

### 1.5 Consumo di energia elettrica

Nel complesso dei comuni siciliani ed anche italiani, il consumo di energia elettrica per abitante nel 2011 è rimasto sostanzialmente stabile (Tavola 1.7).

In Sicilia i consumi pro-capite risultano prevalentemente superiori alla media nazionale (1.199,6 kWh per abitante). Anche in questo caso, i fattori climatici condizionano il consumo di energia elettrica nell'Isola soprattutto nei periodi estivi, più caldi e duraturi.

I valori di consumo più alti si registrano nel comune etneo (1.328,4 kWh per abitante) con un incremento del 4,1 per cento rispetto all'anno precedente.

Il valore più basso lo fa registrare la città di Enna (1.092,6 kWh per abitante).

**Tavola 1.7 – Consumo di energia elettrica pro-capite per uso domestico per i comuni capoluogo di provincia - Anni 2000-2011 (kWh per abitante)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	1.154,9	1.159,8	1.190,3	1.234,3	1.261,0	1.245,1	1.297,3	1.258,4	1.276,8	1.290,4	1.269,6	1.281,0
Palermo	1.186,5	1.143,7	1.191,8	1.203,8	1.248,3	1.270,7	1.301,5	1.241,8	1.228,6	1.232,9	1.207,1	1.226,2
Messina	1.067,4	1.057,0	1.087,7	1.148,2	1.152,9	1.164,2	1.239,1	1.181,4	1.199,1	1.195,7	1.164,3	1.160,8
Agrigento	1.198,8	1.231,0	1.252,7	1.230,3	1.240,3	1.278,7	1.319,2	1.266,6	1.281,3	1.285,4	1.271,0	1.270,9
Caltanissetta	1.047,2	1.048,0	1.071,1	1.112,0	1.133,6	1.160,8	1.174,9	1.189,4	1.164,2	1.160,1	1.147,1	1.169,0
Enna	890,7	897,4	922,3	982,8	1.013,4	1.001,4	1.053,7	1.078,0	1.066,1	1.088,4	1.091,1	1.092,6
Catania	1.116,5	1.137,6	1.214,9	1.258,7	1.294,6	1.290,0	1.383,0	1.262,6	1.263,1	1.253,0	1.276,3	1.328,4
Ragusa	1.084,6	1.069,2	1.089,9	1.108,5	1.106,6	1.118,6	1.164,1	1.141,7	1.147,0	1.157,9	1.143,1	1.149,6
Siracusa	1.080,6	1.070,6	1.110,6	1.170,4	1.173,3	1.209,6	1.174,4	1.202,4	1.228,3	1.225,7	1.201,4	1.224,0

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

### 1.6 Raccolta di rifiuti

I dati relativi alla raccolta di rifiuti urbani in Sicilia (Tavola 1.8 e 1.9, Grafico 1.5 e 1.6) mostrano una progressiva riduzione pro-capite soprattutto per i comuni di media-piccola dimensione, in linea con i valori nazionali.

Nel 2011 Catania e Trapani fanno registrare i valori più elevati nella Regione, rispettivamente con 775,1 e 648,0 kg pro-capite, di gran lunga superiori alla media nazionale (590 kg per abitante).

Rispetto al 2010 riduzioni più marcate nella raccolta di rifiuti urbani sono riportate nelle città di Ragusa (-4,9 per cento) e Agrigento (-4,5 per cento). Viceversa, in controtendenza con gli altri capoluoghi l'incremento più alto si è registrato a Trapani (+6,1 per cento).

## 1. Gli indicatori ambientali delle città siciliane

15

La raccolta differenziata è un servizio ormai eseguito da ogni comune capoluogo siciliano; la tavola 1.10 e la figura 1.7 presentano valori altalenanti da un anno a un altro.

Nel 2011 Ragusa è la città che presenta valori percentuali più alti di raccolta differenziata (16,8 per cento), viceversa, Enna è quella con la percentuale più bassa (0,6 per cento) e con un preoccupante dimezzamento del servizio rispetto all'anno precedente.

I dati documentano come la regione Sicilia sia ben lontana dagli obiettivi di raccolta differenziata imposti dalla normativa di legge n. 296 del 27 dicembre 2006 nella quale sono stabiliti i seguenti valori per la raccolta differenziata: 40 per cento entro il 31 dicembre 2007; 50 per cento entro il 31 dicembre 2009 e 60 per cento entro il 31 dicembre 2011. In Italia, l'obiettivo fissato dalla legge, è stato raggiunto solo da pochi comuni.

**Tavola 1.8 – Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia - Anni 2000-2011 (kg per abitante)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	468,5	458,9	467,1	508,4	498,3	513,1	536,6	495,2	511,0	646,1	610,9	648,0
Palermo	628,2	601,0	515,1	545,2	605,8	614,1	655,3	633,5	612,8	598,2	568,5	575,1
Messina	470,7	477,1	504,1	507,8	499,6	518,0	536,9	533,1	513,7	514,0	516,4	534,6
Agrigento	540,7	599,8	579,6	548,2	513,1	539,6	593,7	603,8	603,9	606,8	605,1	578,2
Caltanissetta	516,3	513,4	520,4	506,0	483,8	532,1	554,3	547,8	572,8	569,5	558,3	539,2
Enna	434,9	447,1	441,1	480,1	495,1	491,3	494,9	496,2	459,8	487,4	483,0	467,2
Catania	674,7	742,8	802,5	827,3	826,2	803,6	811,5	816,6	784,0	745,9	751,1	775,1
Ragusa	442,3	471,9	440,4	473,7	500,0	482,7	497,5	487,5	489,2	520,5	525,9	500,3
Siracusa	580,9	590,8	595,2	632,1	640,5	623,5	615,3	606,4	601,6	584,3	582,7	568,2
ITALIA (a)	566,4	581,8	594,0	596,8	614,9	617,6	623,2	621,6	614,3	604,9	609,1	590,0

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia per i quali i dati sono disponibili.

**Tavola 1.9 – Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (kg per abitante; variazioni percentuali)**

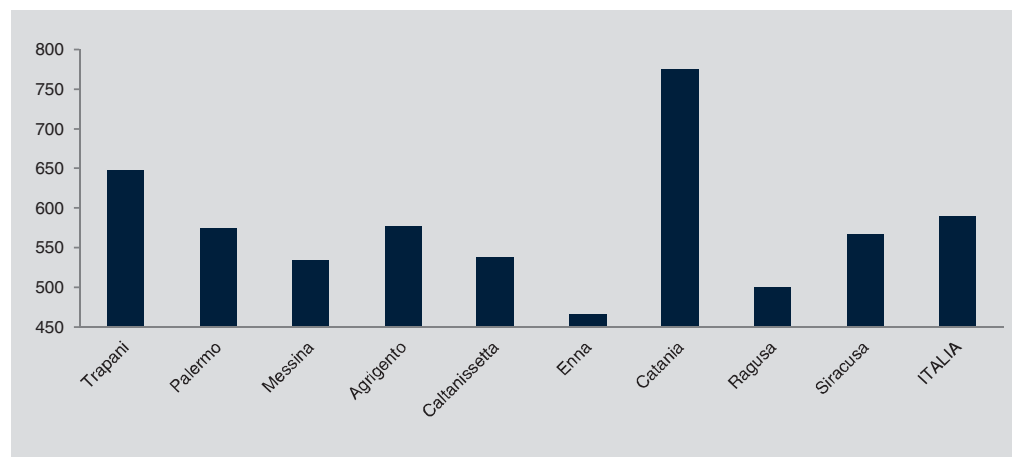
COMUNI	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	2008/07	2009/08	2010/09	2011/10
Trapani	-2,0	1,8	8,8	-2,0	3,0	4,6	-7,7	3,2	26,4	-5,5	6,1
Palermo	-4,3	-14,3	5,8	11,1	1,4	6,7	-3,3	-3,3	-2,4	-5,0	1,2
Messina	1,4	5,7	0,7	-1,6	3,7	3,6	-0,7	-3,6	0,1	0,5	3,5
Agrigento	10,9	-3,4	-5,4	-6,4	5,2	10,0	1,7	0,0	0,5	-0,3	-4,5
Caltanissetta	-0,6	1,4	-2,8	-4,4	10,0	4,2	-1,2	4,6	-0,6	-2,0	-3,4
Enna	2,8	-1,3	8,8	3,1	-0,8	0,7	0,3	-7,3	6,0	-0,9	-3,3
Catania	10,1	8,0	3,1	-0,1	-2,7	1,0	0,6	-4,0	-4,9	0,7	3,2
Ragusa	6,7	-6,7	7,6	5,6	-3,5	3,1	-2,0	0,4	6,4	1,0	-4,9
Siracusa	1,7	0,7	6,2	1,3	-2,6	-1,3	-1,4	-0,8	-2,9	-0,3	-2,5
ITALIA	2,7	2,1	0,5	3,0	0,4	0,9	-0,3	-1,2	-1,5	0,7	-3,1

Fonte: Elaborazione su dati Istat

L'analisi congiunta delle variazioni, rispetto al 2010, della raccolta totale dei rifiuti urbani e della raccolta differenziata, fa registrare buone performance per i comuni di Agrigento e Ragusa (in cui a fronte di un decremento dei RSU pari rispettivamente a -4,5 per cento e -4,9 per cento, si registra un incremento di raccolta differenziata pari a +7,9 per cento e 16,8 per cento).

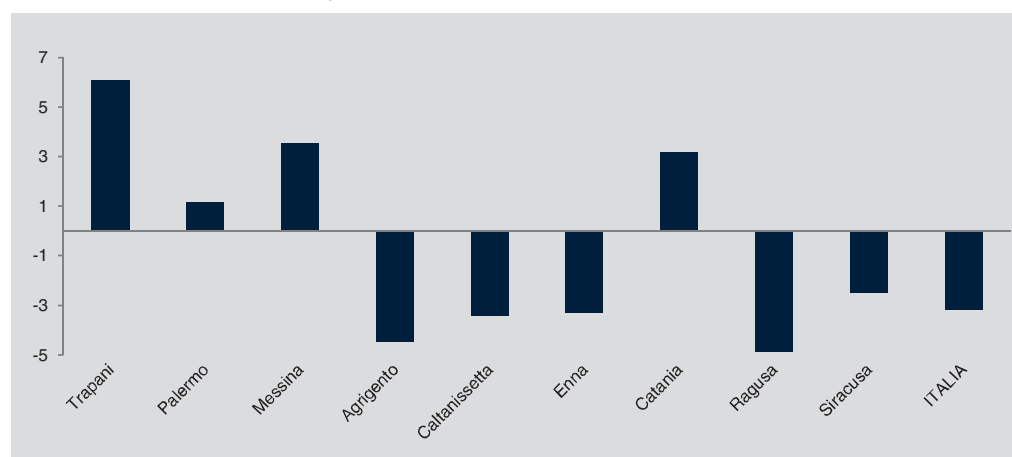


Figura 1.5 – Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (kg per abitante)



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

Figura 1.6 – Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (kg per abitante; variazioni percentuali)



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

Tavola 1.10 – Raccolta differenziata dei rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (composizioni percentuali)

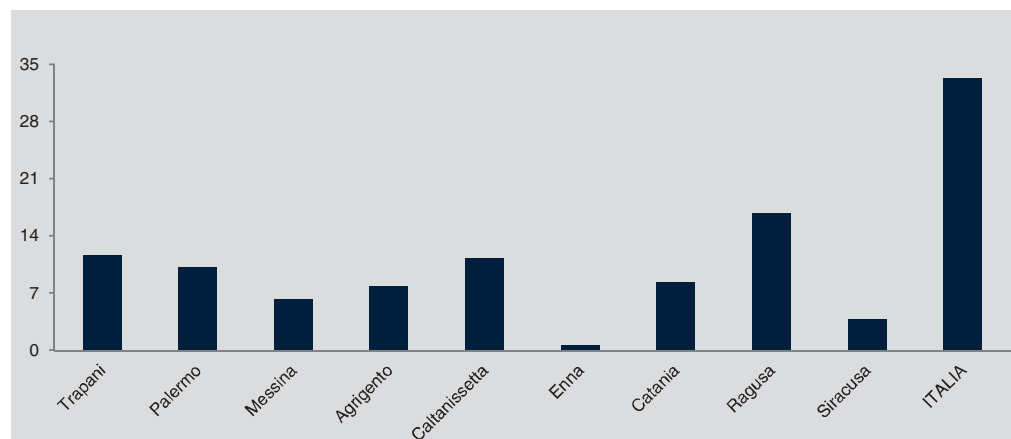
COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	5,2	5,5	4,7	5,1	6,0	5,3	8,5	10,8	11,4	8,8	10,7	11,6
Palermo	4,8	5,5	5,9	6,2	7,5	8,1	9,6	6,8	7,4	8,1	7,7	10,2
Messina	1,6	1,0	1,3	1,9	1,7	2,0	1,9	3,8	3,1	4,4	5,3	6,3
Agrigento	0,8	0,4	0,2	0,3	5,0	6,3	13,9	15,9	17,2	15,2	8,4	7,9
Caltanissetta	1,1	0,9	3,4	4,9	4,9	4,5	5,2	5,3	11,0	12,5	12,0	11,3
Enna	1,3	1,5	1,5	2,7	3,7	7,1	8,1	9,7	5,4	5,6	1,2	0,6
Catania	0,8	2,1	2,2	3,2	3,7	5,4	6,4	6,6	10,1	6,8	6,8	8,4
Ragusa	1,2	3,0	3,8	5,0	8,9	9,6	9,7	8,2	12,9	15,8	14,7	16,8
Siracusa	1,4	2,0	1,6	1,5	2,4	3,1	3,4	6,6	7,0	3,8	3,0	3,9
ITALIA (a)	14,2	15,9	16,7	18,4	20,4	22,0	23,6	25,6	28,5	30,4	31,6	33,4

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia per i quali i dati sono disponibili.



**Figura 1.7 – Raccolta differenziata dei rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (composizioni percentuali)**



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

## 1.7 Domanda di trasporto pubblico

Il trasporto pubblico è una delle misure che le amministrazioni locali vorrebbero attuare negli ultimi tempi per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo urbano.

La domanda di trasporto pubblico a livello nazionale tra il 2011 e l'anno precedente presenta una minima riduzione di -0,2 per cento, con una media nazionale di 227,6 passeggeri trasportati per abitanti.

La tavola 1.11 e la figura 1.8 presentano valori nella regione ben distanti dalla media nazionale. Tranne per il comune di Catania (82 passeggeri annui) tutti gli altri non raggiungono la soglia dei 50 passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico.

Il comune di Palermo presenta, nell'ultimo biennio, una marcata riduzione dei passeggeri trasportati per abitante del 15,8 per cento seguito da Ragusa con un -10,9 per cento (Tavola 1.12 e Figura 1.9).

Dai dati si evince come i cittadini siciliani hanno una radicata abitudine all'utilizzo dell'auto e non sono incoraggiati e incentivati da politiche competitive dei trasporti pubblici urbani.

**Tavola 1.11 – Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante)**

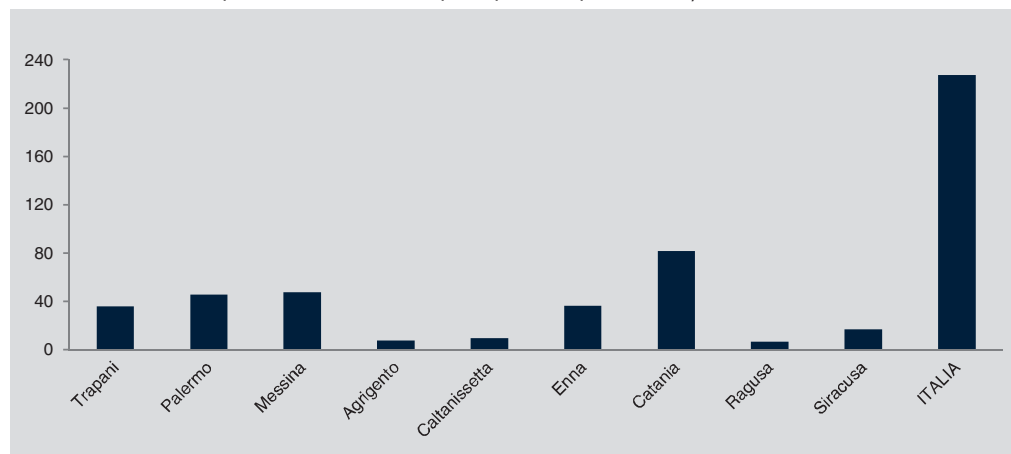
COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Trapani	34,8	35,6	35,0	33,4	32,1	30,7	37,6	40,8	39,8	35,4	35,7	36,3
Palermo	49,2	51,3	63,8	64,4	57,6	59,8	59,8	60,6	55,2	45,9	54,6	46,0
Messina	29,8	31,2	31,8	42,4	41,7	43,0	41,4	39,9	40,0	40,9	47,6	47,8
Agrigento	24,8	24,2	23,3	21,6	20,3	19,5	18,7	21,4	13,5	7,4	7,6	7,9
Caltanissetta	14,8	14,7	14,0	13,1	11,4	11,2	10,9	10,5	10,1	11,6	9,7	9,7
Enna	37,7	37,6	37,6	38,1	38,6	39,4	39,6	40,8	43,0	42,1	37,3	36,7
Catania (a)	133,3	136,3	130,2	122,7	117,6	112,7	103,7	98,0	90,0	81,1	81,5	82,1
Ragusa	4,9	5,0	4,9	5,8	5,8	5,9	5,9	6,1	7,4	7,5	7,8	6,9
Siracusa	12,1	13,3	15,3	17,2	20,7	20,7	20,6	18,8	16,2	16,9	17,0	17,0
ITALIA (b)	201,3	207	211,3	211	207,2	208,6	213,4	223,6	228,7	227,2	228,2	227,6

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) Dato 2011 stimato.

(b) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia.

**Figura 1.8 – Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante)**



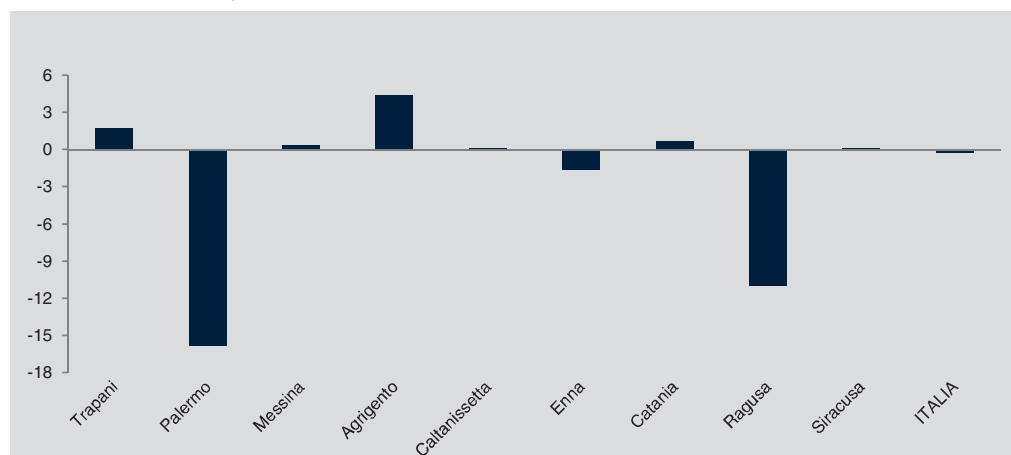
Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

**Tavola 1.12 – Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia – Anni 2000-2011 (variazioni percentuali)**

COMUNI	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	2008/07	2009/08	2010/09	2011/10
Trapani	2,4	-1,9	-4,5	-4,0	-4,1	22,4	8,6	-2,6	-10,9	0,7	1,8
Palermo	4,3	24,4	1,0	-10,6	3,9	0,1	1,3	-9,0	-16,8	18,9	-15,8
Messina	4,9	1,8	33,4	-1,6	3,0	-3,7	-3,5	0,3	2,1	16,5	0,3
Agrigento	-2,4	-3,8	-7,1	-6,2	-4,0	-3,9	14,5	-37,0	-44,9	2,2	4,4
Caltanissetta	-0,6	-5,2	-6,1	-12,9	-2,4	-2,2	-3,5	-4,3	15,4	-16,9	0,1
Enna	-0,2	0,0	1,3	1,2	2,1	0,5	3,2	5,2	-2,0	-11,5	-1,7
Catania	2,3	-4,5	-5,8	-4,1	-4,2	-8,0	-5,4	-8,2	-9,9	0,5	0,7
Ragusa	2,6	-2,0	19,5	0,0	1,1	-0,7	3,2	22,8	1,3	2,9	-10,9
Siracusa	10,2	14,7	12,1	20,7	0,0	-0,3	-8,8	-14,2	4,9	0,1	0,2
ITALIA	2,8	2,1	-0,1	-1,8	0,7	2,3	4,8	2,3	-0,7	0,4	-0,2

Fonte: Elaborazione su dati Istat

**Figura 1.9 – Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia – Anno 2011 (variazioni percentuali)**



Fonte: Elaborazione su dati Istat

## GLOSSARIO

*Acqua fatturata per uso domestico:* volume di acqua pagato dalle utenze domestiche finali.

*Popolazione connessa a impianti di depurazione:* popolazione residente servita da rete fognaria e connessa a impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

*Razionamento nell'erogazione dell'acqua:* periodi di riduzione o sospensione del servizio di fornitura dell'acqua potabile per uso domestico.

*Centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria:* postazioni fisse e permanenti, coordinate e gestite da un unico centro operativo in base a criteri omogenei, dove sono installati strumenti automatici (analizzatori o sensori), ciascuno dei quali misura la concentrazione di uno specifico inquinante.

*Stazione di fondo (background):* stazione situata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia prevalente influenzato da una singola fonte o da un'unica strada, ma dal contributo integrato di tutte le fonti sopravvento alla stazione: in altri termini, punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento caratteristici dell'area risultanti dal trasporto degli inquinanti anche dall'esterno dell'area urbana e dalle emissioni dell'area urbana stessa. Le stazioni di questo tipo non sono direttamente influenzate da emissioni dirette locali di tipo industriale e di traffico.

*Stazione di traffico:* stazione situata in posizione tale che il livello dell'inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe. In altri termini punto di campionamento rappresentativo dei livelli dell'inquinamento determinati prevalentemente da emissioni da traffico provenienti da strade limitrofe, con flussi di traffico medio-alti. Tali stazioni sono ubicate in aree caratterizzate da notevoli gradienti di concentrazione degli inquinanti.

*Stazione industriale:* stazione situata in posizione tale che il livello dell'inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o zone industriali limitrofe. In altri termini punto di campionamento per il monitoraggio di fenomeni posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti.

*Valore limite per la protezione della salute umana per il PM10:* numero più elevato di giorni in cui è stato superato il valore limite di 24 ore di PM10 per la protezione della salute umana (50 microgrammi/m<sup>3</sup>). Secondo la normativa vigente (D. Lgs.155/2010) il valore limite non deve essere superato più di 35 volte durante l'anno.

*Consumo di energia elettrica per uso domestico:* consumo di energia elettrica associato alle abitazioni ed alle utenze condominiali degli edifici in cui tali abitazioni si trovano.

*Consumo di gas metano per uso domestico e riscaldamento:* consumo di gas metano per le utenze di uso domestico e di riscaldamento (individuale e centralizzato). Il riscaldamento individuale è quello previsto per ogni singolo appartamento ad uso di civile abitazione, mentre il riscaldamento centralizzato è previsto per fabbricati comprendenti più appartamenti ad uso di civile abitazione.

Acqua

Aria

Energia



**Rifiuti**

*Raccolta di rifiuti urbani:* secondo le disposizioni contenute nel D.lgs 152/2006 rappresenta il complesso dei rifiuti indifferenziati e differenziati raccolti nel territorio comunale. I rifiuti comprendono: a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione; b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 198, comma 2, lettera g); c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade; d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua; e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali; f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e) ai sensi dell'articolo 184.

*Raccolta differenziata:* secondo le disposizioni contenute nel D.lgs 152/2006 rappresenta raccolta idonea, secondo criteri di economicità, efficacia, trasparenza ed efficienza, a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, al momento della raccolta o, per la frazione organica umida, anche al momento del trattamento, nonché a raggruppare i rifiuti di imballaggio separatamente dagli altri rifiuti urbani, a condizione che tutti i rifiuti sopra indicati siano effettivamente destinati al recupero ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera f).

**Trasporti**

*Domanda di trasporto pubblico:* numero di passeggeri trasportati nell'anno dai mezzi di trasporto pubblico in ambito urbano (autobus, tram, filobus, metropolitana, funicolare e altre tipologie di trasporto quali, ad esempio, vaporetti, ascensori, scale mobili eccetera). La domanda di trasporto pubblico è espressa in termini di passeggeri trasportati per abitante.

*Trasporto pubblico urbano:* insieme delle modalità di trasporto (autobus, filobus, metropolitana, tram eccetera) che su scala urbana consente l'esercizio del diritto alla mobilità dei cittadini.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Istat. 2012. *Indicatori ambientali urbani*. Roma: Istat.  
Istat. Anni vari. *Indicatori ambientali urbani*. Roma: Istat.  
Istat. Anni vari. *Statistiche ambientali*. Roma: Istat.



## 2. LA CLASSIFICAZIONE DEI COMUNI CAPOLUOGO DI PROVINCIA SECONDO UN INSIEME DI DATI MISTO

### 2.1 Introduzione

Nel presente capitolo si analizzano i dati sulla qualità dell'ambiente urbano presentati dall'Istat e relativi all'anno 2011. In base ad alcuni indicatori ambientali urbani si tenterà di classificare i comuni capoluogo in gruppi omogenei.

Le aree tematiche prese in esame sono sei: acqua, aria, rifiuti, rumore, mobilità ed energia. Per ogni area tematica sono state prese in considerazione una o due variabili.

Dopo un processo di stima dei dati mancanti e standardizzazione delle variabili quantitative si è proceduto all'applicazione della cluster analysis, prima separatamente per tipologia di variabili, quantitative e dicotomiche, successivamente combinate. I risultati prodotti sono stati illustrati tramite opportuna cartografia.

### 2.2 I dati

L'Istat nel mese di luglio del 2012 e con riferimento all'anno precedente ha diffuso una base di dati che descrive dettagliatamente l'ambiente urbano delle città capoluogo di provincia.

I dati sono suddivisi in otto macro aree: acqua; aria; energia, rifiuti, rumore, traffico, verde ed eco management.

Nel presente lavoro per ognuna di queste tematiche sono state scelte una o due variabili ed in particolare: *percentuale di popolazione allacciata alla rete fognaria; razionamento nella fornitura di acqua; giorni di superamento del  $PM_{10}$ ; predisposizione del piano energetico; quantità di pannelli solari su edifici comunali; percentuale di raccolta differenziata; zonizzazione acustica; attuazione del piano del traffico e numero di passeggeri su trasporto pubblico.*

La variabile giorni di superamento del  $PM_{10}$  presentava alcuni dati mancanti presumibilmente dovuti alla assenza di centraline in alcune città. Per non compromettere l'analisi si è proceduto alla stima di questi valori mancanti attribuendo a esse il valore medio troncato della regione di appartenenza o delle regioni limitrofe dove nessun dato era presente per l'intera regione.

Al fine di una corretta applicazione della tecnica di classificazione e per assicurare una migliore comparazione, le variabili quantitative sono state standardizzate. Dopo tale processo tutte presentano lo stesso valore medio pari a zero e la stessa varianza pari a uno.

## 2.3 Metodologia applicata

La tecnica statistica usata per classificare le città capoluogo è la *cluster analysis*, tecnica ampiamente usata nelle applicazioni di *data mining*.

La maggior parte degli algoritmi tradizionalmente usati hanno un limite evidente nel trattare insieme variabili numeriche e categoriali. Per risolvere questo problema è stata utilizzata una tecnica di scomposizione e ricomposizione. In un primo momento l'intero insieme di dati è stato suddiviso in due sottoinsiemi caratterizzati dalla scala di misura. Per entrambi si è proceduto ad una *cluster a partizione* che partendo da un unico blocco indistinto suddivide l'intero gruppo dividendolo in  $k$  gruppi, con  $k$  scelto dall'utente.

Nel dettaglio è stata utilizzato l'algoritmo PAM poiché più robusto e quindi più adatto ad un insieme dei dati che presenta diversi *outlier*. La differenza nei due sottoinsiemi sta ovviamente nella misura di distanza scelta, funzione che non poteva essere comune. I cluster ottenuti nei due sottoinsiemi sono stati ricomposti in un secondo momento utilizzando la classificazione ottenuta come una nuova variabile categoriale.

La scelta del numero dei gruppi è stata eseguita confrontando diverse soluzioni e scegliendo quella che minimizza la varianza all'interno dei gruppi tenendo presente che, per una corretta lettura dei risultati, il numero dei gruppi non può essere troppo elevato.

### 2.3.1 L'algoritmo PAM

L'algoritmo PAM (*Partitioning Around Medoids*), proposto da Kaufman e Rousseeuw (1990) si fonda sulla ricerca di  $k$  punti rappresentativi, detti *medoidi*, tra quelli osservati; le restanti unità sono allocate ai medoidi in ragione della distanza più piccola. La media delle distanze dal medoide più vicino misura la bontà della soluzione ottenuta. L'obiettivo finale è quello di giungere a una partizione che minimizza la somma delle distanze entro i gruppi.

La fase d'identificazione preliminare dei medoidi (detta BUILD) parte dalla selezione dell'unità per la quale risulta minima la somma delle distanze o dissimilarità da tutte le altre unità.

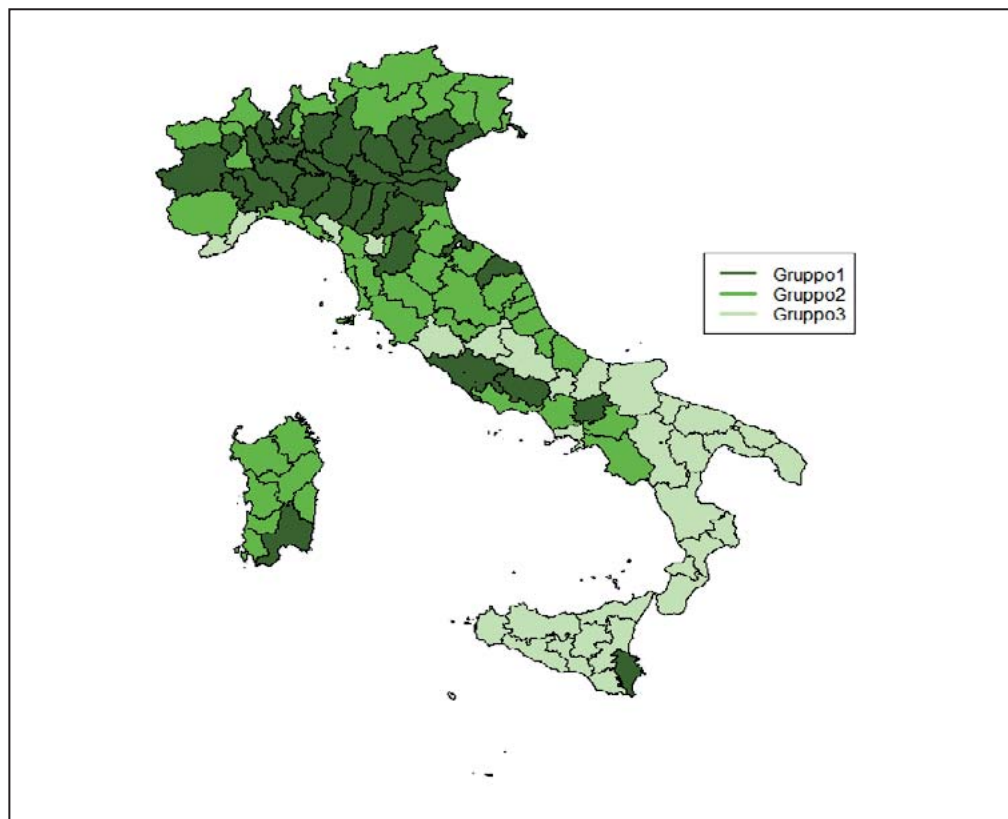
## 2.4 I cluster delle variabili quantitative

Le cinque variabili quantitative analizzate sono state raggruppate in un sottoinsieme della matrice originale e successivamente standardizzate; questa operazione non è stata tuttavia sufficiente a rendere i dati lavorabili per la presenza di valori che superavano in alcuni casi di otto volte la deviazione standard. Per questo motivo si è dovuto procedere, dopo diversi tentativi, a una cluster più robusta con l'algoritmo PAM che non ha dato problemi di convergenza. I risultati ottenuti sono sintetizzati nella figura 2.1.

Per facilitarne la lettura l'appartenenza ad un determinato gruppo di una città è stata evidenziata colorando l'intero territorio della provincia.



Figura 2.1 - Cluster dei comuni capoluogo di provincia secondo le variabili quantitative analizzate



Fonte: Elaborazione su dati Istat

### 2.4.1 La descrizione dei gruppi

Come era lecito immaginare la cluster applicata al primo gruppo di variabili ha dato vita a tre gruppi abbastanza omogenei per area territoriale.

Nel gruppo 3 ci sono quasi tutte le città capoluogo appartenenti alle regioni del sud, ad eccezione della Campania. Questo primo gruppo è caratterizzato da bassi valori della percentuale di popolazione collegata alla rete fognaria, dei giorni di superamento dei limiti del  $PM_{10}$ , della percentuale di raccolta differenziata e del numero di passeggeri del trasporto pubblico.

La variabile relativa alla quantità di pannelli solari non riesce a discriminare.

Il gruppo 2 comprende le città della Sardegna, tranne Cagliari, buona parte dell'Italia centrale e le città vicine al confine nazionale. Questo si differenzia dal primo per un valore decisamente più elevato sia nella percentuale di popolazione allacciata alla rete fognaria, sia nella percentuale di raccolta differenziata; un lieve aumento si ha anche per le altre due variabili.

Infine il gruppo 3 è composto principalmente dalle città del nord Italia e presenta valori elevati in tutte le variabili analizzate.

La tavola 2.1 che segue mostra i valori medi per gruppo.

Tavola 2.1 - Livelli medi delle variabili (colonne) per gruppo (riga)

GRUPPO O CLUSTER	% di popolazione allacciata alla rete fognaria	Giorni di superamento del PM <sub>10</sub>	% di raccolta differenziata	Utenti del trasporto pubblico (per mille ab.)
Gruppo 3	82,4	22,8	16,3	38,8
Gruppo 2	91,4	33,4	49,3	60,0
Gruppo 1	91,0	98,1	46,1	150,2

Fonte: Elaborazione su dati Istat

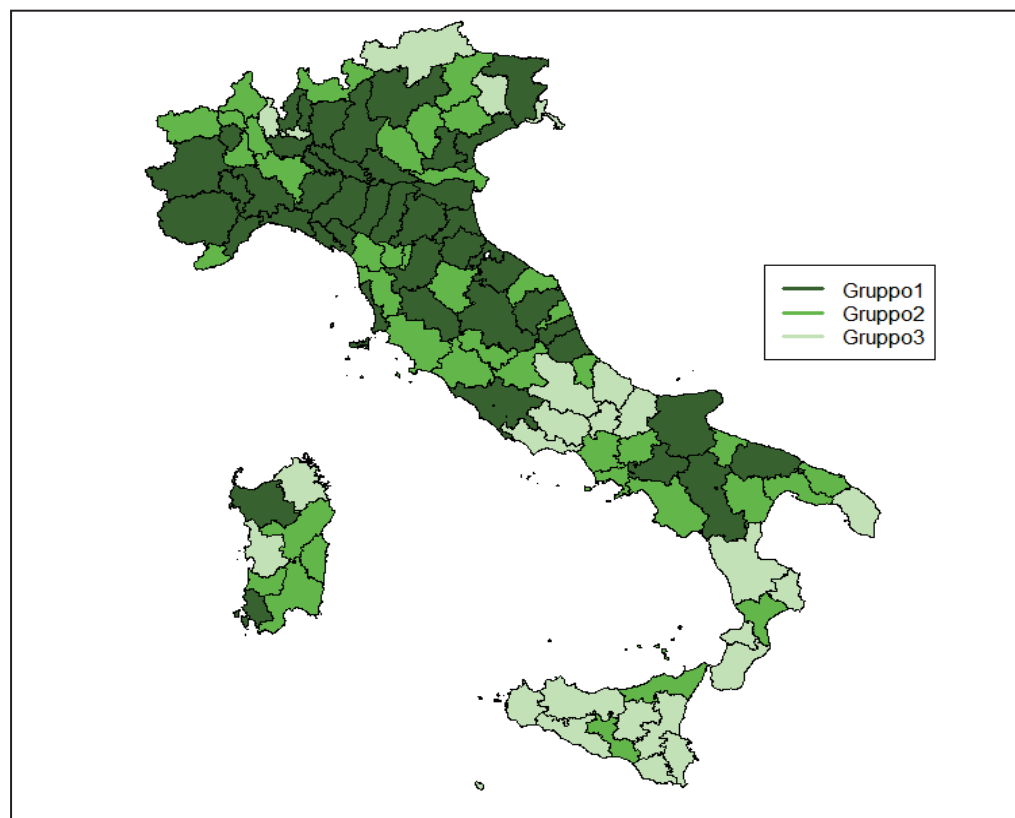
(a) I dati sull'estensione dei pannelli solari sugli edifici comunali non vengono riportati perché, benché inseriti nel modello, non subiscono variazioni apprezzabili nei tre gruppi formati.

## 2.5 I cluster delle variabili qualitative

Per le quattro variabili qualitative analizzate si è dovuto procedere in maniera differente. Per la scelta dell'algoritmo si è preferito usare, per coerenza con la situazione precedente, lo stesso PAM mentre, trattandosi di variabili dicotomiche, è stato necessario creare prima una matrice di dissimilarità che sostituisce l'analoga matrice delle distanze.

I risultati conseguiti in ordine alle variabili categoriali scelte sono sintetizzate nella figura 2.2 avente le stesse caratteristiche della precedente.

Figura 2.2 - Cluster dei comuni capoluogo di provincia secondo le variabili qualitative analizzate



Fonte: Elaborazione su dati Istat

## 2. La classificazione dei comuni capoluogo secondo un insieme di dati misto

### 2.5.1 La descrizione dei gruppi

Analogamente a quanto visto sopra, anche qui si può notare un raggruppamento territoriale abbastanza omogeneo e sostanzialmente sovrapponibile a quello relativo le variabili quantitative.

Nel gruppo 3 la percentuale dei comuni con un razionamento della fornitura idrica è elevata, mentre è molto bassa quella dei comuni che hanno redatto il piano del traffico, il piano energetico e la zonizzazione acustica. Il gruppo 2 presenta una piccola percentuale di comuni con razionamento idrico e un'alta percentuale con zonizzazione acustica e piano del traffico mentre è nulla la percentuale del piano energetico. Il gruppo 1, caratterizzato in maggioranza da comuni del nord, non presenta alcuna interruzione del servizio idrico ed è alta la percentuale di realizzazione dei piani del traffico ed energetico nonché della zonizzazione acustica.

La tavola 2.2 mostra in percentuale il parametro della distribuzione bernoulliana per ognuna delle variabili dicotomiche trattate, separatamente per gruppo.

**Tavola 2.2 - Livelli percentuali della presenza del fattore (colonna) nei diversi gruppi (riga)**

GRUPPO O CLUSTER	Razionamento nella fornitura d'acqua	Piano energetico	Zonizzazione acustica	Piano del traffico)
Gruppo 3	33,3	10,0	3,3	60,0
Gruppo 2	7,3	0,0	100,0	85,4
Gruppo 1	0,0	100,0	77,8	93,3

Fonte: Elaborazione su dati Istat

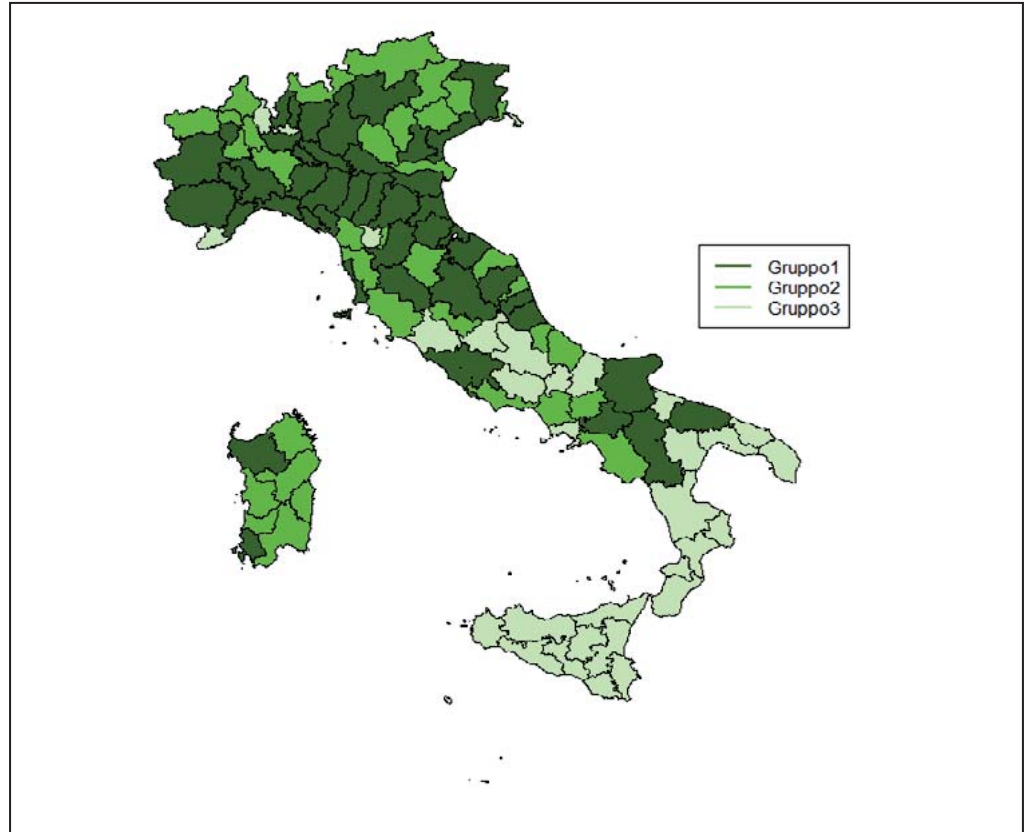
## 2.6 L'approccio combinato

Dopo aver effettuato la cluster per i due sottoinsiemi ed aver determinato una nuova variabile bidimensionale qualitativa si è proceduto ad un nuovo raggruppamento. Il risultato illustrato nella figura 2.3 mostra la classificazione dovuta all'effetto congiunto di tutte le variabili.

### 2.6.1 La descrizione dei gruppi

È evidente come la struttura dei gruppi sia simile ai due precedenti. L'analisi congiunta delle variabili analizzate mostra un panorama delle città capoluogo fortemente dipendente dal contesto geografico. Due realtà ben distinte: il Sud caratterizzato da valori penalizzanti rispetto alle tematiche ambientali con eccezione dei valori del  $PM_{10}$  ed il Centro-Nord Italia dove in maniera opposta tutte le variabili ambientali presentano valori apprezzabili con l'unica eccezione dell'elevata presenza del  $PM_{10}$ , con poche dissonanze in entrambi i gruppi.

Figura 2.3 - Cluster dei comuni capoluogo di provincia secondo le variabili qualitative e quantitative analizzate – Approccio combinato



Fonte: Elaborazione su dati Istat

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Istat. 2011. *Indicatori ambientali urbani 2010*. Roma: Istat. (Statistiche report).  
Kaufman and Rousseeuw. 1990. *Finding groups in data*. New York: Wiley.



## 3. QUALITÀ DELL'ARIA NELLE CITTÀ DI PALERMO E LIVORNO

### 3.1 Introduzione

La tematica "Aria" costituisce un elemento essenziale per caratterizzare lo stato dell'ambiente urbano, con importanti ricadute sulla salute pubblica, sul sistema dei trasporti, sulle politiche nei settori energia e trasporti, sul benessere ed il comfort della popolazione.

In questo contributo vengono presentati i risultati di uno studio condotto sugli andamenti della qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno, con specifica attenzione rivolta ai principali inquinanti regolamentati dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 per la protezione della salute umana.

La base-dati è costituita dalle misure delle centraline fisse delle reti regionali di monitoraggio della qualità dell'aria, classificate in base al tipo di zona (urbana, suburbana, rurale) e al tipo di sorgente (industriale, traffico, fondo).

Il periodo storico preso in esame va dal 2002 al 2010.

In accordo con i riferimenti normativi, per ogni stazione sono stati analizzati gli andamenti delle concentrazioni medie annue ed il numero dei corrispondenti superamenti annui dei valori limite. Sono stati inoltre esaminati i dati delle emissioni in atmosfera degli inventari nazionali.

Le due realtà urbane oggetto di questo studio, ancorché caratterizzate da un clima molto simile (di tipo mediterraneo), sono state scelte perché entrambe rappresentano realtà costiere caratterizzate da un significativo carico emissivo connesso alle attività portuali.

### 3.2 Normativa di qualità dell'aria

Nella tavola 3.1 sono riassunti i limiti di qualità dell'aria dei principali inquinanti regolamentati dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 che, recependo la direttiva europea quadro 2008/50/CE, ha istituito a livello nazionale un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tavola 3.1 - Limiti di qualità dell'aria dei principali inquinanti atmosferici (a)

Inquinante	Unità di misura	Limite	Tipo di protezione	Valore	Periodo di mediazione	Data entro la quale il valore deve essere raggiunto
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme	Salute umana	500	1 ora (misurata su 3 ore consecutive)	01/01/2010
		Valore limite, da non superare più di 24 volte per anno civile	Salute umana	350	1 ora	01/01/2005
		Valore limite, da non superare più di 3 volte per anno civile	Salute umana	125	24 ore	01/01/2005
		Livello critico annuale	Protezione ecosistemi	20	Anno civile	-
		Livello critico invernale	Protezione ecosistemi	20	Inverno (1 ott-31 mar)	-
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme	Salute umana	400	1 ora (misurata su 3 ore consecutive)	-
		Valore limite, da non superare più di 18 volte per anno civile	Salute umana	200	1 ora	01/01/2010
		Valore limite	Salute umana	40	Anno civile	01/01/2010
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Livello critico annuale	Protezione vegetazione	30	Anno civile	01/01/2010
Monossido di carbonio (CO)	mg/m <sup>3</sup>	Valore limite	Salute umana	10	Massima media giornaliera su 8 ore	01/01/2005
Ozono (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme	Salute umana	240	1 ora	-
		Soglia di informazione	Salute umana	180	1 ora	-
		Valore obiettivo, da non superare più di 25 volte per anno civile	Salute umana	120	8 ore su 3 anni	01/01/2010
	µg/m <sup>3</sup> h	Valore obiettivo AOT40 <sup>(1)</sup>	Protezione vegetazione	18000	3 mesi (mag-lug) su 5 anni	01/01/2010
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Valore limite, da non superare più di 35 volte per anno civile	Salute umana	50	24 ore	01/01/2005
		Valore limite	Salute umana	40	Anno civile	01/01/2005
PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Valore limite	Salute umana	25	Anno civile	01/01/2015
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Valore limite	Salute umana	5	Anno civile	01/01/2010
Benzo(a)pirene (BaP) nel PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo	Salute umana	1	Anno civile	-
Piombo (Pb) nel PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	Valore limite	Salute umana	500	Anno civile	01/01/2005
Arsenico (As) nel PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo	Salute umana	6	Anno civile	-
Cadmio (Cd) nel PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo	Salute umana	5	Anno civile	-
Nichel (Ni) nel PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo	Salute umana	20	Anno civile	-

Fonte: D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010

(a) Per AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup> · h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).



#### 3.3 Le aree di studio

##### 3.3.1 Palermo

Il comune di Palermo (Figura 3.1) si estende su una superficie di 158,88 km<sup>2</sup>. Le aree urbanizzate coprono il 58 per cento della superficie, seguite dal 20 per cento di suolo agricolo, dal 18 per cento di superfici boscate e dal 2 per cento di aree a pascolo. Su tale superficie risiedono circa 680.000 persone, pari al 54,9 per cento della popolazione residente nella provincia ed al 13,6 per cento della popolazione residente nella regione.

Palermo è il quinto comune italiano per popolazione. La sua densità è di 4.278 ab./ km<sup>2</sup>, di gran lunga superiore a quella provinciale (248 ab./km<sup>2</sup>).

Figura 3.1 - Ripresa satellitare della città di Palermo ed ubicazione delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Google Earth

La città si trova a 14 metri sul livello del mare ed occupa un'ampia pianura delimitata dai cosiddetti "Monti di Palermo", a SE dal fiume Eleuterio, che la separa dalla attigua piana di Bagheria, ed a NE dal Mar Tirreno.

Il fronte costiero è connotato da tre parti, contraddistinte da una morfologia fortemente differenziata:

- il tratto centrale, corrispondente al centro storico e alla città ottocentesca, che ospita l'area del porto;
- la costa nord, articolata da rilievi montuosi ed insenature di grande qualità ambientale, con l'area protetta della riserva di Capo Gallo;
- la costa sud, fortemente compromessa dallo sviluppo urbanistico degli anni sessanta e settanta, inquinata dagli scarichi fognari e dalle discariche.
- Il clima di Palermo è di tipo mediterraneo (bassa escursione termica sia mensile che annuale).

L'estate è generalmente torrida e frequentemente ventilata grazie anche alla presenza delle brezze marine; non è raro sentire lo scirocco, che fa impennare le temperature massime oltre i 42° C, ma con tassi di umidità che possono scendere anche sotto il 15 per cento.

Il mese più freddo è febbraio (8,5° C la media delle minime e 14,5° C la media delle massime), mentre quello più caldo è agosto (22,7° C la media delle minime e 30,5 °C la media delle massime).

Le precipitazioni cumulate annue sono di 855 mm, con un minimo di 6,7 mm a luglio ed un massimo di 123,7 mm a dicembre. Il vento presenta una velocità media annua di 5,4 m/s, con minimo di 4,4 m/s a luglio ed un massimo di 6,4 m/s a dicembre; le direzioni prevalenti sono da S (Ostro) tra ottobre e marzo, da O (Ponente) ad aprile e da NE (Grecale) tra maggio e settembre.

Il principale polo industriale cittadino è il porto, con la presenza dei cantieri navali della Fincantieri. In base ai dati dell'Associazione dei porti Italiani aggiornati al 2011, il porto di Palermo si colloca al diciottesimo posto in Italia per traffico merci, con circa 8,5 milioni di tonnellate, e al decimo per traffico passeggeri, con quasi 2 milioni di unità.

Altri poli industriali sono: il quartiere industriale di Brancaccio, comprendente molte attività industriali di media dimensione, il maggiore deposito ferroviario merci della città ed i capannoni della nettezza urbana comunale e degli autobus; la zona industriale nord, in larga parte occupata da società di servizi; la zona di Partanna. Altre zone industriali sono ormai dismesse, come l'area dell'ex chimica Arenella, destinata a trasformarsi in zona turistico-alberghiera.

Nel territorio comunale sono presenti importanti nodi stradali e ferroviari: tramite la circonvallazione, Palermo è collegata da Sud-est a Nord-ovest a due delle cinque autostrade siciliane.

Il trasporto su rotaia è abbastanza diffuso: attualmente all'interno del comune le stazioni ferroviarie vengono utilizzate anche per il traffico metropolitano.

Il fattore di pressione ambientale primario è rappresentato dal settore dei trasporti stradali e dalle attività portuali marittime, per quanto rispetto ad altre importanti città portuali la situazione appaia molto meno critica (Comune di Palermo, 2006).

### 3.3.2 Livorno

Il comune di Livorno (Figura 3.2) ha una superficie di 104,79 km<sup>2</sup> ed una popolazione di circa 160.000 abitanti.

La città, posta a tre metri sul livello del mare, non presenta corsi d'acqua rilevanti, a parte alcuni piccoli torrenti (Chioma, Rio Ardenza, Rio Cigna, Rio Maggiore, Torrente Ugione).

Il terreno è generalmente pianeggiante, salvo elevarsi ad E ed a S, dove inizia il sistema delle Colline livornesi (quota massima 462 metri sul livello del mare presso il Poggio Lecceta). Conseguentemente anche la costa, che da Marina di Carrara a Piombino è sempre bassa, si alza quasi a picco sul mare, nella zona del Romito.

Come quello di Palermo, anche il clima di Livorno è di tipo mediterraneo. Esso risente sia della sua vicinanza del mare che delle caratteristiche orografiche dell'entroterra.

Il mese più freddo è gennaio (6° C la media delle minime e 11° C la media delle massime), mentre quello più caldo è luglio (21° C la media delle minime e 29° C la media delle massime).

Le precipitazioni cumulate annue sono di 728 mm, con un minimo a luglio (15 mm) ed un massimo a novembre (95 mm). Fortemente legato alle caratteristiche morfologiche del territorio risulta la direzione del vento prevalente giornaliero, con una frequenza di poco superiore al 30 per cento per la componente NE, rappresen-

### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

tato dal drenaggio delle valli interne verso il mare, ed una di poco inferiore al 25 per cento per la componente O.

Figura 3.2 - Ripresa satellitare della città di Livorno ed ubicazione delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Google Earth

Il tessuto urbano è caratterizzato da usi del territorio diversi ed a tratti concorrenti, come nella parte nord, dove molto stretta è l'interconnessione tra destinazioni più propriamente urbane e le attività produttive ed economiche, come quelle industriali rilevanti dal punto vista ambientale e della sicurezza industriale.

Livorno dispone inoltre di un'area portuale di rilevanza nazionale ed internazionale che si estende all'interno e lungo la linea di costa compresa tra la foce del canale Scolmatore del fiume Arno ed il bacino Morosini.

Il porto copre una superficie di circa 1.600.000 m<sup>2</sup> ed è dotato di 11 chilometri di banchine con 90 accosti, che costituiscono due grandi sistemi, uno più recente a vocazione industriale, risalente agli anni trenta, e l'altro più antico di tipo commerciale. Esso è caratterizzato da un intenso movimento di molteplici tipi di navi: petroliere, chimichiere, gasiere, portacontainer, traghetti per automobili, navi per trasporto di merci varie, navi refrigerate per il trasporto di derrate alimentari, bettoline e piccoli natanti per il bunkeraggio e il trasporto di olio combustibile denso (Arpa, 2010).

Nel complesso, il porto di Livorno si colloca al quinto posto in Italia per traffico merci, con quasi 30 milioni di tonnellate, e al settimo per traffico passeggeri, con circa tre milioni di unità (dati Associazione dei porti Italiani aggiornati al 2011).

Nel territorio sono presenti altri importanti nodi infrastrutturali: la SGC. Firenze-Pisa-Livorno, una fitta rete di raccordi ferroviari alla linea principale Roma-Pisa, due stazioni ferroviarie di smistamento merci e l'autostrada A12 Genova-Rosignano.

Da quanto accennato si deduce che nel territorio comunale siano presenti molte tipologie di fonti di emissione in atmosfera:

- insediamenti industriali, tra i quali la centrale termoelettrica Enel, la raffineria Eni, un termovalorizzatore, depositi di gas ed idrocarburi, industrie chimiche e petrolchimiche;
- il riscaldamento domestico, in massima parte alimentato con gas naturale;
- i trasporti marittimi;
- il traffico veicolare, legato a mobilità locale e di passaggio e con apprezzabile contributo di traffico commerciale pesante legato alle attività industriali e portuali.

### 3.4 Le reti di monitoraggio della qualità dell'aria

Nelle tavole 3.2 e 3.3 sono riassunte le caratteristiche delle stazioni fisse delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria negli ambiti comunali, rispettivamente, di Palermo e Livorno. Da esse emerge come per Palermo l'attenzione del monitoraggio sia rivolta prevalentemente al traffico urbano, mentre nel comune di Livorno la copertura della rete appare molto più differenziata, sia per tipo di zona che per tipo di sorgente.

Nelle figure 3.3 e 3.4 è rappresentato il totale delle stesse stazioni fisse normalizzato, rispettivamente, per numero di abitanti e per superficie comunale (gli indicatori esaminati sono classificati secondo il modello DPSIR).<sup>1</sup>

Dalla figura 3.3 emerge come la città di Livorno abbia una copertura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, rapportata alla popolazione residente, non solo superiore a quella di Palermo, ma anche alla media nazionale (pari a 2,1-2,2).

Per quanto invece riguarda la copertura per unità di superficie comunale (Figura 3.4), le due città presentano andamenti tra loro sostanzialmente simili, entrambi con valori peraltro superiori alla media nazionale (pari a 1,8-2,0).

I due indicatori subiscono un decremento a partire dal 2009 per Livorno e dal 2010 per Palermo.

Rispetto all'anno precedente (2008) Livorno presenta una diminuzione di centraline fisse del 32,4 per cento (per 100 mila abitanti) e del 34,5 per cento (per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale).

I valori rilevati per Palermo sono rispetto all'anno precedente (2009), rispettivamente, per i due indicatori del -35,7 per cento e del -33,3 per cento.

**Tavola 3.2 - Caratteristiche delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria nella città di Palermo**

Codice	Nome	Ubicazione	Tipo di stazione (a)	Tipo di zona	Longitudine (gradi E)	Latitudine (gradi N)	Data inizio attività
1908202	Boccadifalco	Presidio Ospedaliero "Casa del Sole"	fondo	suburbana	13,301944	38,120278	01/08/1996
1908205	Indipendenza	Piazza Indipendenza	traffico	urbana	13,350278	38,111111	01/08/1996
1908208	Castelnuovo	Piazza Castelnuovo	traffico	urbana	13,354167	38,124444	01/08/1996
1908204	Giulio Cesare	Piazza Giulio Cesare	traffico	urbana	13,365556	38,110278	01/08/1996
1908206	Torrelunga	Piazza Torrelunga	traffico	suburbana	13,391667	38,098889	01/08/1996
1908201	Belgio	Viale Praga	traffico	urbana	13,331389	38,151667	01/08/1996
1908207	Unità d'Italia	Viale Piemonte	traffico	urbana	13,344167	38,136944	01/08/1996
1908209	Di Blasi	Via Di Blasi	traffico	urbana	13,328889	38,121389	28/03/2002
1908266	CEP	Via Paladini	traffico	suburbana	13,308611	38,135556	01/01/2005

Fonte: European Environmental Agency (EEA)

(a) *Stazioni di traffico*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta.

*Stazioni di fondo*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

*Stazioni industriali*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010).

<sup>1</sup> DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses): modello adottato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente ed Eurostat, a completamento di quello predisposto dall'OCSE.

### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

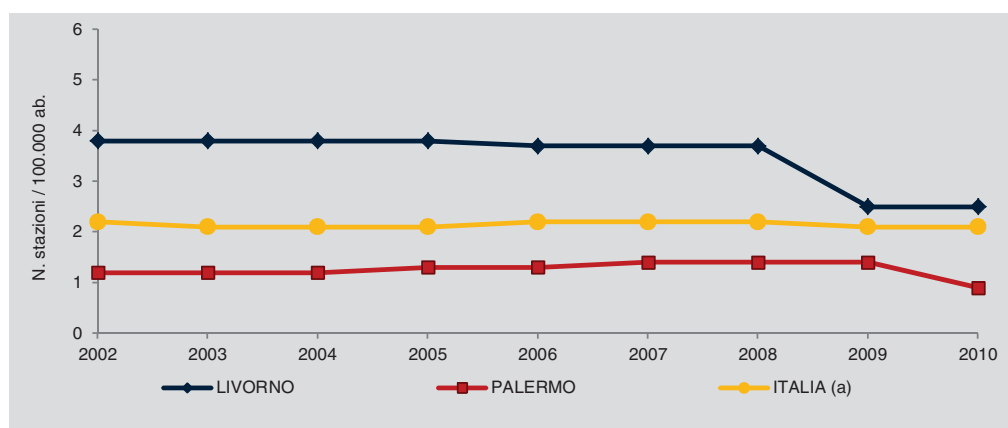
**Tavola 3.3 - Caratteristiche delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria nella città di Livorno**

Codice	Nome	Ubicazione	Tipo di stazione (a)	Tipo di zona	Longitudine (gradi E)	Latitudine (gradi N)	Data inizio attività
904904	Gabbro	Loc. Gabbro	fondo	rurale	10,413611	43,500833	06/11/1996
904907	Maugordato	Villa Maugordato	fondo	suburbana	10,347778	43,513889	30/09/2001
904911	Cappiello	Piazza Cappiello	fondo	urbana	10,321667	43,520000	13/09/2001
904910	Mazzini	Piazza Mazzini	traffico	urbana	10,305278	43,543333	21/09/2001
904909	Gobetti	Via Gobetti	industriale	urbana	10,327222	43,566667	01/10/2001
904908	Carducci	Viale Carducci	traffico	urbana	10,329722	43,554722	23/06/2001

Fonte: European Environmental Agency (EEA)

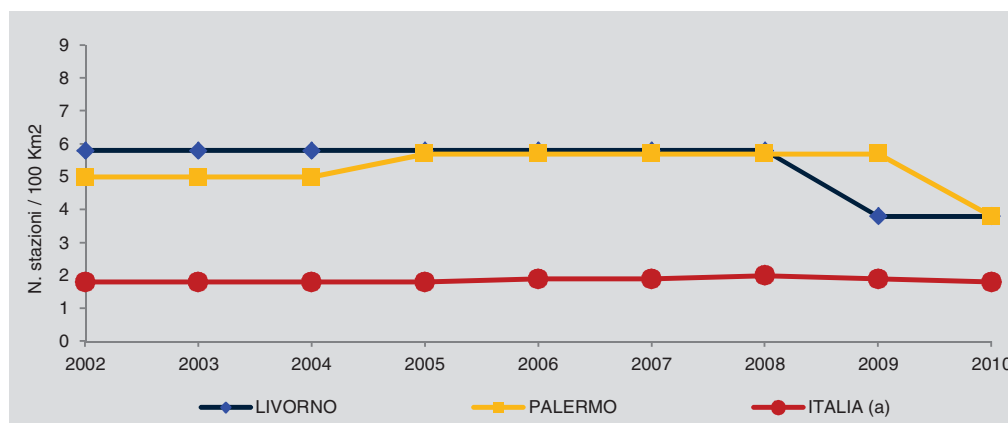
(a) *Stazioni di traffico*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta.  
*Stazioni di fondo*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.  
*Stazioni industriali*: ubicate in posizione tale che il livello d'inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010).

**Figura 3.3 - Numero di stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria nei comuni capoluogo di provincia (per 100.000 abitanti)**



Fonte: Istat, dati ambientali nelle città  
 (a) Insieme dei capoluoghi di provincia in Italia

**Figura 3.4 - Numero di stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria nei comuni capoluogo di provincia (per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)**



Fonte: Istat, dati ambientali nelle città  
 (a) Insieme dei capoluoghi di provincia in Italia



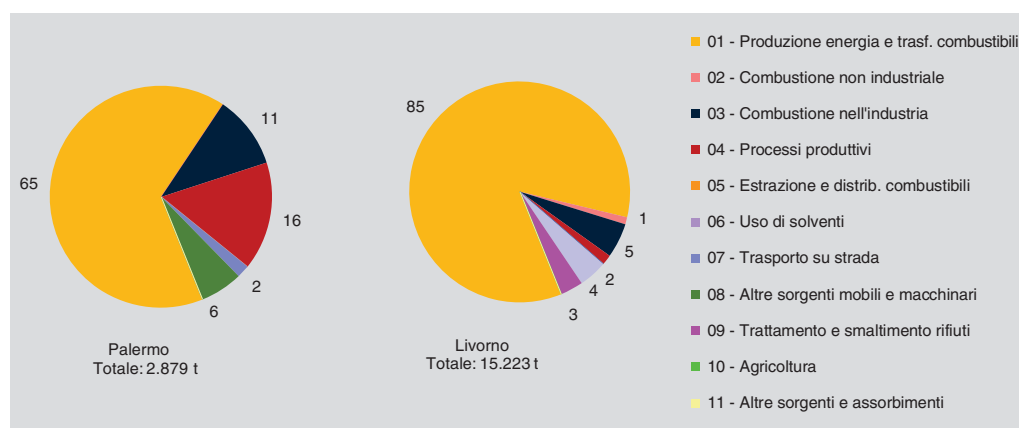
### 3.5 Emissioni in atmosfera

Sulla base delle stime delle emissioni in atmosfera elaborate da Ispra (2009) nell'ambito degli inventari nazionali, sono state analizzate le pressioni emissive che interessano le due aree di studio. Il livello di dettaglio spaziale è quello provinciale, mentre l'anno di riferimento l'ultimo disponibile (il 2005). Gli inquinanti presi in esame sono: ossidi di zolfo ( $\text{SO}_x$ ),  $\text{NO}_x$ , CO, composti organici volatili non metanici (COVnm),  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , metano ( $\text{CH}_4$ ) ed ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ).

Nei grafici 3.5 – 3.12 viene riportata, per ogni sostanza, la ripartizione delle emissioni totali annue per ognuno degli 11 macrosettori previsti dalla classificazione standard europea SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution) relativamente alle province di Palermo e Livorno.

Nelle emissioni di  $\text{SO}_x$  (Figura 3.5) appare evidente il diverso carico gravante sulle due città analizzate: rispetto a Livorno, infatti, Palermo denota quantitativi di circa 5 volte inferiori, il che conferma come le attività industriali (in particolare per la produzione di energia elettrica e di raffinamento dei combustibili) siano preponderanti nell'area di Livorno e viceversa praticamente assenti in quella di Palermo. Per contro, assai modesto per entrambe le città appare l'apporto dovuto al traffico portuale (macrosettore "08 – Altre sorgenti mobili e macchinari").

Figura 3.5 -  $\text{SO}_x$ : ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



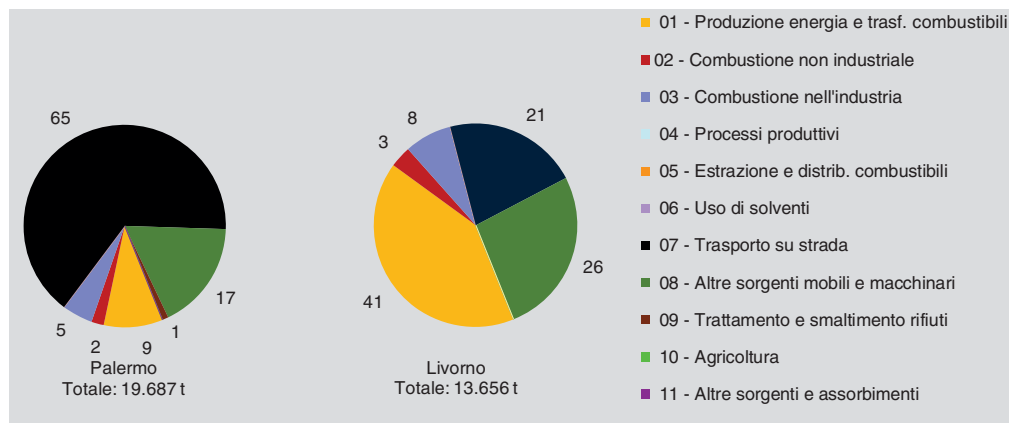
Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

I quantitativi totali delle emissioni di  $\text{NO}_x$  (Figura 3.6) appaiono confrontabili tra le due realtà provinciali, con Palermo caratterizzata da valori più elevati. Decisamente diversa, per contro, appare la ripartizione per settore di attività: le emissioni di  $\text{NO}_x$  a Palermo sono dovute in larga parte al trasporto stradale (65 per cento), mentre a Livorno l'incidenza è di molto inferiore (21 per cento); per contro, a Livorno si conferma preponderante anche rispetto agli  $\text{NO}_x$  il contributo delle attività industriali. Rispetto agli  $\text{SO}_x$ , decisamente superiore appare il contributo alle emissioni di  $\text{NO}_x$  dovute al traffico portuale, con una netta prevalenza di Livorno rispetto a Palermo (26 per cento contro 17 per cento). Trascurabile per entrambe le realtà appare il contributo dovuto al riscaldamento domestico (macrosettore "02 – Combustione non industriale").

Il diverso apporto del traffico stradale nelle due realtà analizzate, peraltro percen-

### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

**Figura 3.6 - NO<sub>x</sub>: ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005**

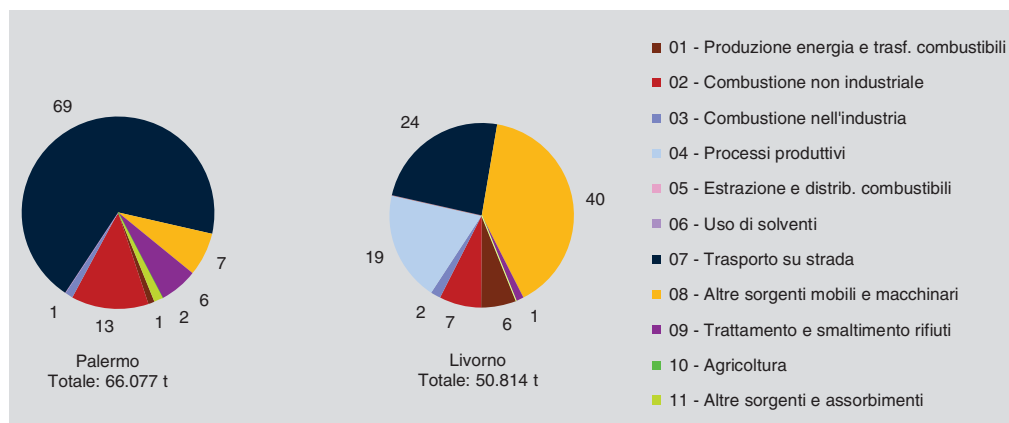


Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

tualmente paragonabile a quello degli NO<sub>x</sub>, emerge anche nelle emissioni di CO (figura 3.7), i cui valori totali risultano ancora confrontabili, con Palermo che registra di nuovo valori più elevati. Rispetto a Livorno, Palermo si conferma inoltre decisamente meno interessata da pressioni dovute ai trasporti marittimi (7 contro 40 per cento), e al contrario maggiormente dal riscaldamento domestico (13 contro 7 per cento).

Un quadro completamente differente caratterizza le due province per quanto concerne il contributo alle emissioni dei COVnm (figura 3.8), i cui valori totali risultano peraltro molto simili. A Palermo prevale l'incidenza del trasporto su strada (44 per cento) e dell'uso di solventi (30 per cento), mentre a Livorno questi due settori contribuiscono in misura largamente inferiore (13 e 15 per cento, rispettivamente), essendo sovrastate del traffico portuale (50 per cento).

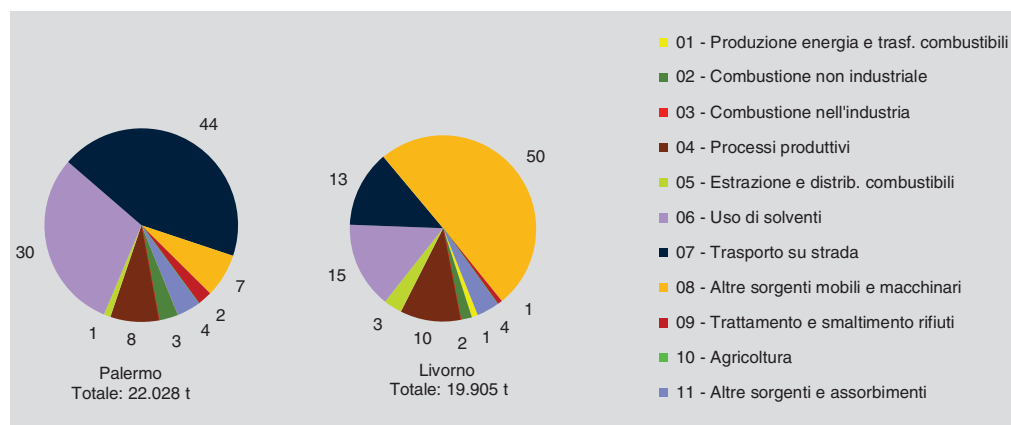
**Figura 3.7 - CO: ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005**



Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

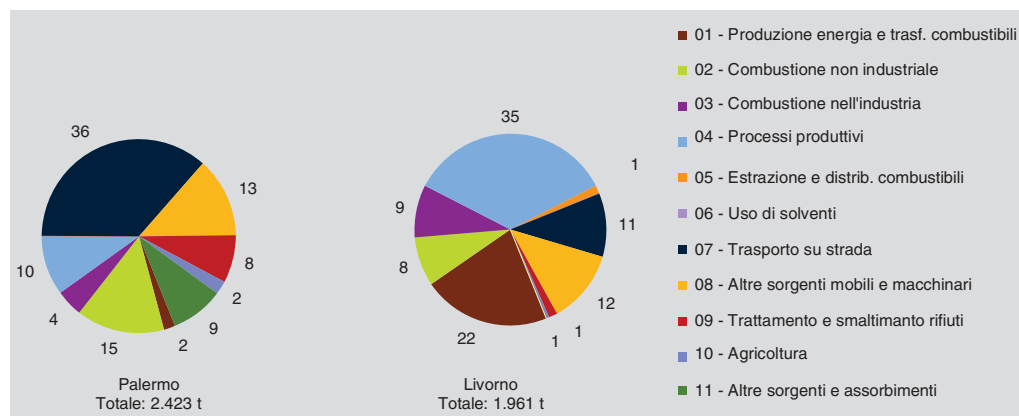


Figura 3.8 - COVnm: ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

Figura 3.9 - PM<sub>10</sub>: ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

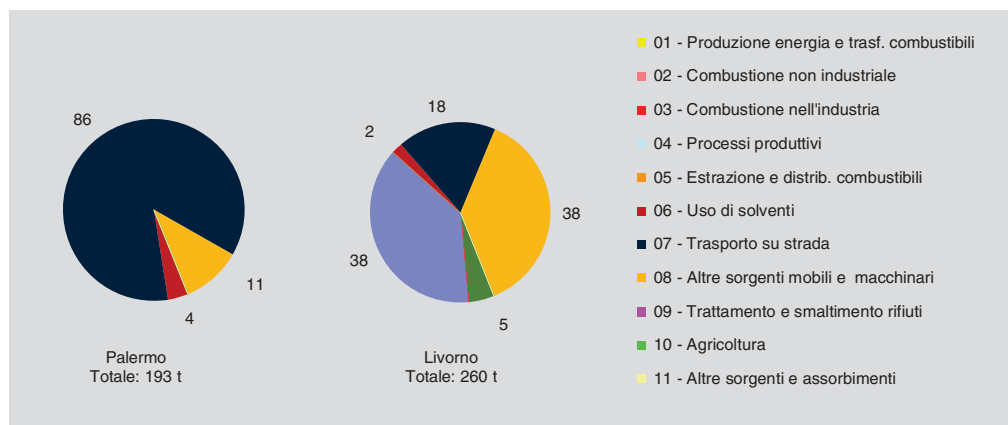
Anche le emissioni del PM<sub>10</sub> primario (Figura 3.9), prevalenti nel computo totale a Palermo rispetto a Livorno, si ripartiscono con modalità diverse tra le due realtà. A Palermo il trasporto stradale prevale rispetto a Livorno (36 contro 11 per cento), dove per contro predominano i processi produttivi (35 contro 10 per cento) e le attività industriali (22 contro 2 per cento). Paragonabile è invece il contributo dovuto al trasporto marittimo. Infine, a Palermo è maggiore l'incidenza del riscaldamento domestico.

Le emissioni totali di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (Figura 3.10) si presentano superiori a Livorno, dove l'apporto prevalente è quello dei processi produttivi (38 per cento) e del traffico portuale (38 per cento), mentre un ruolo secondario è esercitato dal trasporto stradale (18 per cento). Al contrario, quest'ultimo settore è largamente preponderante nella provincia di Palermo (86 per cento), dove il traffico marittimo incide solo per l'11 per cento.



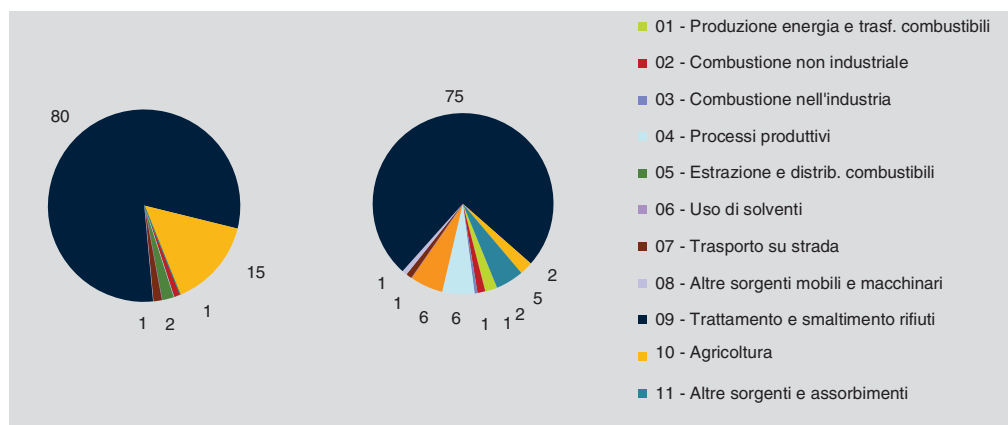
### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

Figura 3.10 -  $C_6H_6$ : ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

Figura 3.11 -  $CH_4$ : ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



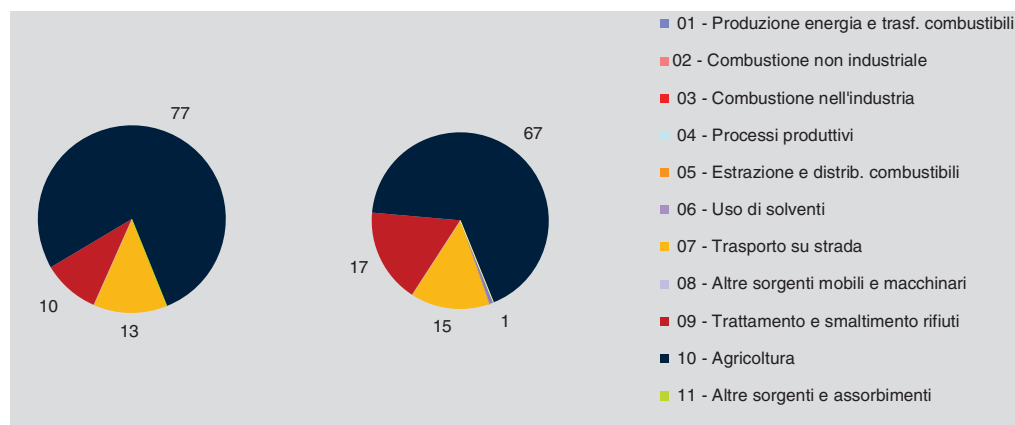
Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

Le emissioni di  $CH_4$  (Figura 3.11), in larga prevalenza dovute al trattamento dei rifiuti, sono evidentemente strettamente legate al diverso numero di residenti nelle due aree, essendo a Palermo in totale all'incirca il triplo che a Livorno.

Anche le emissioni totali di  $NH_3$  (Figura 3.12), prevalentemente di origine agricola, si presentano preponderanti a Palermo (quasi di un fattore 5) rispetto a Livorno, dove invece prevale l'incidenza del trattamento dei rifiuti (17 contro 10 per cento). Confrontabile tra le due realtà è invece il contributo di origine stradale.



Figura 3.12 -  $\text{NH}_3$ : ripartizione per macrosettore delle emissioni totali annue nelle province di Palermo e Livorno - Anno 2005



Fonte: Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra)

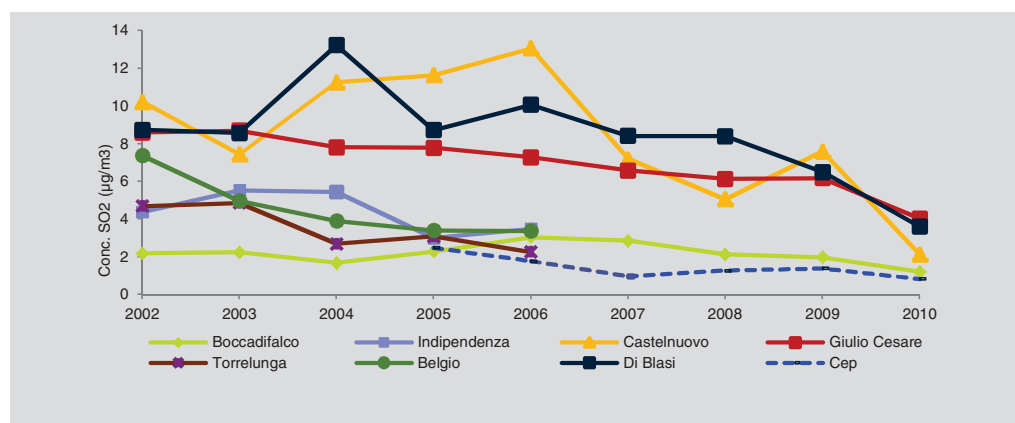
### 3.6 Trend di qualità dell'aria

Nel seguito si riportano, distinti per inquinante, gli andamenti delle concentrazioni medie annue rilevate nelle città di Palermo e Livorno nel periodo 2002-2010 ed i superamenti delle soglie di legge.

#### 3.6.1 Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )

Nelle figure 3.13 e 3.14 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie annue di  $\text{SO}_2$  rilevate su base oraria nelle stazioni di Palermo e Livorno, rispettivamente, che si presentano per tutte ampiamente al di sotto del limite di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Come riportato nella tavola 3.4 per le sole stazioni interessate, entro i valori limite si presentano inoltre sia il numero di ore all'anno in cui viene superato il limite di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che il numero di giorni all'anno in cui viene superato il limite di  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

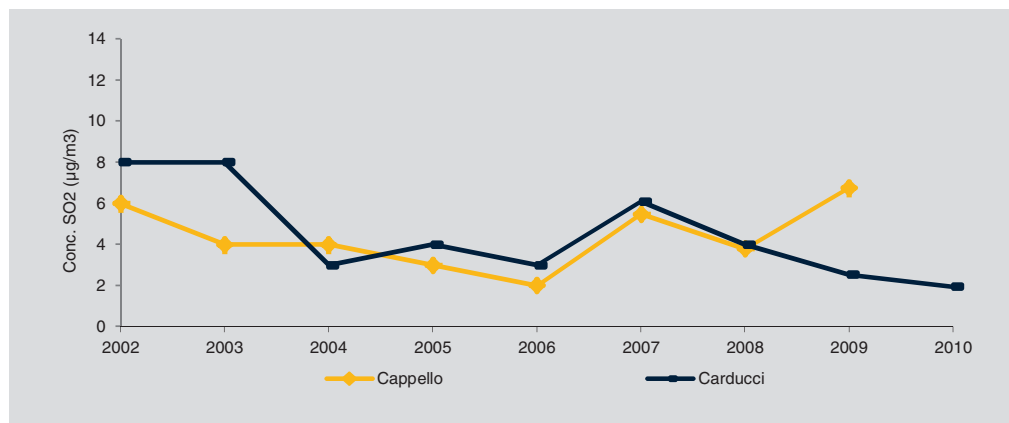
Figura 3.13 -  $\text{SO}_2$ : concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Palermo (valore limite:  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

Figura 3.14 - SO<sub>2</sub>: concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Livorno (valore limite: 350 µg/m<sup>3</sup>)



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)

In definitiva, il quadro complessivo della qualità dell'aria per quanto riguarda l'SO<sub>2</sub> risulta sostanzialmente in linea con quello riportato a livello europeo dall'EEA (2011), caratterizzato nel periodo 2000-2009 da una riduzione di circa il 52 per cento delle concentrazioni nelle stazioni urbane di traffico, a fronte peraltro di un'analogha riduzione delle emissioni di SO<sub>x</sub>.

Fa eccezione la stazione di Cappiello a Livorno (Figura 3.14), peraltro di tipo urbana-fondo, che mostra un andamento delle concentrazioni sostanzialmente non decrescente.

Tavola 3.4 - SO<sub>2</sub>: numero superamenti annui superiori a zero del valore limite di 350 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni orarie (valore limite: 24) e di 125 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni giornaliere rilevati nelle stazioni di Palermo e Livorno (valore limite: 3)

Stazione	Anno									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
CONCENTRAZIONI ORARIE DI 350 µg/m <sup>3</sup>										
Palermo										
Castelnuovo					6					
Di Blasi							1			
Livorno										
Cappiello		1	1							
Carducci		1	1	1						
CONCENTRAZIONI ORARIE DI 125 µg/m <sup>3</sup>										
Palermo										
Castelnuovo					1					
Livorno										
Carducci		1								

Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)



Si osserva inoltre come, nonostante la provincia di Palermo presenti emissioni totali annue di  $\text{SO}_x$  di oltre cinque volte inferiori a quelle di Livorno, le corrispondenti concentrazioni di  $\text{SO}_2$  risultano in alcune stazioni superiori a quelle di Livorno.

Il motivo di tale differenza è probabilmente dovuto alla diversa dislocazione delle stazioni: a Livorno la collocazione è prevalentemente urbana, quindi non pienamente rappresentativa del contesto di tutta l'area provinciale; verosimilmente alcune sorgenti emissive di grandi dimensioni legate a bacini industriali non sono monitorate da alcuna stazione.

### 3.6.2 Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )

Nelle figure 3.15 e 3.16 è illustrato l'andamento delle concentrazioni medie annue di  $\text{NO}_2$  misurate su base oraria nelle stazioni di Palermo e Livorno, rispettivamente: come si può osservare, per tutte le stazioni tali concentrazioni risultano ampiamente al di sotto del valore limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Analogamente, entro il limite di 18 si presenta il corrispondente numero di ore di superamento all'anno di tale soglia, riportato nelle figure 3.17 e 3.18, rispettivamente.

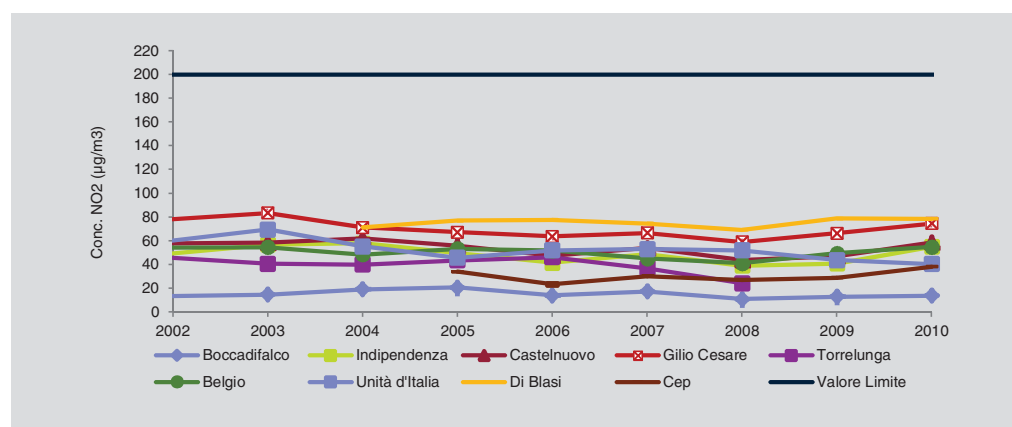
Lo stato della qualità dell'aria nelle due città risulta pertanto accettabile, con andamenti che nel corso degli anni si mantengono sostanzialmente inalterati.

In particolare, le stazioni di Palermo presentano valori annui in media superiori di circa il 40 per cento a quelli delle stazioni di Livorno, peraltro in linea con i corrispondentemente maggiori carichi emissivi di  $\text{NO}_2$  sopportati (Figura 3.16).

Per quanto inoltre riguarda il numero dei superamenti annui della soglia di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nella città di Palermo si segnala molto vicino al valore limite (18) il dato di 17 ore di superamento registrato nell'anno 2009 nella stazione di Di Blasi (Figura 2.17), peraltro ubicata lungo un tratto particolarmente trafficato della città, in quanto funge anche da circonvallazione, dell'autostrada A19 Palermo-Catania.

Un quadro completamente diverso si presenta invece nella città di Livorno, dove il numero di superamenti della soglia prefissata si mantiene negli anni ben al di sotto del valore limite di 18 ore annue (Figura 3.18).

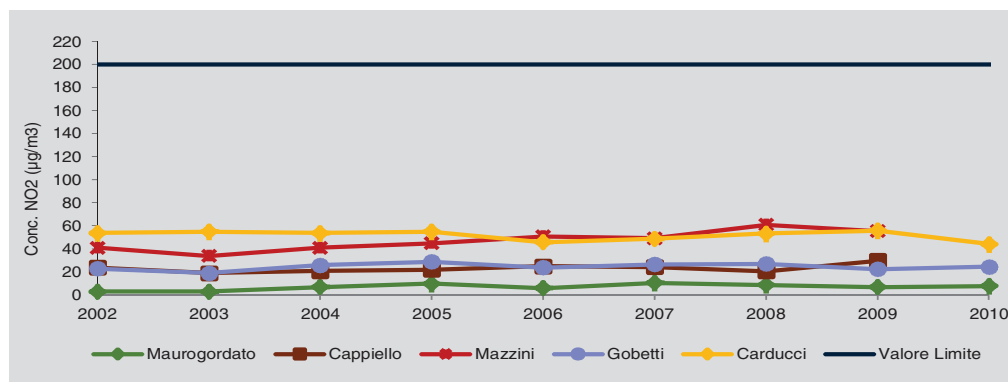
Figura 3.15 -  $\text{NO}_2$ : concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Palermo (valore limite:  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

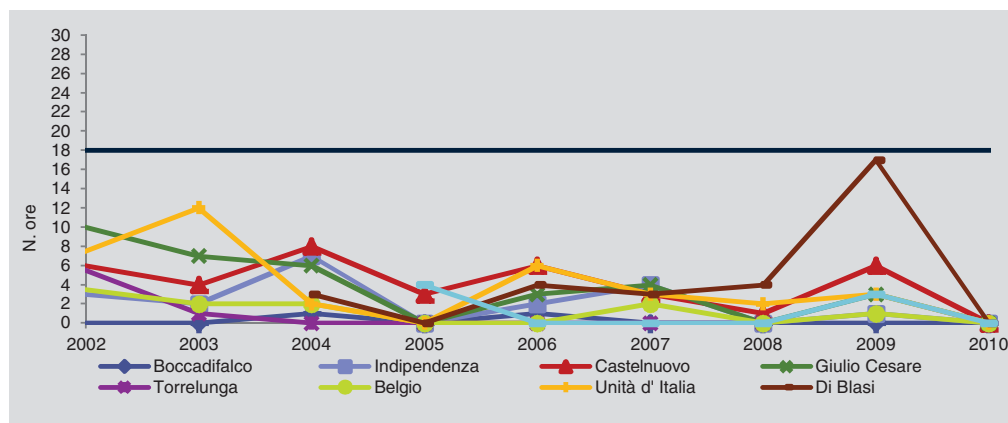
### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

**Figura 3.16 - NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Livorno (valore limite: 200 µg/m<sup>3</sup>)**



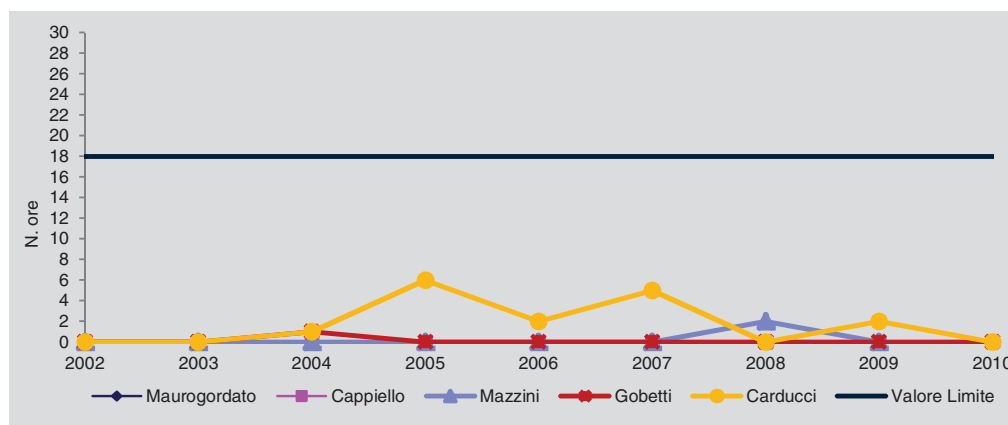
Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)

**Figura 3.17 - NO<sub>2</sub>: numero di superamenti annui del limite di 200 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni orarie rilevati nelle stazioni della città di Palermo (limite: 18)**



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

**Figura 3.18 - NO<sub>2</sub>: numero di superamenti annui del limite di 200 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni orarie rilevati nelle stazioni della città di Livorno (limite: 18)**



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)



### 3.6.3 Monossido di carbonio (CO)

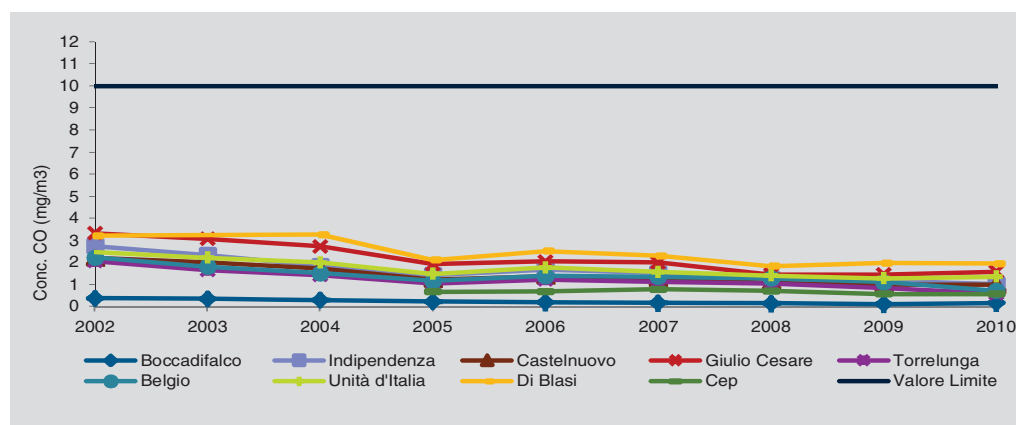
L'andamento delle concentrazioni medie annue dei massimi giornalieri di CO su 8 ore misurati a Palermo e Livorno, riportati rispettivamente nelle figure 3.19 e 3.20, si presentano per tutte le stazioni ampiamente entro il limite di  $10 \text{ mg/m}^3$ .

Essi risultano sostanzialmente in linea con quelli medi europei riportati dall'EEA (2011), caratterizzati nel periodo 1999-2009 da una riduzione del 50 per cento nelle stazioni urbane di traffico, peraltro corrispondente ad un'analogia riduzione (44 per cento) delle emissioni nello stesso periodo.

In definitiva, la qualità dell'aria relativamente al CO è decisamente accettabile per entrambe le città.

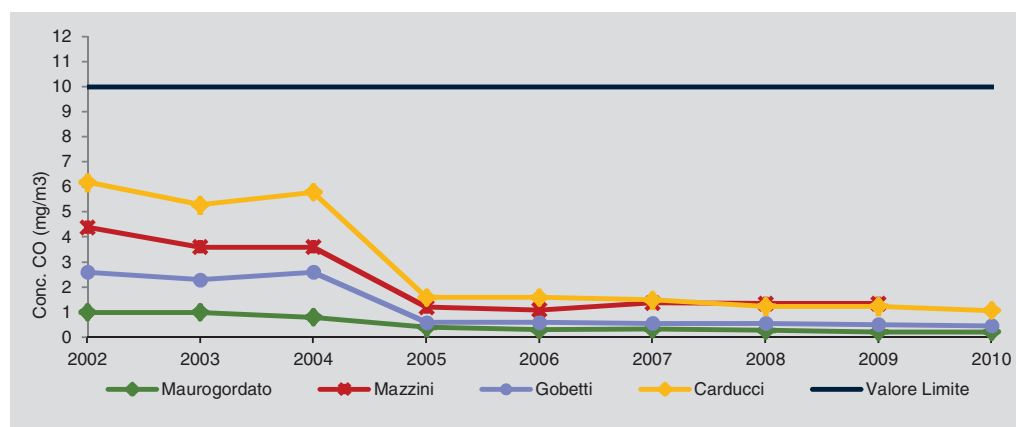
A parte il periodo 2002-2004, Palermo fa registrare concentrazioni mediamente più alte di Livorno, in linea con i maggiori carichi emissivi totali cui è soggetta nell'anno 2005.

Figura 3.19 - CO: concentrazioni medie annue dei massimi giornalieri su 8 ore misurate nelle stazioni della città di Palermo (valore limite:  $10 \text{ mg/m}^3$ )



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

Figura 3.20 - CO: concentrazioni medie annue dei massimi giornalieri su 8 ore misurate nelle stazioni della città di Livorno (valore limite:  $10 \text{ mg/m}^3$ )



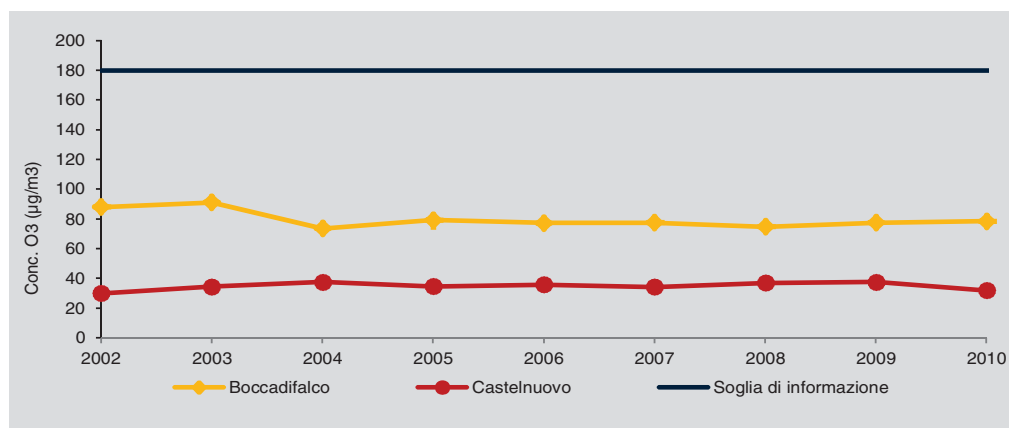
Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)

#### 3.6.4 Ozono ( $O_3$ )

Per le stazioni di Palermo e Livorno si riporta nelle figure 3.21 e 3.22, rispettivamente, l'andamento delle concentrazioni medie annue di  $O_3$  rilevate su base oraria, tutte ampiamente al di sotto della soglia di informazione di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

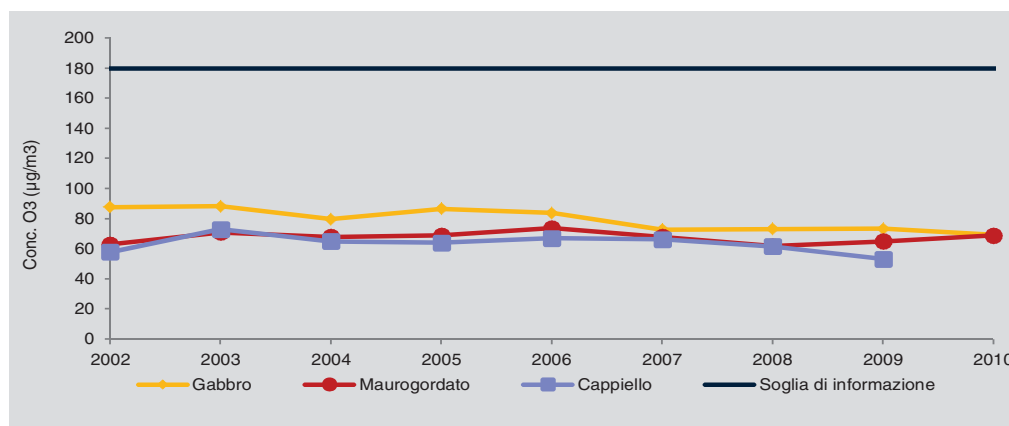
In particolare, andamenti simili (sostanzialmente invarianti) e valori confrontabili presentano la stazione di Boccadifalco a Palermo, e quelle di Gabbro e Maurogordato a Livorno, ovvero le stazioni di fondo preposte al monitoraggio dell' $O_3$ . Si può quindi concludere che la qualità dell'aria nelle due città in esame sia accettabile.

**Figura 3.21 -  $O_3$ : concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Palermo (soglia di informazione:  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

**Figura 3.22 -  $O_3$ : concentrazioni medie annue su base oraria misurate nelle stazioni della città di Livorno (soglia di informazione:  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



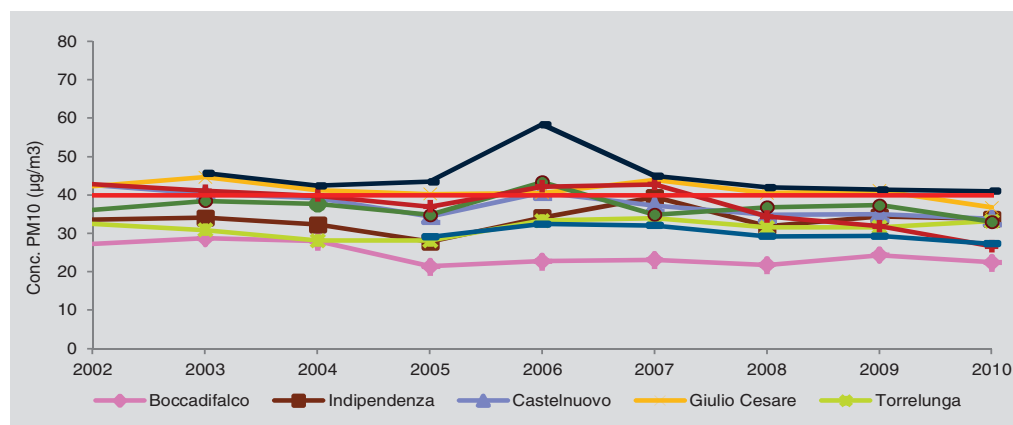
Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)



### 3.6.5 $PM_{10}$

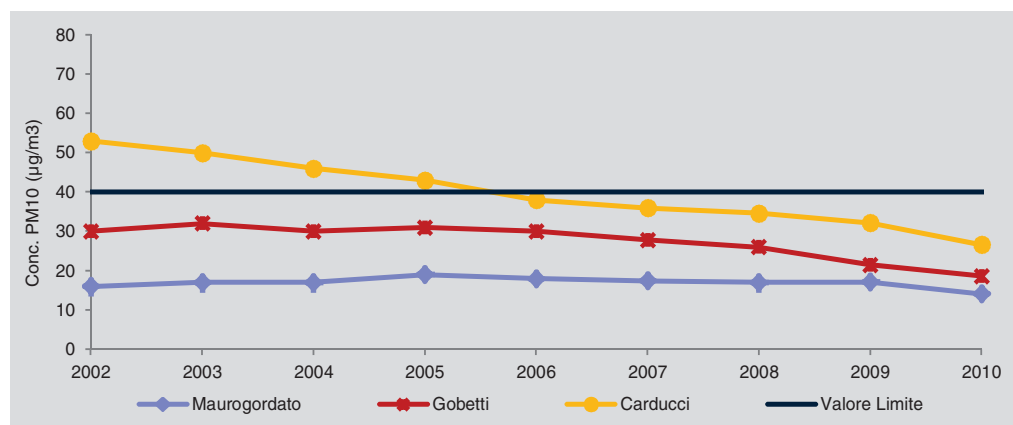
Nelle figure 3.23 e 3.24 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie annue di  $PM_{10}$  rilevate su base giornaliera nelle stazioni di Palermo e Livorno, rispettivamente: diversamente da quanto accade per gli altri inquinanti, il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  risulta in alcuni casi superato, soprattutto nella città di Palermo. Nel corso degli anni, nelle stazioni di Livorno si ha una progressiva riduzione delle concentrazioni, che si presentano al di sotto del valore limite (in particolare Carducci) a partire dall'anno 2006, quello cioè successivo alla sua entrata in vigore. Per contro, un simile andamento non si presenta nelle stazioni di Palermo più direttamente esposte al traffico veicolare, segnatamente Di Blasi e Giulio Cesare, sovente caratterizzate da superamenti del valore limite.

Figura 3.23 -  $PM_{10}$ : concentrazioni medie annue su base giornaliera misurate nelle stazioni della città di Palermo (valore limite:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

Figura 3.24 -  $PM_{10}$ : concentrazioni medie annue su base giornaliera misurate nelle stazioni della città di Livorno (valore limite:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)

Ancora più allarmante è il quadro relativo al numero di superamenti del limite

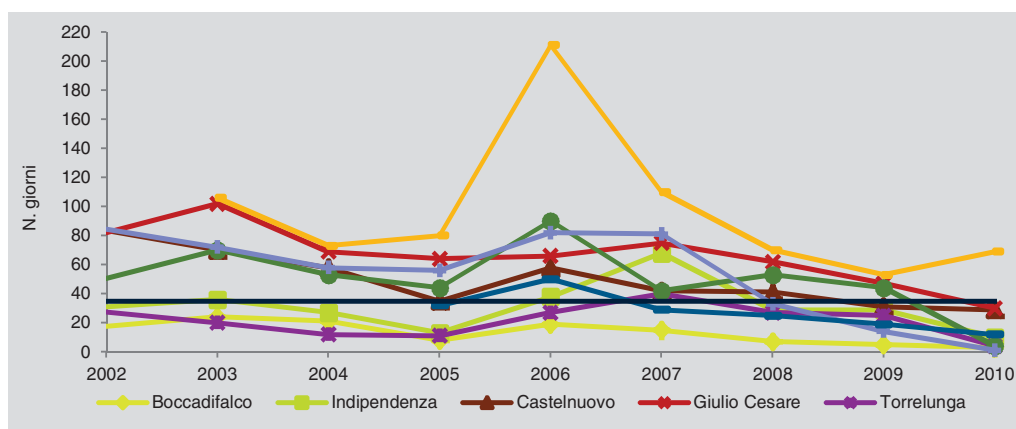


### 3. Qualità dell'aria nelle città di Palermo e Livorno

annuo di 35 giorni, riportato rispettivamente nelle figure 3.25 e 3.26, che a partire dall'anno 2005 risulta superato in tutte le stazioni urbane di traffico di Palermo.

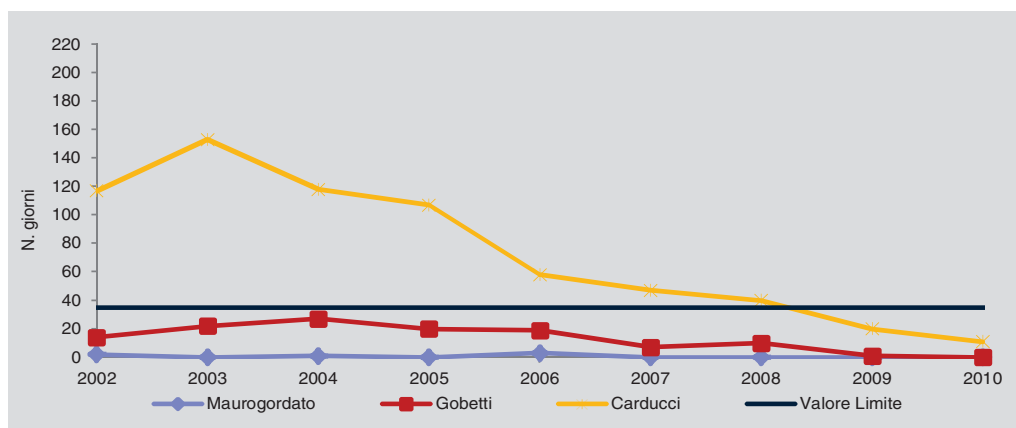
Per un confronto più diretto tra le città di Palermo e Livorno, nella figura 3.27 è riportato il numero di superamenti del limite annuo di 35 giorni registrati nelle stazioni di tipo traffico delle due città; per un confronto più generale, lo stesso andamento è inoltre rapportato alla media di quello nei capoluoghi di provincia in Italia.

**Figura 3.25 - PM<sub>10</sub> : numero superamenti annui del limite di 50 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni giornaliere rilevati nelle stazioni della città di Palermo (limite: 35)**



Fonte: European Environmental Agency (EEA)

**Figura 3.26 - PM<sub>10</sub> : numero superamenti annui del limite di 50 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni giornaliere rilevati nelle stazioni della città di Livorno (limite: 35)**



Fonte: European Environmental Agency (EEA) e Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat)

Come si può osservare nella figura 3.27, per i primi anni (2003-2005) Livorno appare caratterizzata da un numero maggiore di superamenti rispetto a Palermo, mentre a partire dal 2006 è quest'ultima a presentare i valori maggiori.

È importante notare che le stazioni di Palermo fanno registrare un numero di superamenti sempre superiore al valore limite annuo, così come quelle di Livorno

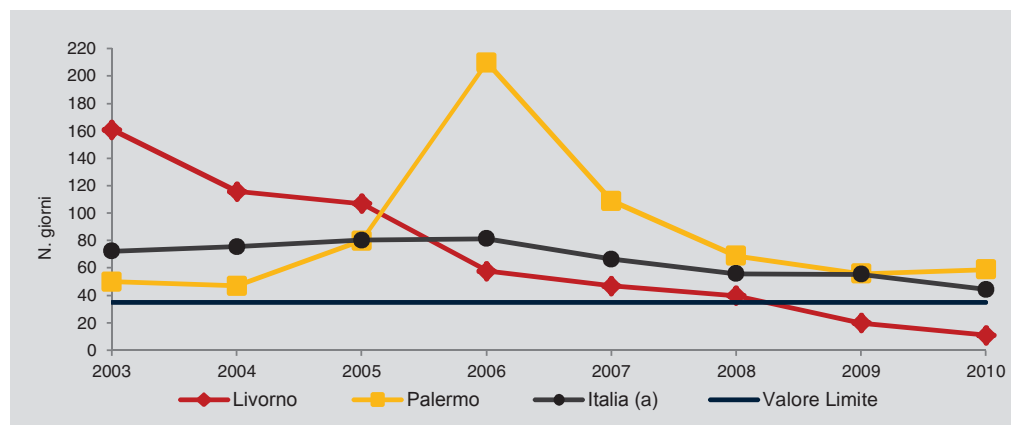


solo a partire dall'anno 2009 rientrano nei limiti.

Per quanto riguarda il confronto rispetto alla media nei comuni capoluogo di provincia italiani, le due città mostrano andamenti del tutto contrapposti: mentre le stazioni di traffico di Livorno mostrano andamenti superiori alla media nazionale nei primi anni (2003-2005) ed inferiori a partire dal 2006, quelle di Palermo, viceversa, fanno registrare valori inferiori alla media nazionale solo nel periodo 2003-2005 ed al contrario superiori negli anni successivi.

In definitiva, per quanto riguarda la città di Palermo, il preoccupante scenario relativo al  $PM_{10}$  appare riconducibile non solo al maggiore carico emissivo totale di  $PM_{10}$  primario nella provincia di Palermo, ma anche al suo contributo più direttamente legato al traffico stradale.

Figura 3.27 -  $PM_{10}$ : numero superamenti annui del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nelle concentrazioni giornaliere rilevati nelle stazioni di tipo traffico dei comuni capoluogo di provincia in Italia (limite: 35)



Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città  
(a) Insieme dei capoluoghi di provincia in Italia.

### 3.6.6 Benzene ( $C_6H_6$ )

Il valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le concentrazioni medie annue di  $C_6H_6$ , in vigore a partire da gennaio 2010, risulta superato unicamente nella stazione di Di Blasi (Palermo), dove per il 2010 risulta pari a  $7,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Per contro, non si registrano superamenti di tale soglia nelle stazioni di Livorno, peraltro complessivamente soggetta a carichi emissivi totali maggiori.

### Riferimenti bibliografici

- Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat). Portale del sistema informativo regionale dell'ambiente della Toscana (Sira).  
<http://sira.arpat.toscana.it/anaconda/sceltafiltri.jsp?colId=235> (settembre 2012)
- Agenzia regionale protezione ambientale toscana (Arpat). *Rapporto annuale sulla qualità dell'aria*. Provincia di Livorno. Anno 2009. 2010.
- Associazione dei porti italiani. Statistiche annuali.  
<http://www.assoporti.it/statistiche/annuali> (settembre 2012)
- Comune di Palermo. *Città di Palermo - Relazione sullo Stato dell'Ambiente*. Progetto "Agenda 21". 2006.
- European Environmental Agency (EEA). *Air quality in Europe – 2011 report. Rapporto tecnico n. 12*. ISSN 1725-2237. 2011.
- European Environmental Agency (EEA). *AirBase – The European air quality database*.  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/airbase-the-european-air-quality-database-6> (settembre 2012).
- Istat. 2012. *Dati ambientali nelle città*. Statistiche report. Roma: Istat. 30 luglio 2012.  
<http://www.istat.it/it/archivio/67990> (accesso settembre 2012)
- Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra). *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni*. 92/2009. ISBN 978-88-448-0392-6. 2009.
- Parlamento europeo e Consiglio dell'unione europea. *Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea. 11/06/2008.
- Presidente della Repubblica. Decreto legislativo 13 agosto 2010 n. 155. *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*. S.O. n. 217 alla Gazzetta ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010.



## 4. L'INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO IN SICILIA E I RISCHI SULLA SALUTE UMANA. UN'ANALISI MULTIVARIATA

### 4.1 Introduzione

Negli ultimi anni i livelli di esposizione a campi elettromagnetici sono aumentati con continuità e in misura considerevole.

Ciò ha condotto i Paesi industrializzati, compresa l'Italia, a svolgere una vasta attività di ricerca per definire i meccanismi biofisici di interazione e descrivere i possibili effetti biologici e sanitari.

La diffidenza verso il fenomeno è da ricondursi, in particolare, alla mancanza di percezione a livello sensitivo, alle complesse caratteristiche fisiche e alla difficoltà di capire i meccanismi di interazione con il corpo umano; ne consegue il bisogno di un solido e costante supporto in termini di azioni di prevenzione, controllo, informazione e comunicazione.

La conoscenza della distribuzione e delle modalità di emissione degli impianti di energia elettrica e delle telecomunicazioni sul territorio è alla base della valutazione del livello dell'inquinamento elettromagnetico. Tale strumento di conoscenza risulta indispensabile per potere attuare in modo efficace qualsiasi politica di pianificazione tendente al riordino del settore.

Nel presente lavoro verranno analizzati alcuni indicatori per uno studio multidimensionale del fenomeno e i possibili rischi da esposizione ai campi elettromagnetici.

### 4.2 Le fonti di campi elettromagnetici

Lo sviluppo di tecnologie di telecomunicazione ha portato ad una capillare diffusione delle sorgenti sul territorio.

Le fonti di campi elettromagnetici differiscono per sorgenti ad alta e bassa frequenza (Figura 4.1). I campi ad alta frequenza o *RF* (Radio Frequenza), compresi tra 100 kHz e 300 GHz, sono di due tipi: sistemi di radiodiffusione sonora e televisiva (*RTV*); stazioni radio base per la telefonia mobile (*SRB*). Infine, le sorgenti a bassa frequenza (fino a 300 Hz) sono i sistemi di produzione e utilizzo finale di energia elettrica (elettrodotti, cabine di trasformazione, elettrodomestici, eccetera) definiti come campi *ELF* (Extremely Low Frequency). Per la rete italiana la frequenza industriale *ELF* è pari a 50 Hz.

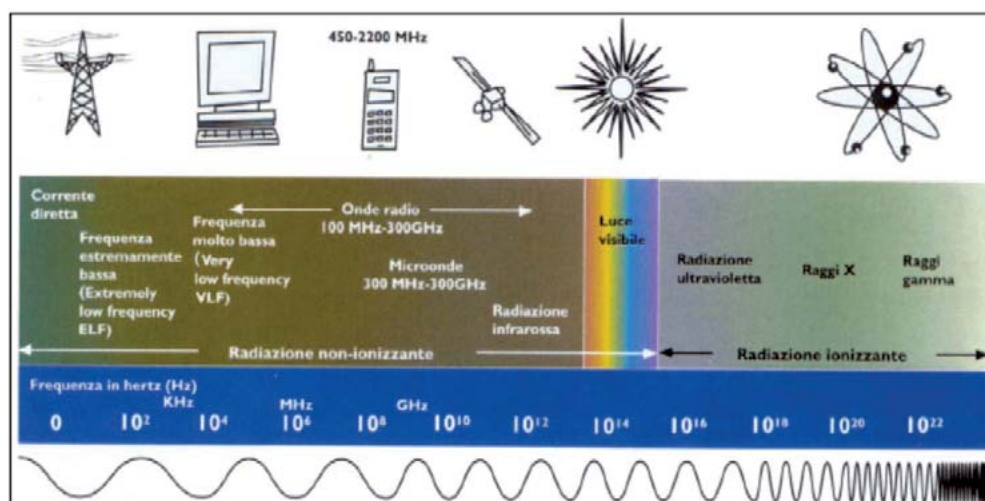
Le innovazioni tecnologiche rappresentano importanti evoluzioni del livello di qualità della vita ma spesso si associano a fenomeni di impatto ambientale e a problematiche di carattere sanitario. Sebbene non siano ancora del tutto conosciuti gli effetti biologici dei campi elettromagnetici, legati a esposizioni a lungo termine, gli impianti possono alterare il paesaggio naturale ed il tessuto urbano, determinando

non solo fenomeni di impatto ambientale ma anche possibili conseguenze sulla salute pubblica.

La percezione di un rischio da parte dei cittadini, indipendentemente dalla certezza della sua esistenza, deve condurre i policy maker a dare risposte chiare e complete alla comunità. In particolare, occorre attuare politiche mirate alla tutela della salute pubblica e al rispetto dei vincoli di emissione.

È essenziale una corretta valutazione della dimensione del fenomeno basata sulla conoscenza di dati ambientali che, organizzati in indicatori sintetici dello stato dell'ambiente, possano fornire informazioni chiare ed esaurienti.

Figura 4.1 - Spettro elettromagnetico



### 4.3 Il quadro normativo

A livello comunitario le normative che regolano il campo elettromagnetico si basano in gran parte sulle linee guida stabilite da ICNIRP<sup>1</sup> (Commissione internazionale sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti), organizzazione non governativa formalmente riconosciuta da OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità).

Le linee guida stabiliscono i valori limite di esposizione con riferimento agli effetti sanitari accertati, senza però considerare al momento attuale i possibili effetti (cancerogeni e altre conseguenze significative) a lungo termine.

La normativa italiana, rispetto all'approccio internazionale, è più attenta alla *tutela* tenendo conto del rischio connesso con le esposizioni prolungate nel tempo, anche in assenza di una accertata connessione di causa-effetto tra esposizione e patologia. La scelta è quindi basata sul principio di *evitare con prudenza* (prudent avoidance), che afferma come sia prudente evitare o quanto meno ridurre, per quanto possibile, un'esposizione ad un agente esterno.

<sup>1</sup> ICNIRP: Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494-522, 1998; edizione ampliata e corretta in R. Matthes, J.H. Bernhardt, A.F. McKinlay (eds.) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection 1999, ISBN 3-9804789-6-3.

Il quadro della normativa italiana, sulla problematica connessa all'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e sulla definizione dei limiti da rispettare, fa riferimento al decreto ministeriale del 10 settembre 1998 n. 381.

Attualmente, il quadro normativo è stato aggiornato e completato con la pubblicazione della legge quadro n. 36/2001 i cui provvedimenti attuativi sono stati emanati con dpcm dell'8 luglio 2003. Tale legge definisce in maniera univoca i principi fondamentali e le competenze specifiche ai fini della tutela dell'ambiente, della salute della popolazione e dei lavoratori. La normativa si basa su una *protezione* a più livelli.

La protezione, rispetto agli effetti sanitari accertati (effetti acuti), si realizza con la definizione dei *limiti di esposizione* ossia di quei "valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valori di immissione che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione".

La protezione, rispetto agli effetti a lungo termine, si realizza con la definizione del *valore di attenzione* ossia di quel "valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico considerato come valore di immissione che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate".

Gli *obiettivi di qualità*, ossia di "valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico considerati come valori di emissione degli impianti e delle apparecchiature, sono da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, anche attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili, al fine di realizzare gli obiettivi di tutela sanitari ed ambientali con riferimento anche a possibili effetti a lungo termine". I limiti normativi sono indicati nelle tavole 4.1 e 4.2.

**Tavola 4.1 - Limiti di esposizione per la popolazione**

FREQUENZA	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m <sup>2</sup> )
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3.000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,1	4

Fonte: G.U. n. 199 del 28 agosto 2003 del DPCM 8 luglio 2003

**Tavola 4.2 - Valori di attenzione e obiettivi di qualità**

FREQUENZA	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m <sup>2</sup> )
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3MHz - 300 GHz)

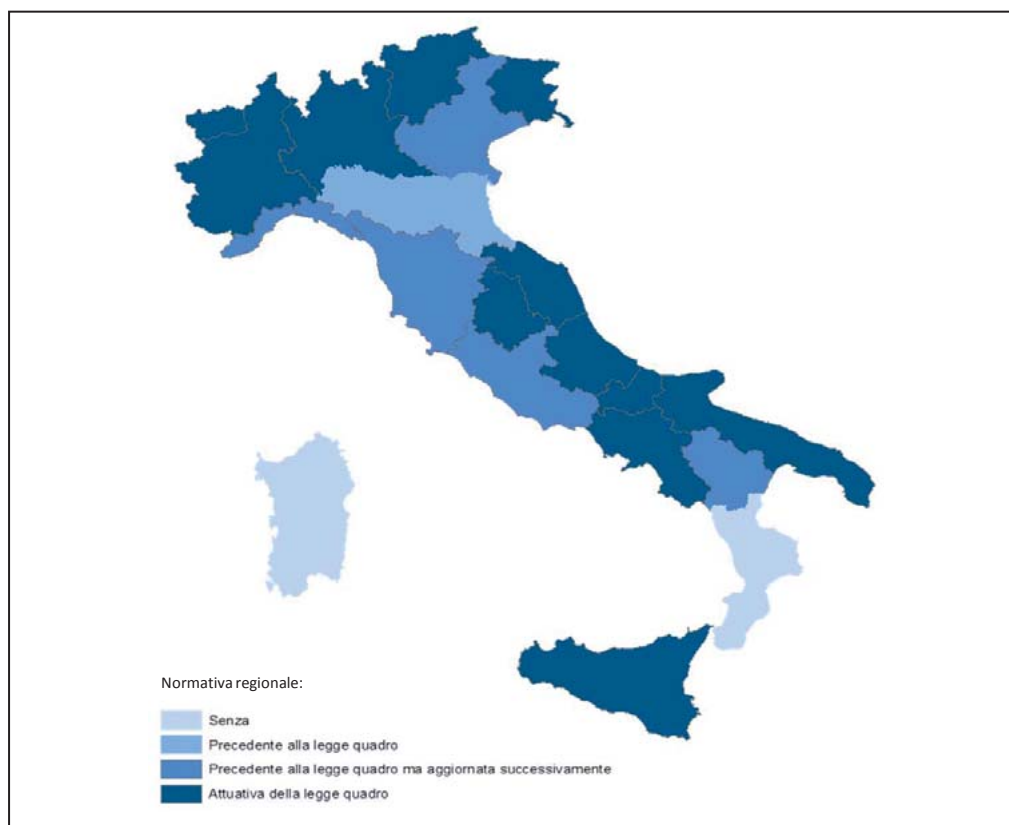
Fonte: G.U. n. 199 del 28 agosto 2003 del DPCM 8 luglio 2003

Il recepimento della normativa nazionale, in materia di impianti di radiofrequenza, mette in evidenza divergenze regionali (Figura 4.2).

L'Emilia-Romagna è l'unica regione ad avere una legge regionale precedente, che è stata successivamente aggiornata. Le regioni Sardegna e Calabria non hanno, al momento, leggi regionali in materia di impianti di radiofrequenza.



Figura 4.2 - Normative regionali



Fonte: Rapporto "Rassegna normativa" (Ispra)

#### 4.4 Effetti sulla salute umana

Negli ultimi anni, lo sviluppo delle reti di distribuzione dell'energia elettrica e in particolare quello delle telecomunicazioni e della telefonia cellulare, hanno incrementato in modo straordinario l'esposizione ai campi elettromagnetici nell'ambiente in cui viviamo.

Le prime segnalazioni di fenomeni di ipersensibilità a campi elettromagnetici risalgono agli anni Ottanta: esse hanno riguardato diversi casi di soggetti che accusavano sintomi alla pelle per lunga esposizione ad apparecchi emettitori di campi elettromagnetici, con particolare riferimento ai video terminali.

Successivamente, diversi studiosi hanno sospettato che i circuiti elettrici, le apparecchiature domestiche e industriali, le linee elettriche ad alta tensione potessero essere la causa di problemi di salute.

Pur in assenza di criteri diagnostici specifici altri sintomi (mal di testa, nausea, irritazioni, disturbi nella memoria, eccetera) cominciarono ad essere indicati come *ipersensibilità elettromagnetica*.<sup>2</sup>

Sulle correlazioni tra radiazioni non ionizzanti e le patologie umane sono stati eseguiti molti studi sperimentali, la maggior parte dei quali però non ha rilevato sufficienti indizi su relazioni causa-effetto.

Queste attività di analisi da parte di numerose agenzie di ricerca, sono aumen-

<sup>2</sup> Maila Hietanen. Istituto Finlandese per l'Igiene del lavoro. Helsinki. Il punto di vista attuale sulla ipersensibilità ai campi Elettromagnetici 2007.



tate di numero per la crescente preoccupazione della popolazione sulla pericolosità dei campi elettromagnetici ed, in particolare, per la fascia di età infantile ritenuta maggiormente sensibile.

Ad oggi, gli unici studi scientifici che rilevano una seppur minima relazione tra le radiazioni non ionizzanti e i rischi per la salute umana sono quelli riguardanti i campi a bassa frequenza *ELF*.

L'Agenzia scientifica internazionale IARC (International Agency for Research on Cancer) ha riconosciuto l'associazione tra esposizione ai campi a bassa frequenza con una esposizione media di lunga durata a valori superiori a  $0,4 \mu T^3$  e l'insorgenza di forme di leucemia infantile.<sup>4</sup>

Secondo la classificazione standard della IARC, i campi elettromagnetici a bassa frequenza sono stati classificati come "Forse cancerogeni per l'uomo".

Per quanto riguarda i campi ad alta frequenza (telefonini e stazioni radio base), gli studi epidemiologici hanno dato risultati contraddittori e i dati disponibili fino ad oggi suggeriscono che l'esposizione a questi campi non provochi effetti dannosi per la salute.

Tutti gli effetti sanitari accertati dei campi a radiofrequenza sono chiaramente legati al riscaldamento dei tessuti che sono più a contatto con la sorgente. Infatti, l'energia elettromagnetica, una volta assorbita, viene convertita in calore. Questo fenomeno è ben visibile tra gli utilizzatori dei telefoni cellulari in cui è stato evidenziato un incremento della temperatura nella parte della testa ove si posiziona il telefonino durante l'utilizzo. Ma secondo i recenti studi da parte dell'Istituto superiore di sanità, i livelli di riscaldamento sono troppo bassi per produrre effetti significativi sulla salute umana.

In realtà, l'energia a radiofrequenza interagisce con i tessuti corporei, ma nessuno studio ha dimostrato effetti negativi sulla salute per livelli di esposizione inferiori a quelli raccomandati dalle linee guida internazionali.<sup>5</sup>

Attualmente, non sembra esserci una risposta definitiva alla relazione causa-effetto delle radiazioni non ionizzanti e sembrerebbe logico assumere, laddove possibile, un approccio metodologico al problema essenzialmente prudenziale e cautelativo.

Si sottolinea comunque la necessità di ulteriori approfondimenti da parte delle organizzazioni scientifiche internazionali con la finalità di identificare eventuali meccanismi di interazione e di verificare potenziali effetti a lungo termine.

Occorre un'azione più efficace delle autorità governative nel mettere a punto politiche finalizzate alla riduzione delle esposizioni elettromagnetiche per adulti e bambini e ad una campagna di informazione/sensibilizzazione a difesa della salute pubblica.

### 4.5 Indicatori di monitoraggio dei campi elettromagnetici in Sicilia

Per lo studio del campo elettromagnetico in Sicilia sono stati individuati tre gruppi di indicatori basati su una struttura di relazioni causali con l'ambiente. Gli indicatori sono selezionati in base ai parametri e valori limite definiti dalla normativa nazionale secondo gli obiettivi di salvaguardia della salute umana e di tutela ambientale. Le

<sup>3</sup> Negli studi epidemiologici, l'intensità del campo magnetico alle basse frequenze è espressa attraverso il tesla (T) che esprime la densità di flusso, una grandezza correlata al campo magnetico.

<sup>4</sup> IAARC. (International Agency for Research on Cancer). Monografia n. 80, risultati studi pubblicati nel 2002.

<sup>5</sup> Paolo Vecchia. Istituto Superiore di Sanità. Roma. Aspetti sanitari dell'esposizione a campi elettromagnetici. 2005.



fonti di dati si riferiscono a Arpa Sicilia, Terna Spa e Enel distribuzione Spa.

*Indicatori di pressione:* densità di impianti e siti per radiotelecomunicazione, potenza complessiva degli impianti per radiotelecomunicazione, lunghezza delle linee elettriche. Essi misurano la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente e descrivono le variabili che causano direttamente i problemi ambientali.

*Indicatori di stato:* superamenti dei limiti per l'esposizione in prossimità degli impianti radiotelevisivi e delle stazioni radio base. Essi descrivono le componenti ambientali considerando la loro qualità, quantità e le relative variazioni nel tempo.

*Indicatori di risposta:* interventi di controllo e monitoraggio su sorgenti di campi *RF* e *ELF*. Essi rilevano la capacità e l'efficienza delle azioni intraprese per il controllo e il risanamento ambientale.

#### 4.5.1 Indicatore di pressione: Densità impianti per radiotelecomunicazione

Si riportano le informazioni relative alla densità degli impianti e dei siti per i campi a radiofrequenza *RF* nel 2008 (ultimo anno disponibile dei dati).

Per le province siciliane, l'indicatore misura la numerosità e la potenza degli impianti radio base della telefonia mobile *SRB*.

Questo tipo di informazione quantifica la pressione reale esercitata dagli impianti sul territorio in presenza della popolazione esposta alle radiazioni.

I dati della tavola 4.3 indicano una maggiore concentrazione degli impianti *SRB* nelle province di Palermo, Catania e Messina. Il comune di Catania, inoltre, presenta il valore più alto in termini di densità territoriale (36 impianti *SRB* per 100 km<sup>2</sup>). Messina è, invece, la provincia con il più elevato rapporto tra *SRB* e abitanti (14 impianti per 10 mila abitanti).

Tavola 4.3 - Densità impianti per stazione radio base *SRB* - Province siciliane - Anno 2008

PROVINCE	Impianti <i>SRB</i>			Potenza complessiva	
	n	n/100 Km <sup>2</sup>	n/10.000 abitanti	kW	kW/10.000 abitanti
Agrigento	349	11,5	7,7	26,8	0,6
Caltanissetta	249	11,7	9,1	16,1	0,6
Catania	1.274	35,9	11,8	80,2	0,7
Enna	151	5,9	8,7	9,6	0,6
Messina	921	28,4	14,1	53,5	0,8
Palermo	1.395	27,9	11,2	89,8	0,7
Ragusa	337	20,9	10,8	26,6	0,9
Siracusa	382	18,1	9,5	28,1	0,7
Trapani	613	24,9	14,1	48,1	1,1
<b>Sicilia</b>	<b>5.671</b>	<b>22,1</b>	<b>11,3</b>	<b>378,8</b>	<b>0,8</b>

Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa, Istat

Le potenze complessive emesse dagli impianti registrano valori più alti nelle province di Palermo (89,8 kW) e Catania (80,2 kW).

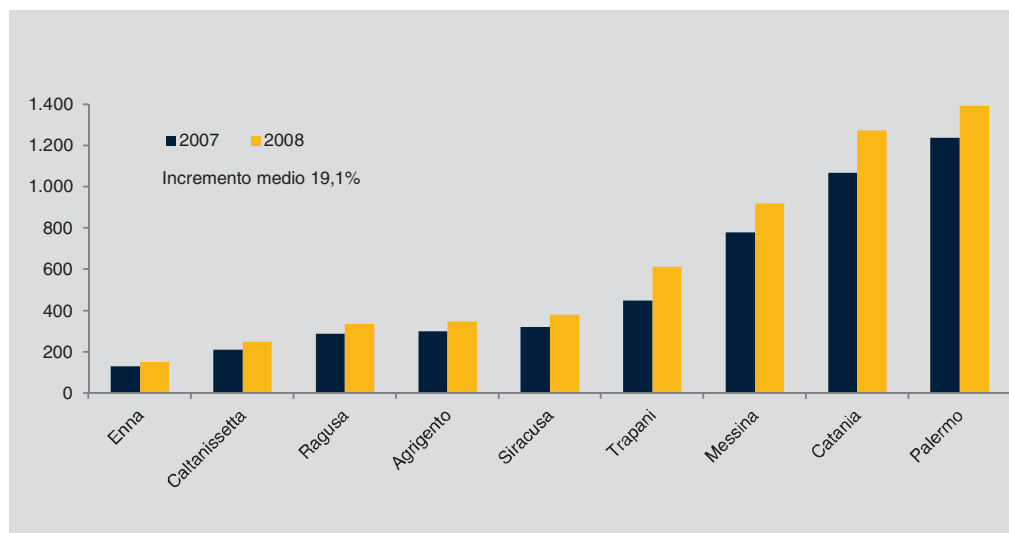
Dal 2007 al 2008 la consistenza e la potenza degli impianti (Figure 4.3 e 4.4) è caratterizzata da incrementi piuttosto consistenti in tutte le province siciliane e con variazioni medie attorno al 20 per cento. Il trend positivo, in linea con i dati nazionali,

## 4. L'inquinamento elettromagnetico in Sicilia e i rischi sulla salute umana

59

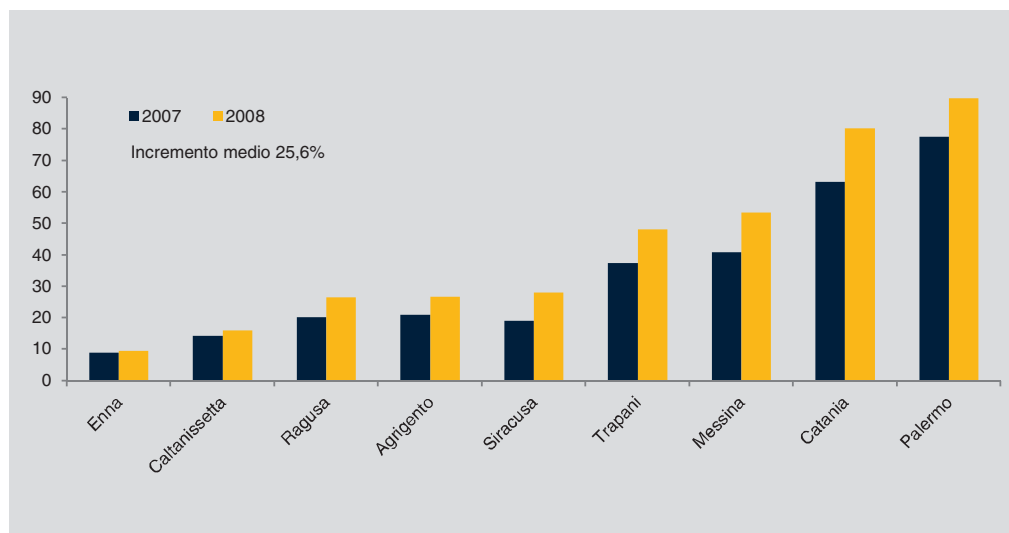
è attribuibile al forte sviluppo tecnologico che sta investendo il settore della telefonia mobile e l'installazione di nuovi impianti per garantire la copertura del territorio.

Figura 4.3 - Numero impianti *SRB* - Province siciliane - Anni 2007 e 2008



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa, Istat

Figura 4.4 - Potenza totale emessa (kW) dagli impianti *SRB* - Province siciliane - Anni 2007 e 2008



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa, Istat

### 4.5.2 Indicatore di pressione: Lunghezza linee elettriche

L'indicatore riporta per ciascuna Provincia e per i diversi livelli di tensione (150 kV *alta tensione*, 220 kV e 380 kV *altissima tensione*) i chilometri di linee elettriche esistenti, in valore assoluto e normalizzato rispetto alla superficie (Lunghezza linee elettriche/Territorio in km<sup>-1</sup>).

L'informazione quantifica le fonti principali di pressione sull'ambiente in termini di campi a bassa frequenza *ELF*.



La maggior parte della rete elettrica in Sicilia (Tavola 4.4) è costituita da linee ad alta tensione (150 kV) con una lunghezza complessiva di 3.036 chilometri (si esclude dall'analisi la rete elettrica a media e bassa tensione <40 kV). Esse sono concentrate principalmente nelle province di Palermo (603,3 km), Catania (429,6 km) e Messina (412,6 km). La provincia di Ragusa registra invece il valore più basso (152,1 km).

Tavola 4.4 - Lunghezza delle linee elettriche - Province siciliane - Anno 2008

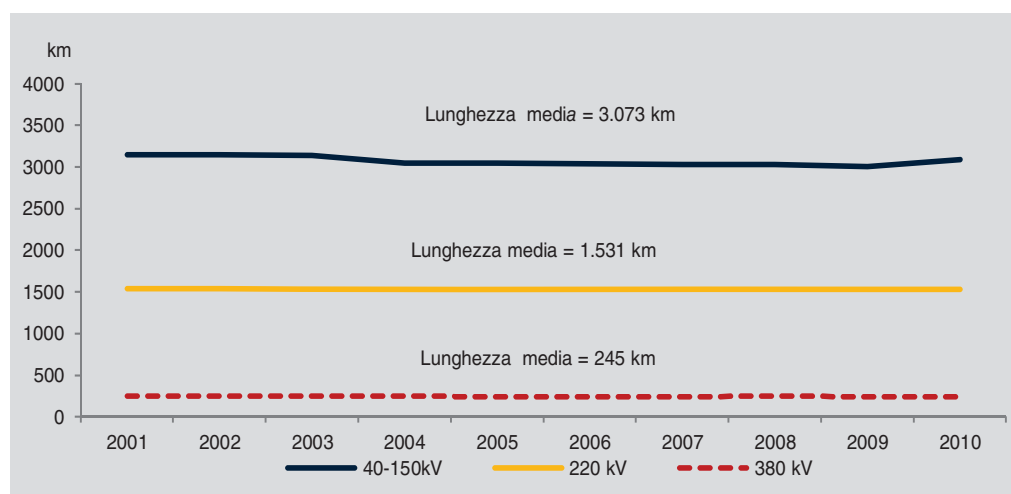
PROVINCE	Lunghezza (L) km			Normalizzata a superficie regionale (L/S) 100 km <sup>-1</sup>		
	150 kV	220 kV	380 kV	150 kV	220 kV	380 kV
Agrigento	379,0	213,7	0,0	12,4	7,0	0,0
Caltanissetta	281,8	77,6	0,0	13,2	3,6	0,0
Catania	429,6	159,7	99,5	12,1	4,5	2,8
Enna	225,3	0,0	11,0	8,8	0,0	0,4
Messina	412,6	296,6	73,7	12,7	9,1	2,3
Palermo	603,3	404,7	0,0	12,1	8,1	0,0
Ragusa	152,1	104,7	18,1	9,4	6,5	1,1
Siracusa	319,1	141,1	46,6	15,1	6,7	2,2
Trapani	233,5	112,9	0,0	9,5	4,6	0,0
SICILIA	3.036,3	1.510,9	248,8	11,8	5,9	1,0
<b>Italia (Media)</b>	<b>1.934,2</b>	<b>508,3</b>	<b>535,9</b>	<b>12,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>

Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa, Istat

Inoltre, i dati provinciali delle lunghezze di linee a 150 e 220 kV, normalizzati per superficie, presentano valori superiori alla media nazionale con un inevitabile aumento dei rischi di esposizione della popolazione locale e una maggiore pressione dal punto di vista ambientale.

Tale parametro sembrerebbe imputabile a fattori oro-geografici del territorio siciliano, così come da esigenze di erogazione e consumo di energia per i più vari scopi.

Figura 4.5 - Lunghezza delle linee elettriche con tensione 40 - 150 kV, 220 kV e 380 kV in Sicilia - Anni 2001-2010



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa, Istat

#### 4. L'inquinamento elettromagnetico in Sicilia e i rischi sulla salute umana

Dal 2001 al 2010 la lunghezza chilometrica delle linee elettriche in Sicilia ai tre livelli di tensione esaminati (Figura 4.5), sostanzialmente non è variata attestandosi mediamente a 3.073 km per l'alta tensione (40-150 kV), 1.531 km e 245 km (220 kV e 380 kV) per l'altissima tensione.

##### 4.5.3 Indicatore di stato: Superamenti limiti di emissione degli impianti RF

L'indicatore riporta i casi di non conformità rilevati dall'attività di controllo svolta dai dipartimenti Arpa su sorgenti di radiofrequenze *RF* (impianti radiotelevisivi *RTV* e stazioni radio base della telefonia cellulare *SRB*).

Nell'analisi si considerano i superamenti dei valori limite fissate dalle norme nazionali: *valori di cautela* pari a 6 V/m per il campo elettrico da rispettare nei luoghi in cui si prevede una permanenza superiore alle quattro ore; *limiti di esposizione* pari a 20 V/m per il campo elettrico da rispettare in qualunque situazione.

Le norme inoltre prevedono che, ove si verificano tali superamenti, devono essere attuate azioni di risanamento a carico dei titolari degli impianti.

Nel 2008, ultimo riferimento temporale disponibile per i dati provinciali, il numero dei superamenti dei limiti di legge nel territorio è risultato piuttosto contenuto (Tavola 4.5). Infatti, su 17 superamenti complessivi solo 5 si riferiscono ai limiti di esposizione rilevati nel trapanese e siracusano.

Tavola 4.5 - Numero superamenti rilevati per gli impianti *RF* - Province siciliane - Anno 2008

PROVINCE	COMUNE	Superamento valore di attenzione 6 V/m		Superamento limite di esposizione 20 V/m		Totale numero superamenti
		Valore	% sup.	Valore	% sup.	
AG	Agrigento	6,3	5,0	-	-	2
	Agrigento	6,5	8,3	-	-	-
CT	Valverde	8,4	40,0	-	-	1
ME	S. Stefano di Camastra	14,9	147,8	-	-	1
SR	Siracusa	10,0	67,0	-	-	9
	Siracusa	10,8	79,2	-	-	-
	Siracusa	8,4	40,3	-	-	-
	Siracusa	-	-	24,0	20,1	-
	Siracusa	-	-	23,6	18,0	-
	Siracusa	13,0	116,7	-	-	-
	Siracusa	-	-	42,6	113,0	-
	Siracusa	13,0	116,7	-	-	-
	Portopalo di Capo Passero	7,0	16,5	-	-	-
TP	Erice	-	-	29,4	47,2	4
	Erice	-	-	27,3	36,3	-
	Erice	10,9	82,2	-	-	-
	San Vito Lo Capo	8,0	33,3	-	-	-
MEDIA		9,8	62,8	29,4	46,9	3,4

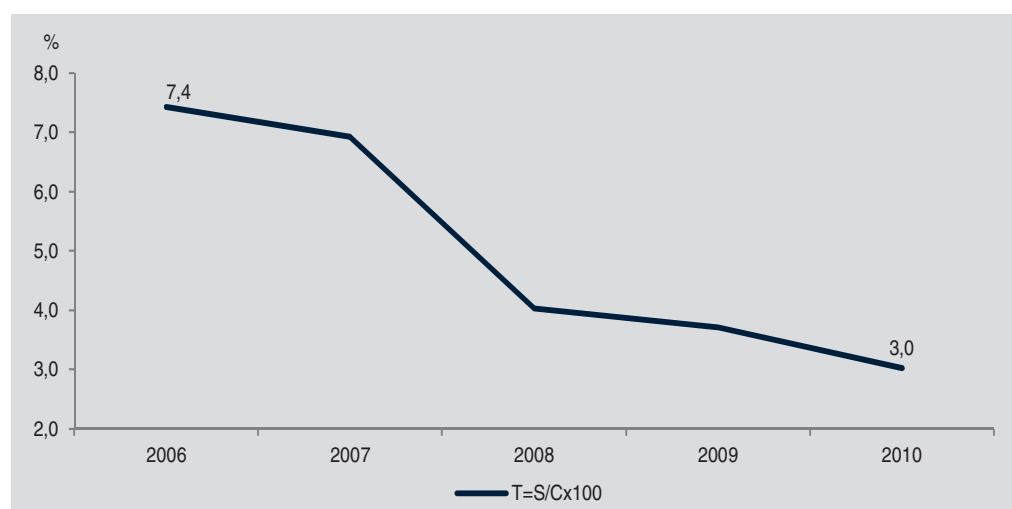
Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa

Anche il trend temporale (dal 2006 al 2010) del tasso  $T = \frac{S}{C} * 100$  (rapporto percentuale tra il numero dei superamenti e i controlli eseguiti dalle autorità prepo-



ste) in Sicilia si è ridotto sensibilmente da 7,4 per cento nel 2006 a 3 per cento nel 2010 (Figura 4.6). Segno che l'attività di controllo delle autorità, da una parte, e di prevenzione degli operatori nel settore, dall'altra parte, hanno contribuito nel tempo ad utilizzare procedure cautelative di riduzione dei rischi per l'ambiente e per la salute.

Figura 4.6 - Tasso  $T=S/Cx100$  per gli impianti RF - Sicilia - Anni 2006-2010



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa

Tuttavia, le criticità interessano i picchi di emissione con eccedenze, in alcuni casi, superiori al 100 per cento. A Siracusa le emissioni elettromagnetiche, prodotte da sorgenti di radiofrequenze *RF*, hanno raggiunto nel 2008 il picco di 42,6 V/m (113 per cento superiore al limite di esposizione consentito dalla legge).

#### 4.5.4 Indicatore di risposta: Numero di interventi di controllo su sorgenti di campo *RF* e *ELF*

L'indicatore descrive l'attività svolta dai dipartimenti Arpa per le azioni di controllo e vigilanza (modellistica e strumentali) su sorgenti ad alta frequenza *RF* e su quelle a bassa frequenza *ELF*.

L'indicatore è classificabile come risposta all'esercizio degli impianti e al rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione secondo quanto definito dal DPCM 2003.

Nella tavola 4.6 sono riportati i risultati provinciali relativi al 2010 per i campi *RF* e *ELF*.

Su un totale di 396 controlli effettuati nell'Isola, si evidenzia una maggiore concentrazione per la provincia di Trapani (173 controlli, 43,7 per cento sul totale) a fronte di una massiccia presenza di sorgenti a radiofrequenza dislocati nel territorio e di segnalazioni della popolazione locale. Anche in provincia di Palermo le azioni di controllo sono numerose e superano il 28 per cento del totale di siti e dei Comuni ispezionati.

In Sicilia l'attività di controllo degli impianti a radiofrequenza *RF* (396 nei siti e 102 nei Comuni) è superiore rispetto a quella corrispondente agli elettrodotti *ELF* (71

#### 4. L'inquinamento elettromagnetico in Sicilia e i rischi sulla salute umana

nei siti e 26 nei Comuni).

La figura 4.7 riporta l'andamento del numero complessivo di controlli effettuati per gli impianti *RF* in Sicilia nel quinquennio 2006-2010.

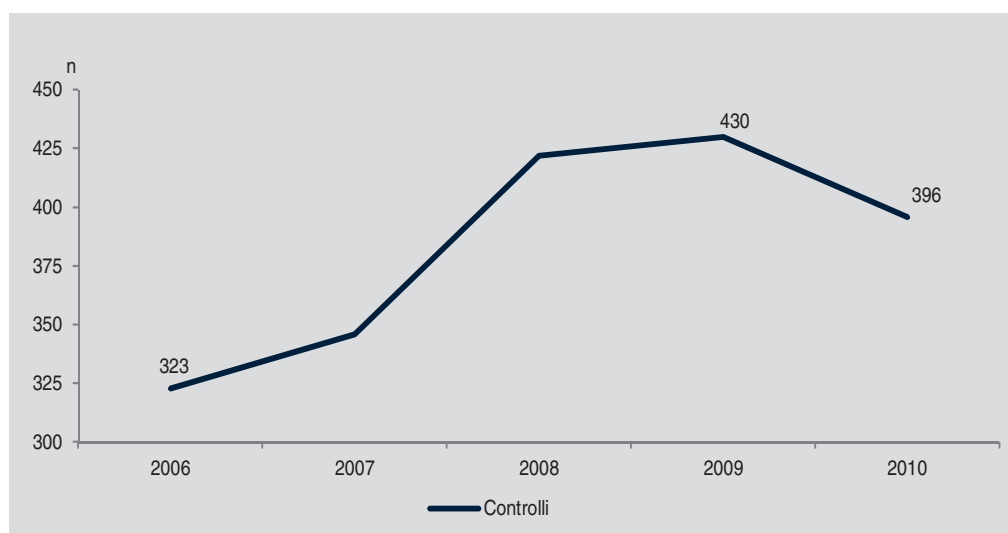
Il trend evidenzia una flessione nell'ultimo anno di osservazione a fronte di una intensa campagna di controlli effettuata negli anni precedenti.

**Tavola 4.6 - Numero di interventi di controllo su sorgenti di campi RF e ELF - Province siciliane - Anno 2010**

PROVINCE	Campi RF				Campi ELF			
	Siti		Comuni		Siti		Comuni	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Agrigento	28	7,1	23	22,5	3	4,2	1	3,8
Caltanissetta	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
Catania	24	6,1	11	10,8	1	1,4	1	3,8
Enna	12	3,0	8	7,8	11	15,5	5	19,2
Messina	20	5,1	11	10,8	4	5,6	2	7,7
Palermo	112	28,3	29	28,4	25	35,2	9	34,6
Ragusa	8	2,0	3	2,9	2	2,8	1	3,8
Siracusa	19	4,8	n.p.		2	2,8	1	3,8
Trapani	173	43,7	17	16,7	23	32,4	6	23,1
<b>Sicilia</b>	<b>396</b>	<b>100,0</b>	<b>102</b>	<b>100,0</b>	<b>71</b>	<b>100,0</b>	<b>26</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa  
n.d = non disponibile; n.p.= non pervenuto

**Figura 4.7 - Numero di controlli su impianti *RF* - Sicilia - Anni 2006-2010**



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa

#### 4.5.5 Indicatore di risposta: Monitoraggio in continuo su sorgenti di campo RF e ELF

Ad integrazione dei controlli è prevista una attività di monitoraggio *in conti-*



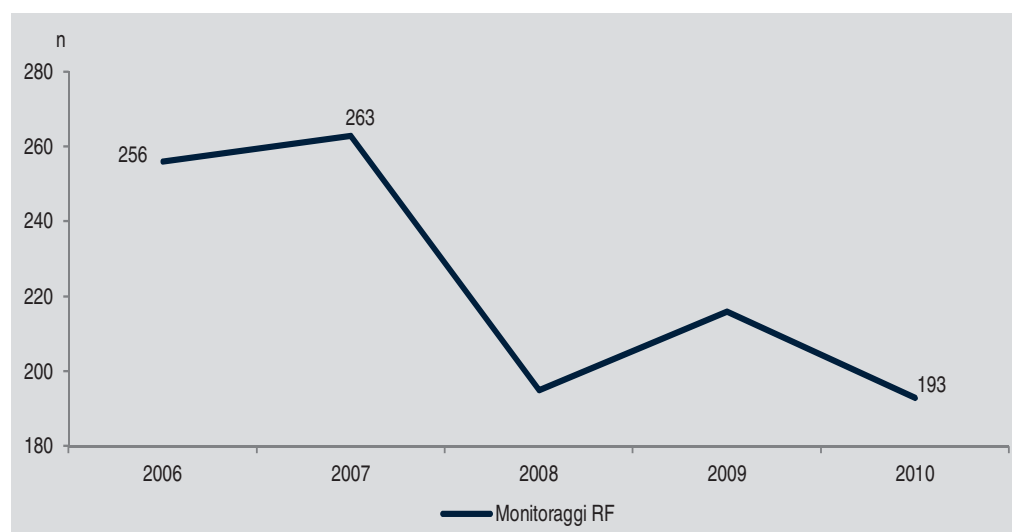
nuovo degli impianti *RF* e *ELF* che completa l'informazione sull'adeguamento normativo in termini di *risposta*. I dati registrati nel 2010 (Tavola 4.7) evidenziano una attività di monitoraggio prevalente nei siti ove sono presenti gli impianti di radiotelecomunicazione *RF* (193 siti e 151.209 ore di monitoraggio). Tale scelta è presumibilmente dovuta al significativo aumento e a volte tumultuoso dei sistemi di comunicazione *RF* che induce le autorità di garanzia a utilizzare procedure di monitoraggio più accurate per il rispetto dei limiti di emissione. Nel comune di Enna (80 siti e 26 mila ore di monitoraggio) si rilevano la maggiore concentrazione di sorgenti *RF*, nel comune di Siracusa (9 siti e 6.941 ore di monitoraggio) per le sorgenti *ELF*. Le figure 4.8 e 4.9 indicano un andamento tendenzialmente al ribasso degli interventi di monitoraggio nella Regione per le sorgenti *RF* e *ELF*. Un risultato sostanzialmente in controtendenza con il significativo aumento, negli ultimi anni, di impianti *SRB* e *RTV*.

Tavola 4.7 - Monitoraggio in continuo dei campi *RF* e *ELF* - Province siciliane - Anno 2010

PROVINCE	Campi <i>RF</i>				Campi <i>ELF</i>			
	Siti		Comuni		Siti		Comuni	
	n	%	n. ore	%	n	%	n. ore	%
Agrigento	1	0,5	261	0,2	1	3,3	352	1,3
Caltanissetta	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.	
Catania	7	3,6	1.996	1,3	1	3,3	312	1,2
Enna	80	41,5	26.044	17,2	4	13,3	693	2,6
Messina	16	8,3	11.136	7,4	6	20,0	4.512	17,2
Palermo	30	15,5	42.912	28,4	n.d.		n.d.	
Ragusa	14	7,3	6.974	4,6	5	16,7	12.336	47,2
Siracusa	25	13,0	17.157	11,3	9	30,0	6.941	26,5
Trapani	20	10,4	44.729	29,6	4	13,3	1.011	3,9
<b>Sicilia</b>	<b>193</b>	<b>100,0</b>	<b>151.209</b>	<b>100,0</b>	<b>30</b>	<b>100,0</b>	<b>26.157</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa

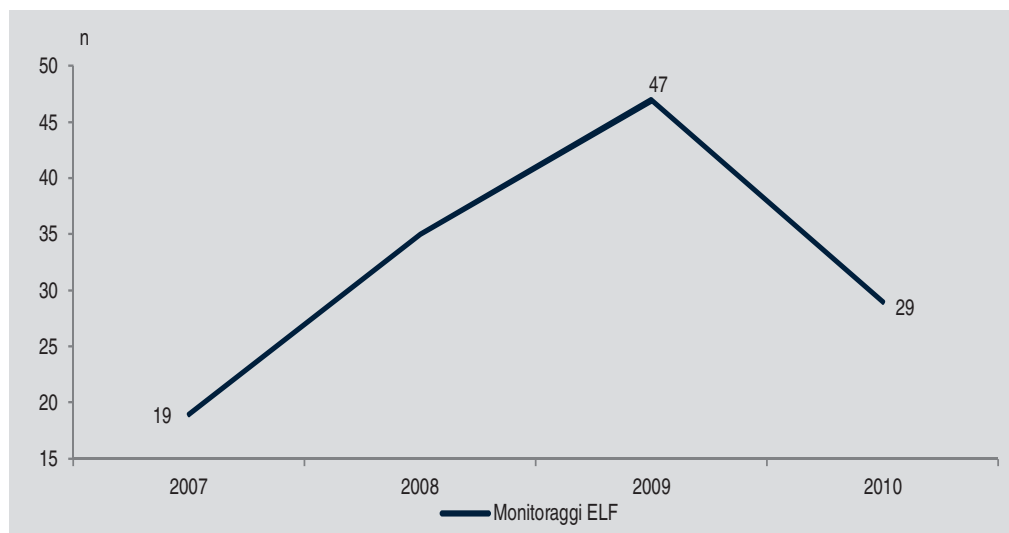
Figura 4.8 - Numero monitoraggi su impianti *RF* - Sicilia - Anni 2006-2010



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa



Figura 4.9 - Numero monitoraggi su impianti ELF - Sicilia - Anni 2007-2010



Fonte: Elaborazione su dati Arpa Sicilia, Terna Spa, Enel distribuzione Spa

### 4.6 Analisi multivariata ACP a livello regionale

Per una descrizione più completa del fenomeno sono state utilizzate tecniche statistiche di analisi multivariata in grado di estrarre informazioni significative da un set ampio di variabili.

Nella tavola 4.8 sono indicate le variabili originarie, suddivise in tre indicatori principali di *pressione*, *stato* e *risposta*, utilizzate nella *factor analysis*.

I dati, provenienti da fonte Ispra e Arpa, si riferiscono al 2010 e sono il punto di partenza per determinare le principali componenti.

Inizialmente, applicando la *cluster analysis* con metodo *Hierarchical cluster* (algoritmo gerarchico aggregativo) e con *metrica euclidea delle distanze*, sono stati selezionati e raggruppati tre principali *clusters* di regioni con similari caratteristiche tipologiche (Figura 4.10).

*Cluster 1* - Gruppo formato da 14 regioni: Valle D'Aosta, Trentino-Alto Adige e Friuli-Venezia Giulia per il nord Italia; Lazio, Toscana, Umbria e Marche per il centro Italia; Abruzzo, Molise, Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sardegna per il Mezzogiorno.

*Cluster 2* - Gruppo formato da 4 regioni del nord Italia: Piemonte, Lombardia, Veneto e Emilia-Romagna.

*Cluster 3* - Gruppo formato da 2 regioni: Liguria e Sicilia.

I risultati dell'iniziale approccio multidimensionale registrano, nel secondo cluster, una forte similarità nell'area settentrionale del Paese in termini di stato ambientale, prevenzione e risposta ai campi elettromagnetici.

Piuttosto insolita è l'affinità, per contesto territoriale e performance di risanamento ambientale da inquinanti non ionizzanti, della Liguria e Sicilia (terzo cluster).

Vale la pena sottolineare che la cluster analysis ha un ruolo *esplorativo* di ricerca di strutture latenti al fine di desumere la partizione più probabile.

La cluster analysis è infatti un metodo puramente empirico di classificazione e

come tale va trattata come tecnica induttiva.

Successivamente, è stata eseguita l'analisi in componenti principali *ACP* sulle variabili selezionate per la cluster.

Per la determinazione del numero dei componenti principali (*CP*) sono stati esaminati tre criteri euristici (Tavola 4.9 e Figura 4.11).

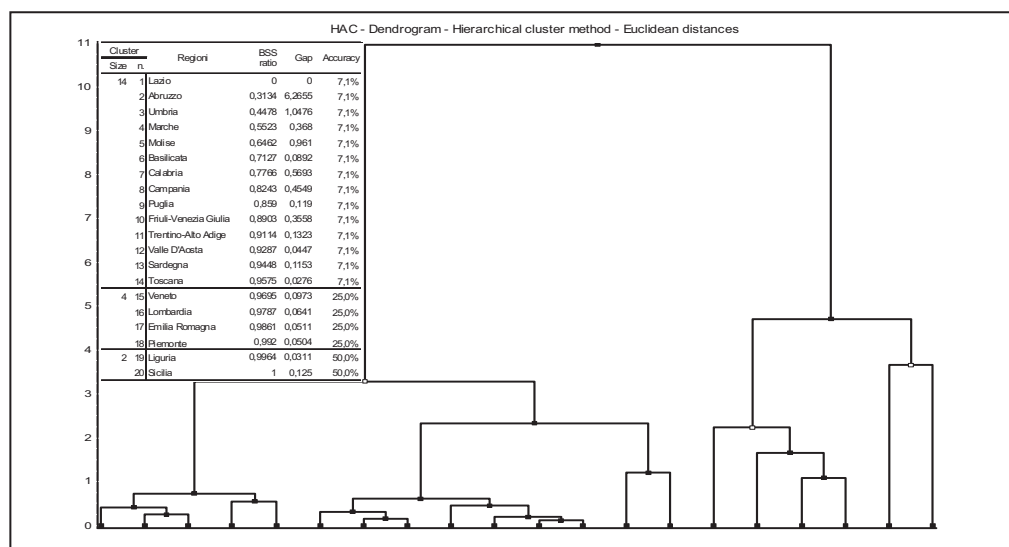
**Tavola 4.8 - Set di variabili utilizzate nella *factor analysis***

INDICATORE	Codice	Variabile	Unità di misura
Pressione	1	Siti RTV	(n)
	2	Siti SRB	(n)
	3	Impianti RTV	(n)
	4	Impianti SRB	(n)
	5	Densità impianti RTV per superficie	(n/100 km <sup>2</sup> )
	6	Densità impianti RTV per abitanti	(n/10 mila abitanti)
	7	Densità impianti SRB per superficie	(n/100 km <sup>2</sup> )
	8	Densità impianti SRB per abitanti	(n/10 mila abitanti)
	9	Potenza RTV	(kW)
	10	Potenza SRB	(kW)
	11	Lunghezza linee elettriche <40kV	(km)
	12	Lunghezza linee elettriche AT 40-150 kV	(km)
	13	Lunghezza linee elettriche AT 220 kV	(km)
	14	Lunghezza linee elettriche AT 380 kV	(km)
	15	Stazioni/Cabine Primarie	(n)
	16	L/S <40 kV	(km di linea elettrica/100 km <sup>2</sup> superficie)
	17	L/S 40-150 kV	(km di linea elettrica/100 km <sup>2</sup> superficie)
	18	L/S 220 kV	(km di linea elettrica/100 km <sup>2</sup> superficie)
	19	L/S 380 kV	(km di linea elettrica/100 km <sup>2</sup> superficie)
Stato	20	Superamenti rilevati RTV	(n)
Risposta	21	Risanamenti programmati RTV	(n)
	22	Risanamenti in corso RTV	(n)
	23	Risanamenti conclusi RTV	(n)
	24	Risanamenti richiesti da ARPA e non azione di risanamento RTV	(n)
	25	Superamenti rilevati SRB	(n)
	26	Risanamenti programmati SRB	(n)
	27	Risanamenti in corso SRB	(n)
	28	Risanamenti conclusi SRB	(n)
	29	Risanamenti richiesti da ARPA e non azione di risanamento SRB	(n)
	30	Pareri preventivi RTV	(n)
	31	Controlli sperimentali RTV	(n)
	32	Pareri preventivi SRB	(n)
	33	Controlli sperimentali SRB	(n)
	34	Pareri preventivi ELF	(n)
	35	Controlli sperimentali ELF	(n)

Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat

Il primo criterio consente di selezionare il numero dei CP in base al maggiore contributo di *varianza spiegata*. Nel secondo criterio, in base alla *regola di Kaiser*, si selezionano gli autovalori superiori all'unità. Il terzo criterio prevede l'analisi grafica *scree plot* degli autovalori con l'individuazione del *punto di gomito* della spezzata.

Figura 4.10 - Cluster analysis - Dendrogramma



Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat

Tavola 4.9 - Autovalori, varianza spiegata (per cento) e test di significatività

Axis (CP)	Eigen value	Difference	Proportion of variance (%)	Variance explained (%)	Broken-stick critical values
1	13,53	8,18	38,66	38,66	4,15
2	5,35	0,75	15,30	53,96	3,15
3	4,60	1,64	13,15	67,10	2,65
4	2,96	0,73	8,45	75,56	2,31
5	2,22	0,63	6,36	81,91	2,06
6	1,59	0,31	4,55	86,46	1,86
7	1,28	0,11	3,66	90,12	1,70
8	1,17	0,65	3,34	93,46	1,55
9	0,52	0,04	1,48	94,94	1,43
10	0,48	0,09	1,37	96,31	1,32
11	0,39	0,08	1,10	97,42	1,22
12	0,31	0,11	0,88	98,30	1,13
13	0,20	0,05	0,56	98,86	1,04
14	0,15	0,04	0,43	99,29	0,97
15	0,11	0,05	0,31	99,60	0,90
16	0,06	0,03	0,17	99,78	0,83
17	0,03	0,01	0,10	99,87	0,77
18	0,03	0,01	0,08	99,95	0,71
...	...	...	...	...	...
35	0,00	-	0,00	100,00	0,03
<b>Totale</b>	<b>35,00</b>				

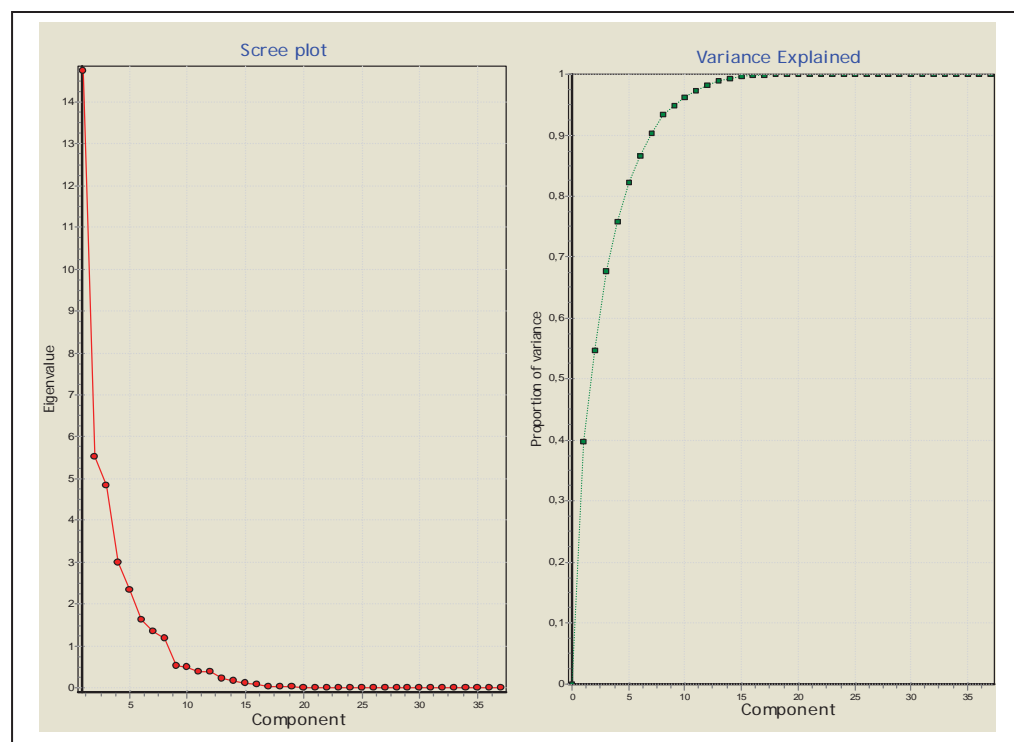
Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat



L'analisi ha consentito di sintetizzare le 35 variabili originarie in due fattori principali  $CP_1$  e  $CP_2$  (Tavola 4.10). La prima componente ( $CP_1$ ) risulta fortemente correlata con le variabili che misurano la *pressione* esercitata dalle attività umane sull'ambiente; in particolare, la numerosità e la potenza espressa dagli impianti radio base della telefonia mobile *SRB* che causano direttamente i problemi ambientali nel territorio.

La seconda componente ( $CP_2$ ) è legata principalmente agli interventi di *risanamento* su sorgenti di campi *SRB*. Tali interventi indicano la predisposizione e l'efficienza delle azioni intraprese per il risanamento ambientale nei luoghi a rischio. Nella figura 4.12 è riportata la rappresentazione grafica riassuntiva dell'analisi multivariata attraverso un *biplot* che confronta le prime due componenti principali ( $CP_1$  e  $CP_2$ ) rispetto alle 20 regioni italiane e ai *factor loading* delle variabili, sotto forma di *vettori* geometrici.

Figura 4.11 - Scree plot degli autovalori



Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat

Tavola 4.10 - *Factor loading* - Componenti principali ( $CP_1$  e  $CP_2$ ) fortemente correlate con le variabili originali

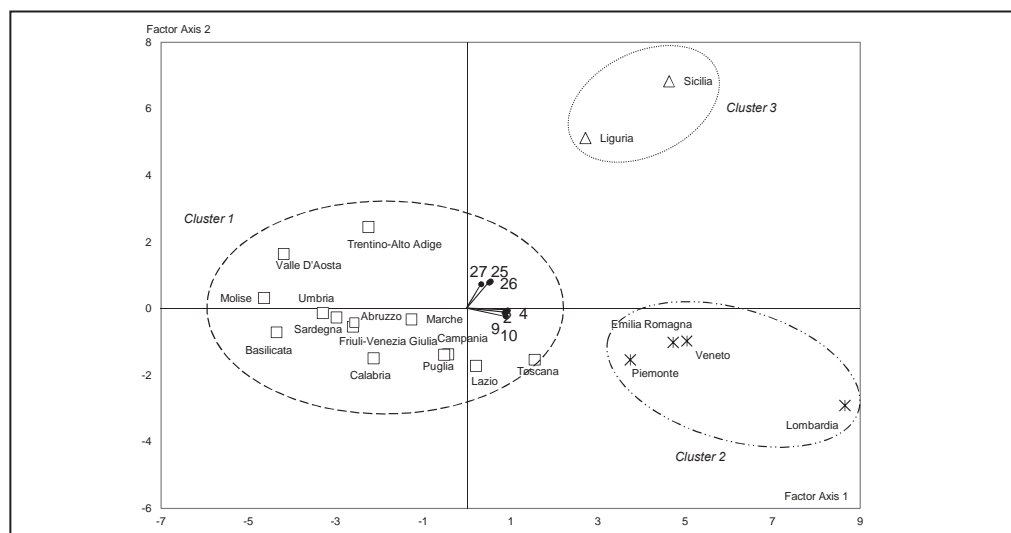
Code	Attribute	Axis_1 ( $CP_1$ )	Code	Attribute	Axis_2 ( $CP_2$ )
4	Impianti SRB	0,940	26	Risanamenti programmati SRB	0,816
2	Siti SRB	0,923	25	Superamenti rilevati SRB	0,776
10	Potenza SRB	0,891	27	Risanamenti in corso SRB	0,729
9	Potenza RTV	0,864			

Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat

Dall'analisi emerge che le regioni del nord Italia (Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna e Piemonte), appartenenti al *cluster 2*, sono legate principalmente agli indicatori di *pressione* (codes 2, 4, 9 e 10). Infatti, nell'area settentrionale del Paese si è assistito ad un notevole incremento del processo di espansione degli impianti *SRB*. Tale sviluppo, soprattutto in ambito urbano, è spesso recepito dalla popolazione come fattore di rischio per la salute.

La Liguria e la Sicilia (*cluster 3*), invece, hanno una maggiore propensione a interventi di *risanamento* per superamenti dei limiti di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici prodotti da sorgenti *SRB* (codes 25, 26 e 27).

Figura 4.12 - Scatterplot riassuntivo delle componenti principali



Fonte: Elaborazione su dati Arpa, Ispra e Istat

In conclusione, il forte sviluppo tecnologico degli ultimi anni, soprattutto nel settore della telefonia mobile, costituisce uno dei tratti distintivi della nostra società.

Le nuove tecnologie che stanno emergendo sul territorio nazionale, hanno portato sicuramente miglioramenti negli impianti in termini di qualità e sicurezza.

Tuttavia, è necessario l'impegno delle autorità competenti a perfezionare e aumentare i controlli con l'uso di strumenti di monitoraggio più adeguati e l'obiettivo di tutelare la popolazione da effetti sulla salute a breve e lungo termine.

## GLOSSARIO

- Ampère (A)** Unità di misura dell'intensità di corrente.
- Campo elettrico** Una regione di spazio nella quale un oggetto carico elettricamente risulta soggetto a forze di natura elettrica.
- Campo elettromagnetico (CEM)** Un campo magnetico può essere generato, oltre che da una distribuzione di corrente elettrica, anche da un campo elettrico variabile nel tempo. In altre parole, quando si è in regime variabile nel tempo, campo elettrico e campo magnetico divengono uno la sorgente (cioè la *causa*) dell'altro.
- Campo magnetico** Una regione di spazio nella quale cariche elettriche in movimento (elettroni) esercitano la loro forza (repulsiva o attrattiva) su qualsiasi altra carica elettrica purché in movimento.
- CEM** Acronimo di campo elettromagnetico.  
Densità di potenza: del campo elettromagnetico: Si misura in Watt per metro quadrato ( $W/m^2$ ). Essa è il prodotto dell'intensità del campo magnetico moltiplicata per l'intensità del campo elettrico.
- ELF** Acronimo di Extremely Low Frequency. Campi elettrici, magnetici o elettromagnetici a frequenza molto bassa, tipicamente, i 50 Hertz della comune corrente elettrica.
- EMC** Compatibilità elettromagnetica.
- EMF** Campi elettromagnetici.
- Frequenza** Numero di oscillazioni al secondo che caratterizza un'onda elettromagnetica.
- GHz** Un miliardo di Hertz.
- Hertz** Unità di misura della frequenza: un Hertz (Hz) equivale ad una oscillazione al secondo.
- ICNIRP** Acronimo di International Commission on Non-Ionising Radiation Protection, Commissione internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti.
- Inquinamento elettromagnetico** Definito dai media elettrosmog, è quello prodotto da campi elettrici e magnetici generati da ELF (campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse comprese tra 30 e 300 Hz), da radiofrequenze e microonde (appartenenti alla sezione non ionizzante dello spettro elettromagnetico).
- Intensità del campo elettrico** Si misura in volt per metro lineare ( $V/m$ ).

Si misura in Ampère per metro lineare (A/m).

Mille Hertz.

Ogni linea elettrica è definita come un insieme di sostegni installati sul territorio e connessi da conduttori percorsi da corrente elettrica, facenti parte della rete di trasporto ad altissima ed alta tensione AAT-AT (380 kV, 200 kV, 132 kV) e delle reti di distribuzione ad alta (132 kV), media (15 kV) e bassa (380-220 V) tensione (AT, MT e BT rispettivamente). Ogni linea è identificata da due o più estremi (impianti di produzione o stazioni/cabine di trasformazione, sezionamento o consegna utente).

Un milione di Hertz.

Acronimo di Organizzazione Mondiale della Sanità, organismo dell'Onu.

Si dice dei campi elettromagnetici che presentano un frequenza superiore ai 30 mila Hertz. Essi sono utilizzati per trasmettere un segnale a distanza (radio, televisione, telecomunicazioni, eccetera).

Sistema di comunicazione costituito da una fitta rete di stazioni ricetrasmittenti locali di piccola potenza. Ogni stazione deve coprire soltanto una specifica porzione di territorio (detta cella) senza invadere quelle adiacenti, al fine di consentire a utenti situati in celle diverse di utilizzare la stessa frequenza di trasmissione.

Acronimo di Specific Absorption Rate, Tasso Specifico di Assorbimento. Si misura in Watt per chilogrammo (W/kg) di tessuto biologico e definisce la quantità di potenza assorbita.

L'insieme di tutte le onde elettromagnetiche possibili, da quelle a 50 Hertz generate dalla comune corrente elettrica, fino alle radiofrequenze, alla luce visibile, ai raggi X e ai raggi Gamma.

Stazioni ricetrasmittenti deputate, in una rete telefonica cellulare, a coprire una piccola porzione di territorio (cella).

Unità di misura della densità del flusso magnetico. Convenzionalmente e nella gran parte dei casi, un  $\mu\text{T}$  (un milionesimo di Tesla) corrisponde ad una intensità di campo magnetico di circa 0,8 Ampère per metro lineare.

Acronimo di Ultra High Frequency. E' utilizzata comunemente per la trasmissione dei segnali radiotelevisivi e nella telefonia cellulare (tra 300 e 3 mila milioni di Hertz).  
Volt (V): Unità di misura della differenza di potenziale elettrico.

**Intensità del campo magnetico**

**kHz**

**Linee elettriche**

**MHz**

**OMS**

**Radiofrequenza (RF)**

**Rete telefonica cellulare**

**SAR**

**Spettro elettromagnetico**

**Stazioni radio base (SRB)**

**Tesla (T)**

**UHF**



**VHF** Acronimo di Very High Frequency. È utilizzata per le trasmissioni radiotelevisive (tra 30 e 300 milioni di Hertz).

**Watt (W)** Unità di misura della potenza. Nel caso della potenza elettrica, essa è il prodotto dell'intensità di corrente (misurata in Ampère) moltiplicata per la differenza di potenziale (misurata in Volt).



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Apat. 2008. *Annuario dei Dati Ambientali*. Apat edizione.
- Barbiroli M., D. Guiducci e S. Valbonesi. 2012. *Campi Elettromagnetici*. I Quaderni di Telèma.
- Bevitori P. 1997. *Inquinamento elettromagnetico: aspetti tecnici, sanitari e normativi*. Rimini: Maggioli editore.
- Conti A., A. Granata e A. Pagano. 2011. *Annuario regionale dei dati ambientali 2010*. Sicilia: Arpa.
- Corbetta P. 2002. *Metodi di analisi multivariata per le scienze sociali*. Bologna: il Mulino.
- Crosetti A., R. Ferrara, F. Fracchia, N.R. Olivetti. 2002. *Diritto dell'ambiente*. Roma: Laterza.
- EEA (European Environment Agency). 1999. *Environmental indicators: Typology and overview*. Copenhagen: EEA.
- Fabbris L. 1997. *Statistica multivariata*. Milano: McGraw-Hill Libri Italia.
- Feychting M., U. Forssén. 2006. *Electromagnetic fields and female breast cancer*. *Cancer Causes Control*. 17: 553-558.
- Hietanen M. 2007. *Il punto di vista attuale sulla ipersensibilità ai campi Elettromagnetici*. Helsinki: Istituto Finlandese per l'Igiene del lavoro.
- IAARC (International Agency for Research on Cancer). 2002. *Campi a radiofrequenza*. Monografia n. 80 risultati studi.
- ICNIRP. 1998. *Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)*. *Health Physics*. Vol. 74, n. 4.
- Inskip P. D., R. Tarone, E. Hatch et al. 2001. *Cellular Telephone Use and Brain Tumors*. *The New England Journal of Medicine*. vol. 344.
- Ispra. 2009. *Rapporto sulle criticità ambientali relative ai campi elettromagnetici*. Roma: Ispra settore editoria.
- Istat. 2011. *Annuario Statistico Italiano*. Roma: Istat.
- Istat. 2012. *Indicatori ambientali urbani*. Roma: Istat.
- Levis A.G. 2007. *Campi elettromagnetici e principio di precauzione*. Padova: APPLE, Quaderni.
- Logorelli M. 2011. *Radiazioni non ionizzanti*. Roma: Ispra settore editoria.
- Ministero della salute. 2006-2008. *Piano Sanitario Nazionale*. Roma: Ministero della salute.
- Vecchia P. 2005. *Aspetti sanitari dell'esposizione a campi elettromagnetici*. Roma: Istituto superiore di sanità.



## 5. QUALITÀ DELL'AMBIENTE MISURATA E PERCEPITA: DUE INDAGINI A CONFRONTO

### 5.1 Introduzione

È ormai ampiamente condiviso il concetto che la rilevazione degli aspetti soggettivi abbia un alto valore informativo e analitico in quanto le percezioni e le valutazioni influenzano il modo di vedere e di vivere dei cittadini.

Gli indicatori soggettivi sono un utile complemento a quelli strettamente oggettivi, in quanto consentono di valutare eventuali analogie o divergenze tra ciò che le persone riferiscono e ciò che emerge dai dati raccolti. Pertanto l'esplorazione di entrambi gli indicatori permette una visione più articolata e completa dei fenomeni indagati.

Su queste premesse si basa l'analisi proposta in questo capitolo, in cui verrà presentata una comparazione fra i risultati dell'indagine Istat "Dati ambientali nelle città che fornisce misure oggettive sullo stato dell'ambiente urbano e l'indagine Istat Multiscopo "Aspetti della vita quotidiana" attraverso la quale verrà monitorata la percezione delle famiglie italiane sui problemi ambientali della zona in cui vivono; ciò al fine di realizzare una valutazione combinata fra stato dell'ambiente misurato e percepito.

Dopo una breve presentazione delle due rilevazioni, si procederà ad un'analisi degli indicatori ambientali urbani regionali e nazionali, derivati dall'indagine "Dati ambientali nelle città" e degli indicatori regionali basati sul giudizio espresso dalle famiglie su alcuni problemi ambientali (secondo la modalità di risposta "molto o abbastanza presente") prodotti dall'indagine multiscopo "Aspetti della vita quotidiana". Gli indicatori ambientali regionali sono calcolati come medie regionali dei capoluoghi di provincia e gli indicatori ambientali nazionali come medie sul complesso dei 116 comuni capoluogo italiani.

L'anno di riferimento è il 2010 e si esaminerà la serie storica del quinquennio precedente. Le tematiche ambientali oggetto di esame sono: rifiuti, acqua, aria, trasporti. Per agevolare i confronti, le regioni italiane saranno esaminate all'interno di una graduatoria nazionale e sarà posta particolare attenzione alla situazione della Sicilia.

### 5.2 Cenni sull'indagine "Dati ambientali nelle città" e sull'Indagine "Multiscopo sulle famiglie"

La rilevazione "Dati ambientali nelle città", condotta annualmente dall'Istat, rileva lo stato dell'ambiente urbano nei comuni capoluogo di provincia.

La tutela e la protezione dell'ambiente, compromessa dal continuo e dominante sviluppo economico, è diventata ormai un'esigenza di primaria importanza e questa indagine da un lato fornisce agli amministratori locali un quadro sintetico con cui confrontare l'attività svolta e i risultati raggiunti in campo ambientale, dall'altro presenta ai cittadini un'indicazione approfondita sullo stato dei principali problemi urbani.

L'indagine è stata avviata nel 1998 con il coinvolgimento dei comuni capoluogo di regione, dei comuni di Trento e Bolzano e del comune di Catania, in quanto comune centro di area metropolitana (22 comuni in totale). Dal 2000, l'universo statistico è costituito da tutti i comuni capoluogo di provincia. Attualmente l'indagine è strutturata in alcune tematiche considerate più rilevanti nell'analisi dei problemi ambientali in ambito urbano: acqua potabile e depurazione, qualità dell'aria, utilizzo delle fonti energetiche, raccolta e gestione dei rifiuti, inquinamento acustico, trasporto pubblico, verde urbano, ecocompatibilità delle forme di pianificazione, organizzazione e gestione delle amministrazioni locali. Per ogni tematica ambientale è previsto un apposito questionario indirizzato ai diversi enti e organismi specializzati, pubblici e privati, presenti sul territorio comunale. La raccolta dei dati avviene tramite compilazione on-line sul sito web <https://indata.istat.it/amburb>.

L'indagine Multiscopo sulle famiglie è una rilevazione campionaria a obiettivi multipli che punta all'acquisizione di informazioni sociali, demografiche e sanitarie sulla popolazione italiana, fornendo una rappresentazione dei mutamenti della società.

Alla fine degli anni Ottanta, in relazione ad una maggiore attenzione alle tematiche sociali, si avvertì l'esigenza di un'informazione finalizzata alla qualità della vita dei cittadini e al benessere della società; così, tra il 1987 e il 1991, furono effettuati i primi sei cicli dell'indagine, mentre dal 1993 l'Istat ha avviato il nuovo sistema delle Indagini Multiscopo sulle famiglie con sette indagini sociali. La peculiarità di queste indagini è quella di avvalersi di indicazioni derivate dai soggetti intervistati, in modo da introdurre nelle statistiche ufficiali le opinioni e le percezioni dei diretti interessati, consentendo di ricostruire comportamenti e stili di vita.

La rilevazione di base, ripetuta annualmente, è denominata "Aspetti della vita quotidiana" e rileva le informazioni fondamentali relative alla vita quotidiana degli individui e delle famiglie e il livello di soddisfazione dei cittadini rispetto al funzionamento dei servizi di pubblica utilità. È di carattere generale e affronta tutti i temi oggetto di approfondimento nelle altre indagini: istruzione e formazione, spostamenti quotidiani, condizioni abitative e della zona in cui si vive, rapporto con vecchie e nuove tecnologie, tempo libero e partecipazione sociale, relazioni familiari, stili di vita e condizioni di salute, rapporto dei cittadini con i servizi di pubblica utilità. Ciascuna area tematica viene indagata sia da un punto di vista oggettivo (analisi dei comportamenti) che soggettivo (in termini di aspettative, livello di soddisfazione e valutazione).

L'indagine "Aspetti della vita quotidiana" viene affiancata da un'indagine continua a cadenza trimestrale su "Viaggi e vacanze" ed integrata da cinque indagini tematiche che ruotano con cadenza quinquennale su "Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari", "I cittadini e il tempo libero", "Sicurezza dei cittadini", "Famiglie e soggetti sociali", "Uso del tempo". Le due indagini "Viaggi e vacanze" e "Sicurezza del cittadino" sono condotte con tecnica di indagine telefonica (CATI), le altre con intervista faccia a faccia e questionario autocompilato.

In questo capitolo si farà riferimento all'indagine "Aspetti della vita quotidiana", condotta annualmente dal 1993 al 2003 nel mese di novembre; nel 2004 l'indagine non è stata effettuata e dal 2005 viene condotta ogni anno nel mese di febbraio.

### 5.3 La tematica "Rifiuti"

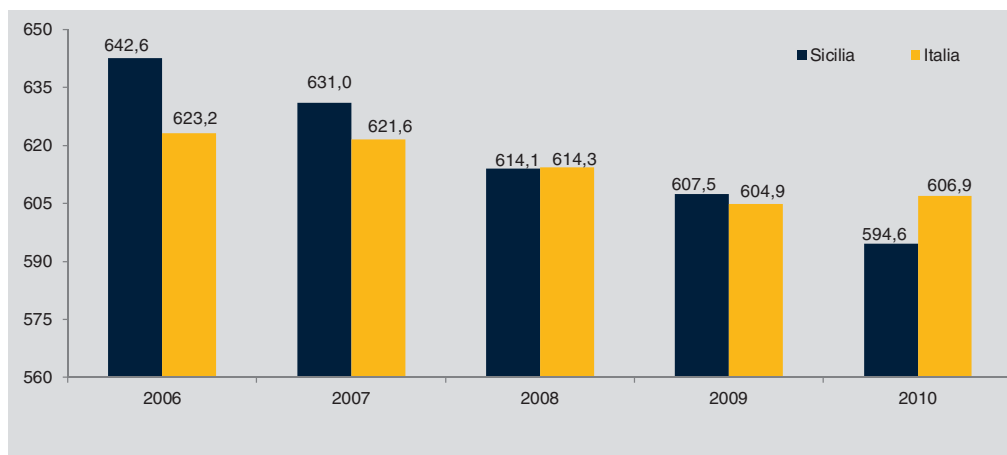
Nel 2010 il totale dei rifiuti urbani (raccolta indifferenziata e differenziata) rispetto

## 5. Qualità dell'ambiente misurata e percepita: due indagini a confronto

77

agli abitanti, in Sicilia è inferiore al dato nazionale e, come si evince nella figura 5.1, si è ridotto del 7,5 per cento rispetto al 2006. L'indicatore si è ridotto anche a livello nazionale del 2,6 per cento.

**Figura 5.1 - Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia - Sicilia e Italia - Anni 2006-2010 (kg per abitante)**

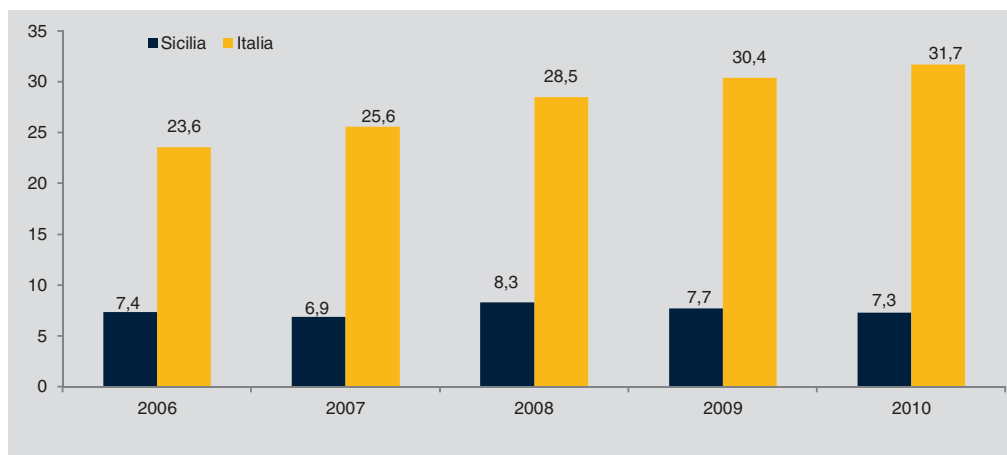


Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

L'attenzione e la sensibilità dei cittadini verso il problema dei rifiuti verrà esaminata analizzando la quota di raccolta differenziata realizzata nel comune; parallelamente verrà preso in considerazione il giudizio soggettivo espresso dalle famiglie sulla pulizia delle strade, ritenendo che una delle cause della sporcizia nelle strade sia l'inciviltà dei cittadini e dei molti esercizi commerciali che producono elevate quantità di rifiuti e in molti casi non effettuano la raccolta differenziata.

Negli ultimi cinque anni si registra, a livello nazionale, un aumento dal 25,6 per cento al 31,7 per cento della percentuale di raccolta differenziata rispetto al totale dei rifiuti urbani raccolti (Figura 5.2). Nello stesso periodo diminuisce, dal 34,1 per cento al 30 per cento, la percentuale di famiglie che considera un problema la sporcizia nelle strade (Tavola 5.1).

**Figura 5.2 - Raccolta differenziata dei rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia - Sicilia e Italia - Anni 2006-2010 (valori percentuali)**



Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città



**Tavola 5.1 - Famiglie che dichiarano la presenza di "Sporcizia nelle strade" - Anni 2006-2010 (per 100 famiglie della stessa zona)**

REGIONI	2006	2007	2008	2009	2010
Piemonte	37,2	34,8	29,0	29,9	29,2
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	19,0	25,2	16,5	15,9	15,6
Liguria	41,0	40,5	33,5	37,6	33,1
Lombardia	34,2	34,4	27,3	30,9	29,3
Trentino	21,2	20,2	15,8	15,7	14,9
Veneto	28,6	25,3	20,1	23,1	23,1
Friuli-Venezia Giulia	24,0	21,7	24,9	21,1	19,9
Emilia-Romagna	24,3	21,5	17,1	22,5	19,6
Toscana	28,4	34,6	23,4	28,0	27,3
Umbria	30,9	26,7	24,8	21,6	19,2
Marche	23,8	23,9	15,2	22,0	20,5
Lazio	51,5	49,7	42,8	46,6	47,9
Abruzzo	25,5	26,5	21,6	26,3	26,7
Molise	20,9	23,7	21,7	24,1	17,5
Campania	45,5	52,8	55,0	41,3	33,6
Puglia	27,3	26,4	25,9	31,7	28,2
Basilicata	30,7	28,7	24,7	32,4	23,3
Calabria	35,8	33,7	32,0	31,2	38,3
Sicilia	32,6	33,5	30,4	33,9	36,1
Sardegna	33,1	36,6	26,8	29,8	33,1
<b>ITALIA</b>	<b>34,1</b>	<b>34,1</b>	<b>29,4</b>	<b>31,2</b>	<b>30,0</b>

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

La Sicilia nel 2010, relativamente all'indicatore "raccolta differenziata sul totale dei rifiuti urbani raccolti" si colloca in ultima posizione; infatti solo il 7,3 per cento dei rifiuti è raccolto in modo differenziato contro una media nazionale del 31,7 per cento (Tavola 5.2). Inoltre, il dato siciliano, non è migliorato significativamente rispetto al 2006 e si è ridotto del 5,2 per cento rispetto al 2009 (Figura 5.2).

Questi dati vengono confermati dalla percezione delle famiglie in merito alla pulizia delle strade. Infatti, nell'ultimo anno, la percentuale di famiglie siciliane che lamentano tale problema passa da 33,9 a 36,1.

Confrontando i dati delle singole regioni nel 2010, emerge che le regioni in cui il problema della pulizia delle strade è maggiormente sentito (Lazio, Calabria, Sicilia e Campania) registrano una percentuale di raccolta differenziata inferiore alla media nazionale.

Viceversa, il Trentino-Alto Adige e la Valle d'Aosta si trovano ai primi posti per la raccolta differenziata (53,4 per cento e 51,8 per cento) ed è bassa la percentuale di famiglie (14,9 per cento e 15,6 per cento) che riporta il problema della sporcizia nelle strade.

## 5. Qualità dell'ambiente misurata e percepita: due indagini a confronto

79

**Tavola 5.2 - Raccolta differenziata dei rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia e famiglie che dichiarano problemi relativi alla sporcizia nelle strade, per regione - Anno 2010 (composizioni percentuali)**

REGIONI	Raccolta differenziata	REGIONI	Sporcizia nelle strade
Trentino-Alto Adige	53,4	Lazio	47,9
Velled'Aosta/Vallée d'Aoste	51,8	Calabria	38,3
Emilia-Romagna	48,2	Sicilia	36,1
Piemonte	47,6	Campania	33,6
Veneto	45,8	Liguria	33,1
Friuli-Venezia Giulia	41,3	Sardegna	33,1
Marche	40,1	<b>ITALIA</b>	30,0
Lombardia	40,0	Lombardia	29,3
Sardegna	37,9	Piemonte	29,2
Toscana	37,0	Puglia	28,2
Umbria	35,6	Toscana	27,3
Abruzzo	32,6	Abruzzo	26,7
<b>ITALIA</b>	31,7	Basilicata	23,3
Liguria	27,6	Veneto	23,1
Campania	26,7	Marche	20,5
Basilicata	24,0	Friuli-Venezia Giulia	19,9
Lazio	22,0	Emilia-Romagna	19,6
Calabria	15,3	Umbria	19,2
Puglia	14,5	Molise	17,5
Molise	11,8	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	15,6
Sicilia	7,3	Trentino	14,9

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città e Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

### 5.4 La tematica "Acqua"

L'indicatore "Adozione di misure di razionamento nell'erogazione dell'acqua", ottenuto tramite l'indagine "Dati ambientali nelle città" rileva se nel comune sono state o meno adottate riduzioni o sospensioni nell'erogazione dell'acqua per uso domestico.

La tavola 5.3 mostra, per ogni regione, la percentuale di comuni capoluogo, sul totale dei 116, che dichiara il fenomeno.

Si osserva che nel 2010 l'emergenza idrica riguarda il 14,7 per cento dei comuni capoluogo italiani dislocati in Veneto, Lazio, Abruzzo, Campania, Puglia e Sicilia. È evidente che il problema interessa in modo particolare le regioni del Mezzogiorno, anche se il fenomeno è in diminuzione. La percentuale di comuni capoluogo meridionali che adotta misure di razionamento infatti è passata dal 19 per cento del 2006 al 12,1 per cento del 2010 (Tavola 5.4). Il trend in discesa emerge anche a livello nazionale e nel 2006 il 20,7 per cento dei capoluoghi hanno adottato misure di razionamento nell'erogazione dell'acqua.



**Tavola 5.3 - Adozione di misure di razionamento nell'erogazione dell'acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia e percentuale di famiglie che dichiara la presenza di problemi relativi all'irregolarità nell'erogazione dell'acqua, per regione - Anno 2010 (composizioni percentuali)**

REGIONI	Adozione misure di razionamento dell'acqua (a)	Irregolarità nell'erogazione dell'acqua
Piemonte	-	6,1
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	-	6,6
Liguria	-	4,7
Lombardia	-	6,2
Trentino-Alto Adige	-	1,7
Veneto	14,3	6,7
Friuli-Venezia Giulia	-	2,9
Emilia-Romagna	-	5,5
Toscana	-	12,3
Umbria	-	6,0
Marche	-	7,2
Lazio	40,0	10,1
Abruzzo	25,0	17,3
Molise	-	12,9
Campania	20,0	12,0
Puglia	100,0	14,2
Basilicata	-	7,6
Calabria	-	33,4
Sicilia	44,4	28,3
Sardegna	-	10,8
ITALIA	14,7	10,8

Percentuale di capoluoghi sul numero totale di comuni capoluogo della regione  
Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città e Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

**Tavola 5.4 - Adozione di misure di razionamento nell'erogazione dell'acqua per uso domestico nei comuni capoluogo di provincia e famiglie che dichiarano la presenza di problemi relativi all'irregolarità nell'erogazione dell'acqua, per ripartizione geografica - Anni 2006-2010 (composizioni percentuali)**

REGIONI	2006	2007	2008	2009	2010
Misure di razionamento dell'erogazione dell'acqua					
ITALIA	20,7	22,4	17,2	16,4	14,7
Nord	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8
Centro	0,8	0,8	0,8	0,8	1,7
Mezzogiorno	19,0	20,7	16,4	14,7	12,1
Famiglie per giudizio sul problema dell'irregolarità nell'erogazione dell'acqua					
ITALIA	13,6	13,2	11,7	11,5	10,8
Nord	7,6	8,0	5,9	5,7	5,8
Centro	14,3	12,1	11,2	11,0	10,1
Mezzogiorno	22,1	21,8	20,7	20,6	18,7

Percentuale di capoluoghi della ripartizione sul totale dei 116 comuni capoluogo  
Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città e Indagine Multiscopo- Aspetti della vita quotidiana



L'indagine "Aspetti della vita quotidiana", rileva l'"Irregolarità nell'erogazione dell'acqua", un indicatore importante che ha influenze dirette sulla qualità della vita delle famiglie dato l'uso quotidiano che si fa della risorsa idrica.

Negli ultimi cinque anni la percentuale di famiglie italiane che denunciano irregolarità nella distribuzione dell'acqua si è ridotta, passando dal 13,6 per cento nel 2006 al 10,8 per cento del 2010. Anche in questo caso il fenomeno riguarda principalmente le regioni meridionali (ad eccezione della Toscana). Dalla tavola 5.3 si osserva infatti che le famiglie che sollevano maggiormente il problema sono quelle residenti in Calabria (33,4 per cento), Sicilia (28,3 per cento), Abruzzo (17,3 per cento), Puglia (14,2 per cento), Molise (12,9 per cento) e Campania (12 per cento).

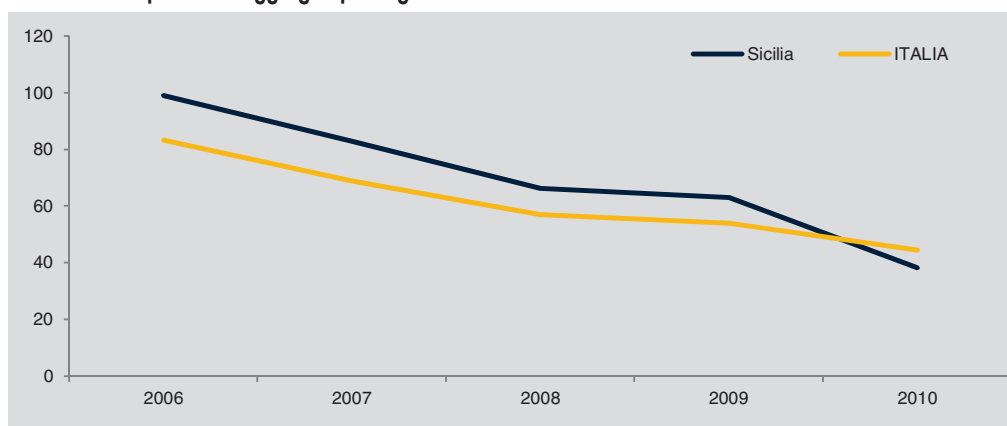
### 5.5 La tematica "Aria"

Un'indicazione oggettiva e sintetica della qualità dell'aria si può ottenere tramite l'indicatore "Numero dei superamenti del limite giornaliero previsto per il  $PM_{10}$ ", che esprime il numero massimo di giorni, nell'arco dell'anno, in cui è stata superata la concentrazione media giornaliera di 50 microgrammi/m<sup>3</sup>.

Nella figura 5.3 il valore di tale indicatore registra una sensibile riduzione negli ultimi cinque anni; in particolare, nel 2010, il numero medio dei superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente per il  $PM_{10}$  si attesta a 45 giorni contro i 54 dell'anno precedente.

Anche in Sicilia il trend dell'indicatore si riduce sensibilmente per tutto il quinquennio.

Figura 5.3 - Numero medio di giorni di massimo superamento del limite per il  $PM_{10}$  nei comuni capoluogo di provincia aggregati per regione - Anni 2006-2010



Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

Tali risultati concordano con il giudizio espresso dalle famiglie in merito a tale problema. Infatti nel 2010 il 38 per cento delle famiglie italiane intervistate nell'indagine "Aspetti della vita quotidiana" percepisce una condizione di criticità riguardo l'inquinamento dell'aria, considerandolo uno dei problemi ambientali più rilevanti nella zona in cui abitano. Tuttavia, la quota di famiglie italiane che hanno ravvisato questa criticità è in riduzione e, il valore registrato nel 2010 è il più basso degli ultimi



5 anni (Tavola 5.5). Anche in Sicilia negli ultimi anni di rilevazione si assiste ad una minore percezione del problema.

Il confronto tra i due indicatori (Tavola 5.6) evidenzia che nelle regioni in cui si registra il maggior numero di giorni di massimo superamento del valore limite per il  $PM_{10}$ , è più elevato il numero di famiglie che considera l'inquinamento dell'aria un problema ambientale nella zona in cui vivono.

In particolare, per entrambi gli indicatori, si registrano i valori più alti nell'area settentrionale mentre in Basilicata, Molise e Valle d'Aosta valori più bassi.

**Tavola 5.5 - Famiglie che dichiarano la presenza di "Inquinamento dell'aria" – Sicilia e Italia - Anni 2006-2010** (per 100 famiglie della stessa zona)

	2006	2007	2008	2009	2010
Sicilia	34,4	41,4	38,2	36,5	32,3
ITALIA	40,0	43,6	41,4	39,3	38,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

**Tavola 5.6 - Numero medio di giorni di massimo superamento del limite per il  $PM_{10}$  nei comuni capoluogo di provincia e percentuale di famiglie che dichiara la presenza di problemi relativi all'inquinamento dell'aria, per regione - Anno 2010**

REGIONI	Numero medio di giorni di max superamento del limite per il $PM_{10}$	REGIONI	Inquinamento dell'aria
Veneto	76,3	Lombardia	51,2
Piemonte	65,9	Lazio	45,6
Marche	65,3	Campania	44,8
Lombardia	64,9	Puglia	38,5
Emilia-Romagna	62,8	Piemonte	38,1
Campania	58,6	<b>ITALIA</b>	<b>38,0</b>
Umbria	48,5	Emilia-Romagna	37,7
<b>ITALIA</b>	<b>44,6</b>	Veneto	37,6
Sicilia	38,3	Liguria	34,0
Lazio	37,2	Toscana	32,9
Abruzzo	35,7	Sicilia	32,3
Toscana	34,9	Trentino	28,1
Sardegna	29,8	Friuli-Venezia Giulia	28,0
Calabria	24,5	Calabria	25,1
Friuli-Venezia Giulia	23,8	Abruzzo	24,2
Trentino	20,0	Marche	23,8
Puglia	14,7	Molise	19,8
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	13,0	Umbria	19,1
Molise	8,5	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	17,5
Basilicata	6,5	Sardegna	17,1
Liguria	4,3	Basilicata	16,7

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città e Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

## 5.6 La tematica "Trasporti"

L'indagine Multiscopo sugli "Aspetti della vita quotidiana delle famiglie" fornisce informazioni sul rapporto tra le famiglie e i mezzi di trasporto, con riferimento alla mobilità individuale in generale e alla percezione delle problematiche relative.

Nel 2010, fra i problemi maggiormente sentiti dalle famiglie italiane nella zona in cui abitano vi sono il "Traffico" e le "Difficoltà di parcheggio", dichiarati rispettivamente dal 42,6 per cento e dal 39,6 per cento delle famiglie italiane intervistate (Tavola 5.7).

La percentuale di famiglie italiane che lamentano "Difficoltà di collegamento" ammonta al 29,5 per cento e tale valore non ha subito rilevanti modifiche nel quinquennio.

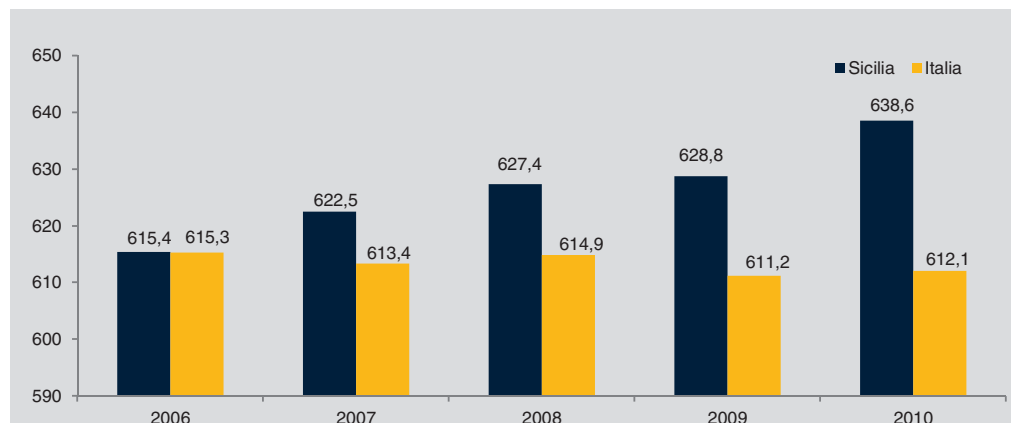
Il tasso di motorizzazione ottenuto tramite l'indagine "Dati ambientali nelle città", risulta elevato quasi ovunque (Tavola 5.9). Infatti, la maggior parte delle regioni presenta più di 600 autovetture per mille abitanti con una media nazionale di 612, in leggera diminuzione rispetto al 2006 (Figura 5.4).

**Tavola 5.7 - Famiglie che dichiarano problemi relativi a "Difficoltà di collegamento", "Traffico" e "Difficoltà di parcheggio" per regione - Anno 2010** (per cento famiglie della stessa zona)

REGIONI	Difficoltà collegamento	REGIONI	Traffico REGIONI	Difficoltà parcheggio	
Campania	41,5	Lazio	56,7	Liguria	52,9
Calabria	37,4	Campania	49,4	Lazio	51,9
Lazio	35,3	Puglia	46,1	Campania	48,8
Sicilia	34,8	Lombardia	45,2	Sicilia	43,7
Basilicata	31,9	Sicilia	43,7	Puglia	43,0
Umbria	29,5	<b>ITALIA</b>	<b>42,6</b>	Lombardia	42,4
<b>ITALIA</b>	<b>29,5</b>	Piemonte	42,4	<b>ITALIA</b>	<b>39,6</b>
Lombardia	29,1	Liguria	42,3	Piemonte	38,4
Piemonte	28,0	Toscana	40,0	Toscana	37,5
				Valle d'Aosta/Vallée	
Molise	27,6	Sardegna	39,1	d'Aoste	34,2
Veneto	26,4	Emilia-Romagna	37,3	Abruzzo	34,0
Puglia	25,7	Friuli-Venezia Giulia	36,6	Trentino	33,8
Toscana	25,0	Veneto	36,4	Sardegna	33,1
Marche	24,9	Abruzzo	34,4	Calabria	32,9
Sardegna	24,9	Calabria	33,2	Basilicata	31,1
Abruzzo	24,8	Marche	32,4	Marche	30,2
Liguria	24,5	Trentino	31,4	Emilia-Romagna	30,1
Valle d'Aosta/Vallée					
d'Aoste	23,6	Umbria	31,2	Molise	28,3
		Valle d'Aosta/Vallée			
Emilia-Romagna	23,6	d'Aoste	26,2	Veneto	28,2
Friuli-Venezia Giulia	23,3	Basilicata	25,1	Friuli-Venezia Giulia	25,7
Trentino	18,1	Molise	23,6	Umbria	23,2

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Indagine Multiscopo - Aspetti della vita quotidiana

**Figura 5.4 - Tasso di motorizzazione per i comuni capoluogo di provincia - Italia e Sicilia - Anni 2006-2010 (autovetture per mille abitanti)**



Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

**Tavola 5.9 - Tasso di motorizzazione, Consistenza dei motocicli e Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia aggregati per regione - Anno 2010 (autovetture e motocicli per mille abitanti, passeggeri per abitanti)**

REGIONI	Tasso di motorizzazione	REGIONI	Consistenza motocicli	REGIONI	Passeggeri per abitanti
Valle d'Aosta/ Vallée d'Aoste	1997,4	Liguria	221,2	Lazio	482,0
Lazio	693,9	Sicilia	174,6	Lombardia	463,7
Basilicata	675,4	Toscana	167,5	Veneto	252,0
Molise	674,6	Marche	158,2	<b>ITALIA</b>	<b>227,6</b>
Umbria	667,3	Lazio	143,9	Liguria	219,3
		Friuli-Venezia		Friuli-Venezia	
Abruzzo	649,1	Giulia	142,2	Giulia	215,0
Sardegna	640,1	Campania	133,7	Campania	182,6
Sicilia	638,6	<b>ITALIA</b>	<b>130,2</b>	Trentino	171,2
Marche	632,5	Emilia-Romagna	124,7	Piemonte	154,9
Piemonte	613,2	Abruzzo	123,8	Emilia-Romagna	121,6
<b>ITALIA</b>	<b>612,1</b>	Lombardia	112,1	Toscana	112,7
Calabria	610,4	Umbria	111,1	Sardegna	102,8
		Valle d'Aosta/ Vallée d'Aoste		Umbria	102,7
Toscana	600,1	Trentino	108,2	Abruzzo	62,2
Emilia-Romagna	592,4	Veneto	105,3	Marche	57,4
Campania	587,4		99,1		
Friuli-Venezia		Calabria	98,0	Molise	54,7
Giulia	584,5	Molise	87,4	Sicilia	48,9
Puglia	578,0			Valle d'Aosta/ Vallée d'Aoste	48,7
		Puglia	87,0	Puglia	47,0
Lombardia	574,6	Sardegna	85,1	Calabria	36,8
Trentino	550,7	Piemonte	81,6	Basilicata	19,9
Veneto	543,2	Basilicata	77,7		
Liguria	482,2				

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

Il tasso di motorizzazione verrà confrontato con i tre indicatori di percezione proposti in quanto si presume che alti valori del tasso di motorizzazione possano essere influenzati dai problemi di collegamento con i mezzi pubblici e che possano inoltre spiegare elevati livelli di traffico ed eventuali difficoltà di parcheggio.

A livello regionale il Lazio si classifica ai primi posti relativamente agli indicatori analizzati presentando un elevato tasso di motorizzazione (693,9 autovetture per mille abitanti) e a giudizio delle famiglie intervistate, elevate difficoltà di collegamento (35,3 per cento), problemi di traffico (56,7 per cento) e difficoltà di parcheggio (51,9 per cento) (Tavola 5.9). Anche la Sicilia presenta un tasso di motorizzazione superiore alla media nazionale (638,6) e valori elevati negli indicatori di percezione. Inoltre, in Sicilia, si registra, negli ultimi cinque anni, un aumento del tasso di motorizzazione del 3,8 per cento (Figura 5.4) ed effettivamente, nello stesso periodo, la percentuale di famiglie che dichiara difficoltà di collegamento è sensibilmente aumentata (Tavola 5.10).

Anomalo è il dato della Valle d'Aosta che nonostante non presenti difficoltà nei collegamenti (solo il 23,6 per cento delle famiglie lo avverte come problema) o di traffico (26,2 per cento), ha un elevatissimo tasso di motorizzazione (1997 autovetture per mille abitanti) giustificato dalla minore tassazione nell'iscrizione di nuove autovetture di cui gode la regione. Il dato può essere anche influenzato dalle caratteristiche di regione transfrontaliera dove vi sono i varchi verso le altre nazioni europee.

**Tavola 5.10 - Famiglie che dichiarano problemi relativi alle difficoltà di collegamento e di parcheggio in Sicilia - 2006-2010** (per cento famiglie della stessa zona)

	2006	2007	2008	2009	2010
Difficoltà parcheggio	42,0	46,5	41,6	41,4	43,7
Difficoltà collegamento	24,9	35,5	31,3	33,4	34,8

Fonte: Elaborazione su dati Istat, Indagine Multiscopo- Aspetti della vita quotidiana

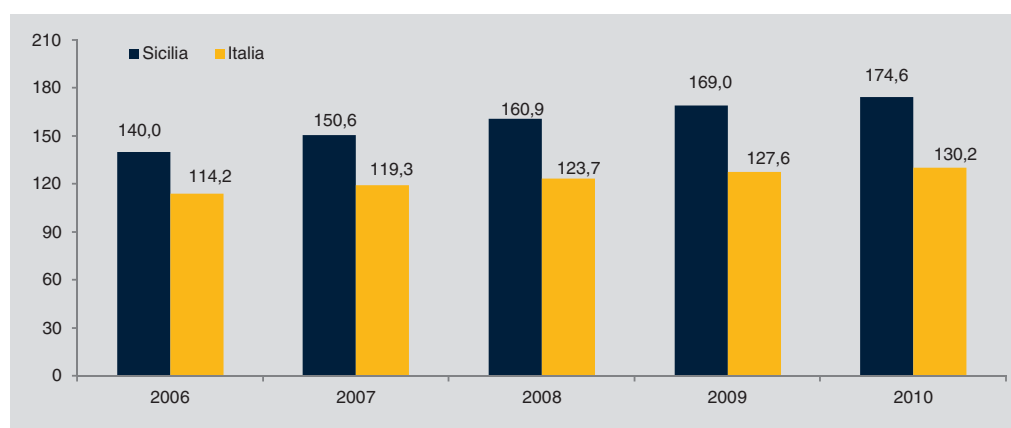
Un altro indicatore esaminato è la consistenza dei motocicli per mille abitanti il cui valore potrebbe essere influenzato sia dalla scarsa disponibilità dei parcheggi per le auto che dal crescente congestionamento del traffico urbano.

Dall'analisi emerge che regioni come la Liguria, la Sicilia, la Toscana e il Lazio presentano un numero più elevato di motocicli e registrano valori più elevati anche negli indicatori di percezione.



In Sicilia, nell'ultimo quinquennio, si registra un incremento della consistenza dei motocicli del 24,7 per cento, superiore a quello nazionale, pari al 14 per cento (Figura 5.5).

**Figura 5.5 - Consistenza dei motocicli nei comuni capoluogo di provincia - Italia e Sicilia - Anni 2006-2010 (motocicli per mille abitanti)**



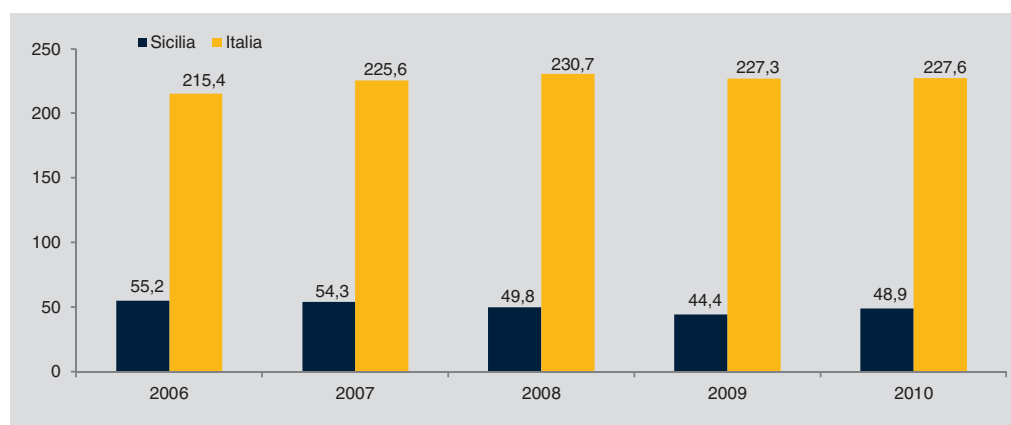
Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

La domanda di trasporto pubblico viene analizzata tramite l'indicatore "Passeggeri per abitanti", ottenuto rapportando il numero di passeggeri delle modalità di trasporto pubbliche alla popolazione residente e confrontata con la percezione delle famiglie riguardo le difficoltà di parcheggio e le difficoltà di collegamento con i mezzi pubblici.

Nel 2010, le regioni Lazio e Lombardia presentano un numero di passeggeri per abitanti molto più elevato rispetto alle altre regioni (482 e 463,7 rispettivamente) ed effettivamente la percentuale di famiglie che ha confermato l'esistenza di difficoltà di parcheggio è superiore alla media nazionale.

Infine, negli ultimi cinque anni, in Sicilia si registra una contrazione dell'11,5 per cento (Figura 5.6) del numero di passeggeri trasportati dai mezzi pubblici e, in effetti, nello stesso periodo sono aumentate le famiglie che percepiscono una criticità riguardo le difficoltà di collegamento.

**Figura 5.6 - Domanda di trasporto pubblico nei comuni capoluogo di provincia Sicilia e Italia - Anni 2006-2010 (passeggeri per abitanti)**



Fonte: Elaborazione su dati Istat, Dati ambientali nelle città

## GLOSSARIO

Veicoli a motore con almeno quattro ruote (esclusi i motoveicoli) destinati al trasporto di persone, aventi al massimo nove posti, compreso quello del conducente.

Autovetture

Motocicli sul totale della popolazione (per mille).

Consistenza dei motocicli

Numero di passeggeri trasportati nell'anno dai mezzi di trasporto pubblico in ambito urbano (autobus, tram, filobus, metropolitana, funicolare e altre tipologie di trasporto quali, ad esempio, vaporetti, ascensori, scale mobili eccetera). La domanda di trasporto pubblico è espressa in termini di passeggeri per abitante.

Domanda di trasporto pubblico

Numero di famiglie che denunciano irregolarità nell'erogazione dell'acqua sul totale delle famiglie.

Irregolarità nell'erogazione dell'acqua

Veicoli a due ruote destinati al trasporto di persone, in numero non superiore a due compreso il conducente.

Motocicli

La raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee e i rifiuti di imballaggio separatamente dagli altri rifiuti urbani, a condizione che tutti i rifiuti sopra indicati siano effettivamente destinati al recupero ai sensi del D.lgs.152/2006, art. 183, comma 1, lettera f).

Raccolta differenziata

Periodi di riduzione o sospensione del servizio di fornitura dell'acqua potabile per uso domestico.

Razionamento nell'erogazione dell'acqua

Autovetture sul totale della popolazione (per mille).

Tasso di motorizzazione

Insieme delle modalità di trasporto (autobus, filobus, metropolitana, tram, ..... ) che su scala urbana consente l'esercizio del diritto alla mobilità dei cittadini.

Trasporto pubblico urbano

Numero più elevato di giorni in cui è stato superato il valore limite di 24 ore di PM<sup>10</sup> per la protezione della salute umana (50 microgrammi/m<sup>3</sup>). Secondo la normativa vigente (D.Lgs 155/2010) il valore limite non deve essere superato più di 35 volte durante l'anno.

Valore limite per la protezione della salute umana per il PM<sup>10</sup>

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Istat. 2011. *Indicatori ambientali urbani 2010*. Statistiche report. Roma: Istat.
- Istat. 2010. *La soddisfazione dei cittadini per le condizioni di vita 2010*. Statistiche report. Roma: Istat.
- Istat. 2011. *Annuario statistico italiano 2010*. Roma: Istat.
- Ispra. 2011. *Annuario dei dati ambientali 2010*. Roma: Ispra.
- Istat. 2009. *Statistiche Ambientali*. Roma: Istat.
- Istat. 2002. *L'ambiente nelle città*. Collana Indicatori Statistici n. 3. Roma: Istat 2001.
- Censis. 2007. *I giovani e la cultura ambientale*. Milano: Franco Angeli.
- Arpam. 2007. *Ambiente e salute nelle Marche – Attività ed esperienze*. Ancona: Arpam.
- Arpa Sicilia. 2011. *Annuario regionale dei dati ambientali 2010*. Palermo: Arpa Sicilia.
- Regione Toscana. 2000. *Valutazione di impatto ambientale: un approccio generale*. Firenze: Edizioni Regione Toscana.
- Leti G.. 1983. *Statistica descrittiva*. Bologna: Il Mulino.
- Arpa. 2009. *La qualità ambientale a Modena, tra percezione e dati rilevati*. Rivista N. 4 luglio-agosto 2009.



## 6. LE IMPRESE IN SICILIA: PERFORMANCE ECONOMICA E IMPATTO AMBIENTALE

### 6.1 Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito a una crescente attenzione verso le dinamiche di sviluppo e sostenibilità ambientale nel territorio, affermandosi l'idea che la protezione dell'ambiente e la crescita economica non sono necessariamente incompatibili. L'esigenza di perseguire uno sviluppo sostenibile sta determinando dei profondi cambiamenti nelle politiche pubbliche, mentre per le imprese diventa necessario concepire e gestire la variabile ambientale in un'ottica del tutto nuova. Per essere sostenibile, lo sviluppo deve venire incontro ai bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni. La qualità dell'ambiente va considerata come una caratteristica essenziale della qualità della vita in una società, e quindi anche come una caratteristica essenziale della qualità dello sviluppo economico. Questa è una delle pre-condizioni per la realizzazione della sostenibilità. Le indagini e gli studi statistici sulle principali caratteristiche della popolazione e del territorio, in particolare gli aspetti economici, sociali e ambientali ad essi comuni, offrono validi strumenti di conoscenza di tali dinamiche (Gdprd, 2008). In questo contesto, l'informazione statistica ufficiale rappresenta la base fondamentale per le decisioni e la programmazione da un lato, il monitoraggio e la valutazione dall'altro, delle politiche ai diversi livelli amministrativi e territoriali (UN, 2012). La territorializzazione di alcuni caratteri appare quindi un passo necessario per avere un quadro completo ed esaustivo dei fenomeni in esame: la statistica spaziale fornisce metodi e tecniche che permettono di studiare la presenza di fenomeni di diversa natura nello spazio geografico nel quale si sono manifestati. Al fine di migliorare la rappresentazione e la diffusione dell'informazione statistica a livello territoriale, nonché l'utilizzo dei dati prodotti dagli uffici statistici pubblici (locali, nazionali e internazionali), in questo lavoro vengono presentati i risultati di un'applicazione geostatistica. Il Kriging ordinario viene utilizzato per la stima e la rappresentazione cartografica di alcuni indicatori economici legati alla performance aziendale e all'impatto ambientale delle imprese presenti sul territorio della regione Sicilia. La cartografia così ottenuta è di tipo probabilistico, ovvero restituisce una stima anche in aree dove non ci sono osservazioni dirette, nonché l'errore associato alla stima.

### 6.2 La regione Sicilia e le sue imprese: dati disponibili

La regione Sicilia ha una superficie complessiva di 25.711 chilometri quadrati che ne fanno la regione più estesa d'Italia, rappresentando da sola circa un dodicesimo del territorio nazionale. I territori collinari (61,4 per cento della superficie) e

quelli montuosi (24,4 per cento) sono nettamente prevalenti sulle aree pianeggianti (14,2 per cento). La densità media di popolazione è elevata, con 196 abitanti per chilometro quadrato; si passa però dai 67-128 abitanti per chilometro quadrato delle province di Enna e Caltanissetta ai 250-307 di quelle di Palermo e Catania (bilancio demografico Istat al 31 dicembre 2010). La densità media di imprese per chilometro quadrato per questa regione è di 10,7 contro una media nazionale di 14,9.

Da un punto di vista geografico ed economico la Sicilia può essere suddivisa in tre aree: la prima comprende le province di Catania e Siracusa, l'area di Gela e la parte meridionale della provincia di Messina, dove si è sviluppata soprattutto l'industria chimica, petrolchimica e la raffinazione del petrolio, e l'agricoltura è intensiva e di alta qualità; la seconda zona comprende le province di Palermo, Trapani ed una parte di Messina, dove è forte lo sviluppo nel settore terziario e nell'edilizia; la terza zona, la più povera della Sicilia, comprende le province di Agrigento, Caltanissetta ed Enna, dove un'agricoltura molto povera ed un forte sottosviluppo hanno provocato fuga di popolazione e continuo degrado dell'attività economica.

Nell'entroterra siciliano l'agricoltura, di tipo estensivo, viene ancora praticata con mezzi antiquati ed è rivolta principalmente alla coltivazione di frumento; le zone costiere invece sono molto più fertili, dotate di sistemi di irrigazione efficienti ed avanzati che permettono coltivazioni più moderne e redditizie. L'uva è concentrata nell'area occidentale dell'isola sino alle sue estreme propaggini, in particolare nel trapanese e a Marsala, nell'agrigentino e nelle zone collinari dell'area etnea. La coltura degli agrumi, che assicura una produzione pari a circa l'ottanta per cento del totale nazionale, è concentrata nel siracusano, nella Piana di Catania, nel versante meridionale della regione etnea, nella costa ionica e in altre aree sparse. Altre produzioni agricole presenti in Sicilia sono quelle di ortaggi (la coltivazione in serra in particolare del pomodoro avviata nel ragusano si è estesa ad altre aree), frutta, olive, mandorle e pistacchi. In Sicilia viene inoltre prodotta la totalità del cotone italiano (Regione siciliana, 2008).

I dati disponibili per questo studio fanno riferimento all'anno 2009, e provengono dalle rilevazioni sui risultati economici delle aziende agricole (indagine Rea), sul Sistema dei conti delle imprese (Sci) e sulle piccole e medie imprese (Pmi). L'indagine Rea è rivolta alle aziende la cui attività principale (classificazione delle attività economiche Ateco 91) ricade tra quelle classificate come:

- coltivazioni agricole, orticoltura, floricoltura;
- allevamento di animali;
- coltivazioni agricole associate all'allevamento di animali (attività mista);
- attività dei servizi connessi all'agricoltura e alla zootecnia (esclusi i servizi veterinari, creazione e manutenzione di giardini, aiuole e spazi verdi).

Il campo di osservazione dell'indagine è costituito da tutte le aziende agricole che soddisfano almeno una delle seguenti condizioni: il possesso di almeno un ettaro di superficie agricola utilizzata (Sau); un valore di vendita dei prodotti aziendali superiore a 2.066 euro; la conduzione di un'attività zootecnica. L'unità di rilevazione è l'azienda agricola definita come un'unità tecnico-economica costituita da terreni ed eventualmente da impianti o attrezzature, in cui si attua la produzione agraria, forestale o zootecnica ad opera di un conduttore che ne sopporta il rischio aziendale.

La rilevazione Sci coinvolge invece tutte le imprese di medio-grande dimensione

che operano nei settori:

- industria e artigianato;
  - commercio, alberghi e pubblici esercizi;
  - trasporti e comunicazioni;
  - attività svolte nell'ambito dei servizi.
  - Infine, la rilevazione Pmi interessa le imprese dell'industria e dei servizi più piccole, con 1-99 addetti.
  - Le variabili prese in considerazione per questo studio sono:
    - per le aziende agricole (Rea): la superficie agricola utilizzata in ettari (Sau), la spesa per i prodotti fitosanitari (Spf) e la spesa per l'acqua (Spa) come indicatori dell'uso delle risorse naturali e dell'impatto ambientale, un indicatore sintetico delle tre variabili precedenti (Ind1), e il rapporto di quest'ultimo con le vendite (Ind1/v);
    - per le imprese industriali e dei servizi (Sci e Pmi): la spesa per la protezione ambientale (Spram), che comprende la spesa per lo smaltimento dei rifiuti, per la depurazione degli scarichi e per l'abbattimento delle emissioni in atmosfera, e il rapporto tra la suddetta spesa e le vendite (Spram/v).
- Il rapporto tra gli indicatori di impatto ambientale e le vendite ha permesso di valutare la relazione tra performance e impatto.

### 6.3 Rappresentazione spaziale dei dati

La maggior parte dei dati disponibili ha sempre, all'origine, un riferimento territoriale, ossia "dove" il dato è stato misurato o rilevato. La statistica spaziale tratta i dati tenendo conto esplicitamente di questa loro natura spaziale. Generalmente la rappresentazione cartografica di dati riferiti al territorio si effettua per poligoni (per esempio aree amministrative): in questo modo essa risulta spesso discontinua ed eccessivamente semplificata, in quanto le porzioni minime di territorio considerate vengono ipotizzate uniformi in termini di valori della variabile osservata.

La ricostruzione spaziale di una variabile tramite stima si effettua a partire da un limitato numero di osservazioni della variabile stessa; nel nostro caso le osservazioni sono costituite dalle micro-unità economiche considerate. Per ottenere la rappresentazione spaziale della variabile è necessario interpolare i suoi valori in punti non osservati. A questo scopo esistono diverse tecniche di interpolazione, tutte basate sull'ipotesi di continuità spaziale dei fenomeni oggetto di studio: è necessario che l'evoluzione spaziale attesa sia graduale e si sviluppi in modo che, mediamente, due punti vicini fra loro presentano valori delle variabili più simili rispetto a punti lontani. La cartografia stimata è quindi una rappresentazione "media" del fenomeno studiato; la vicinanza è inoltre un concetto relativo alla scala di osservazione.

Esistono due tipologie di metodi di interpolazione: deterministici, ovvero basati sull'applicazione di un algoritmo definito a priori, e probabilistici o geostatistici. I metodi deterministici non prendono in considerazione l'autocorrelazione spaziale dei dati, e in alcuni casi possono semplificare eccessivamente la realtà (Isaaks e Srivastava, 1989).

I metodi geostatistici invece possono essere usati per caratterizzare il comportamento e la distribuzione spaziale di una grandezza e, sulla base di questa caratterizzazione, stimare il suo valore anche dove non vi siano osservazioni dirette,

minimizzando l'errore di stima (Webster e Oliver, 2001).

In uno studio geostatistico la caratterizzazione spaziale di un fenomeno costituisce il primo importante passo, e consiste essenzialmente nell'evidenziare, in forma qualitativa e quantitativa, la variabilità del fenomeno in esame. Per questo fine si utilizza la funzione variogramma, definita sulla base dei dati disponibili, che misura la variabilità della grandezza studiata in relazione alla distanza. Il variogramma è quindi una funzione della distanza, ma anche del relativo orientamento delle coppie di punti, che descrive il grado di correlazione tra tali punti. Quest'ultimo è dato dalla varianza delle differenze della variabile considerata in una coppia di siti: se due unità sono tra loro vicine la loro differenza sarà piccola e così pure la varianza. Al crescere della lontananza tra i siti, le differenze diventano più grandi e la varianza assume valori maggiori. Mediando i valori calcolati per le varie coppie di punti su una distanza standard (*lag*) si ottiene il variogramma sperimentale, in cui la dipendenza spaziale dei dati è espressa tipicamente da un incremento della funzione al crescere della distanza. La varianza espressa dalla funzione raggiunge, o si avvicina asintoticamente a, un certo valore costante (*sill*), ad una distanza finita (*range*), oltre la quale non c'è più autocorrelazione spaziale (Ciotoli e Finoia, 2005). Quando è presente autocorrelazione spaziale, il fenomeno investigato può essere descritto da un modello teorico di variabilità spaziale. Al variogramma empirico viene quindi adattato un modello parametrico che permette di effettuare la stima della variabile in punti non osservati (Goovaerts, 1997). Oltre al *sill* e al *range*, il terzo parametro fondamentale che definisce la forma del modello di variogramma è l'intercetta sull'asse delle ordinate (*nugget*), che esprime la variabilità a piccola scala.

Il Kriging può essere definito in prima approssimazione come una media mobile pesata che permette di effettuare stime non distorte attraverso un predittore lineare, ricavato per interpolazione da un certo numero di osservazioni localizzate nei dintorni del punto da stimare. Il Kriging attribuisce un peso alle singole osservazioni della variabile nell'intorno del punto e i pesi sono espressione, oltre che della distanza, anche della correlazione spaziale d'insieme dei punti osservati utilizzati nell'interpolazione, ricavata dalla struttura del variogramma. Uno dei principali vantaggi di questo metodo è quello di fornire una misura dell'errore commesso nell'interpolazione. Nel presente lavoro viene utilizzato il Kriging ordinario, il più comunemente usato nelle applicazioni pratiche.

In questo studio, il processo di rappresentazione spaziale del fenomeno in oggetto prevede i seguenti passi di trattamento dei dati:

1. individuazione del livello territoriale di interesse;
2. calcolo dei valori medi delle variabili di interesse con riferimento al Comune di appartenenza;
3. attribuzione dei valori medi ai punti centroidi dei territori comunali e attribuzione di coordinate geografiche a tali punti;
4. rappresentazione cartografica dei punti e dei valori puntuali delle variabili in esame;
5. stima dei valori per i punti non osservati;
6. rappresentazione attraverso isolinee dei valori delle variabili sul territorio.

Queste operazioni sono state realizzate usando strumenti Gis.

## 6.4 Risultati

Ai fini della stima sono stati considerati i Comuni in cui erano presenti valori individuali validi relativi ad aziende o imprese. Inoltre, nella stima dell'indice due sono stati esclusi i punti in cui il valore era impossibile da calcolare per la presenza di valori nulli al denominatore. Le statistiche descrittive dei dati utilizzati sono riportate nella tavola 6.1.

Tavola 6.1 - Statistiche descrittive delle variabili studiate

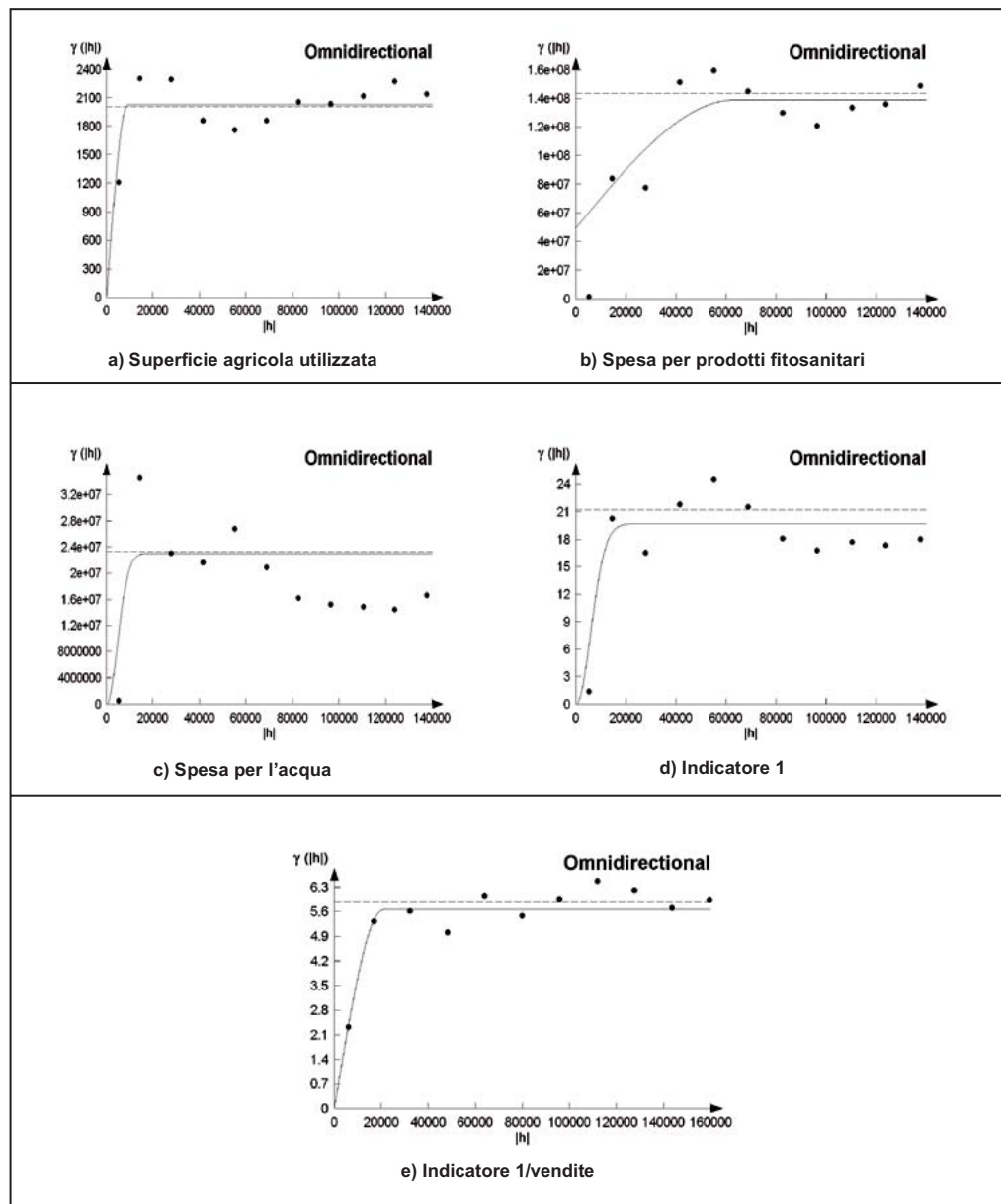
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Deviazione standard	Coefficiente di variazione	Asimmetria	Curtosi
Aziende agricole								
Sau (ha)	29,62	12,45	0	311,9	44,98	1,52	3,18	13,16
Spf (€)	2.520	361	0	147.000	12.015	4,77	10,17	113,44
Spa (€)	1.035	0	0	6.000	4.840	4,68	10,28	117,79
Ind1	1,699	0,643	0,004	46,232	4,62	2,719	7,26	59,54
Ind1/v	2,035	1,547	0	20,822	2,412	1,185	4	22,67
Imprese industria e servizi								
Spram (€)	56,015	2,105	0,004	7301,8	513,54	9,168	13,32	183,02
Spram/v	7,269	2,15	0,01	159,13	16,845	2,317	5,47	38,12

Per stimare la distribuzione sul territorio delle variabili considerate, come primo passo è stata verificata sui due dataset separati, di aziende e imprese, la presenza di autocorrelazione spaziale con una analisi variografica.<sup>1</sup>

Generalmente l'applicazione di metodi geostatistici presuppone che i dati abbiano una distribuzione normale (Webster e Oliver, 2001); nel nostro caso questa condizione non è verificata, come è facilmente desumibile dai valori sopra riportati di asimmetria e curtosi, neppure procedendo a una trasformazione dei dati. Ciò costituisce un limite per l'applicazione di tali metodi che va tenuto in considerazione. Per semplicità si assume inoltre che non vi sia anisotropia, e quindi che la forma del variogramma non cambi nelle diverse direzioni. Per quanto riguarda le aziende agricole il dataset è costituito da 188 punti: sono stati costruiti variogrammi omnidirezionali con un *lag* di 13.800 m. Per le imprese industriali e di servizi, per le quali sono disponibili informazioni relative a 306 punti, si è considerato un *lag* leggermente più ampio (14 mila m). Nella figura 6.1 sono riportati i variogrammi per le variabili superficie agricola utilizzata, spesa per prodotti fitosanitari, spesa per l'acqua, indicatore 1 e indicatore 1/vendite delle aziende agricole. Per quest'ultima variabile i punti con valori validi sono 173 e il *lag* utilizzato è 16 mila metri.

<sup>1</sup> L'analisi è stata condotta con il software VarioWin 2.21 (Pannatier, 1995).

Figura 6.1 - Variogrammi sperimentali per le variabili considerate - dataset aziende



In tutti i casi l'autocorrelazione spaziale è debole, ma nonostante ciò è possibile adattare un modello teorico di variabilità. Il criterio per la scelta del modello migliore riferito a ciascun variogramma consiste nella minimizzazione dell'indice Igf (*Indicative Goodness of Fit*, Pannatier, 1996). Si tratta di una misura standardizzata della differenza tra i valori osservati e quelli stimati, basata sul criterio dei minimi quadrati. Nella tavola 6.2 sono riportati i parametri dei modelli adattati ai variogrammi sperimentali ottenuti e i corrispondenti valori di Igf.

Tavola 6.2 - Parametri dei modelli di variabilità spaziale e *Indicative Goodness of Fit*- dataset aziende

	Modello	Nugget	Range (m)	Sill	Igf
Sau	Sferico	0	9.210	2.030	0,031
Spf	Sferico	49.500.000	63.439	89.770.000	0,057
Spa	Gaussiano	0	11.540	23.130.000	0,224
Ind1	Gaussiano	0	14.401	19,7281	0,046
Ind1/v	Sferico	0	20.800	5,664	0,012

Per quanto sopra detto, il modello che meglio descrive la variabilità spaziale dei dati disponibili è quello adattato al variogramma dell'indicatore1/vendite, mentre il peggiore è quello adattato alla spesa per l'acqua. I parametri di questi modelli vengono successivamente utilizzati nell'algoritmo di Kriging ordinario per la stima spaziale.

L'analisi geostatistica si conclude con la restituzione cartografica dei valori degli attributi nell'area indagata;<sup>2</sup> le mappe relative sono riportate nella figura 6.2.

Per valutare l'impatto medio aziendale sul territorio in termini di superficie agricola utilizzata, da un punto di vista micro-aziendale, la carta stimata della figura 6.2a evidenzia come le zone con aziende che utilizzano più superficie agricola siano soprattutto quelle interne, dove l'agricoltura è di tipo estensivo (seminativi, soprattutto frumento).

Le zone dove la spesa per i prodotti fitosanitari è più elevata (Figura 6.2b) sono localizzate nel catanese, nel siracusano-ragusano e, secondariamente, nel palermitano-trapanese-agrigentino; in queste aree sono presenti numerose aziende agricole con attività di tipo intensivo, con un reddito lordo standard più elevato rispetto al resto del territorio siciliano (Istat. 2004).

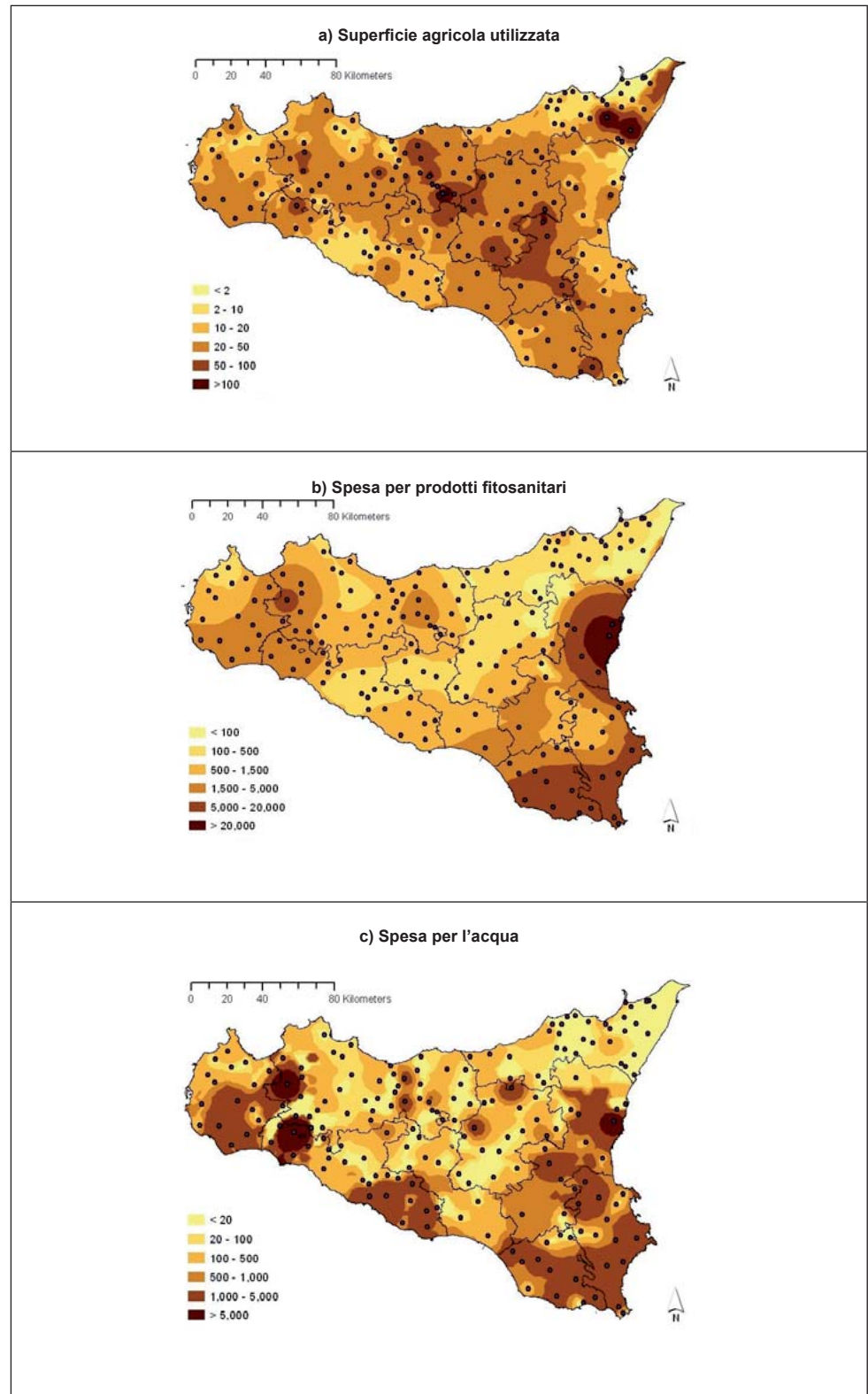
Le aree dove è più elevata la spesa per l'acqua (Figura 6.2c) sono in linea di massima le stesse della mappa precedente, cui si aggiunge la zona di Licata: si tratta di aree a forte vocazione agricola, come abbiamo detto, con coltivazioni che richiedono interventi irrigui anche consistenti, in virtù di un clima piuttosto secco.

In particolare nell'area occidentale si ha soprattutto viticoltura; nell'area orientale prevale l'agrumicoltura e le colture arboree in genere, oltre all'attività florovivaistica; nel settore meridionale prevalgono colture orticole, anche in serra; infine, nella fascia settentrionale sono predominanti prati, pascoli e bosco che non richiedono irrigazione.

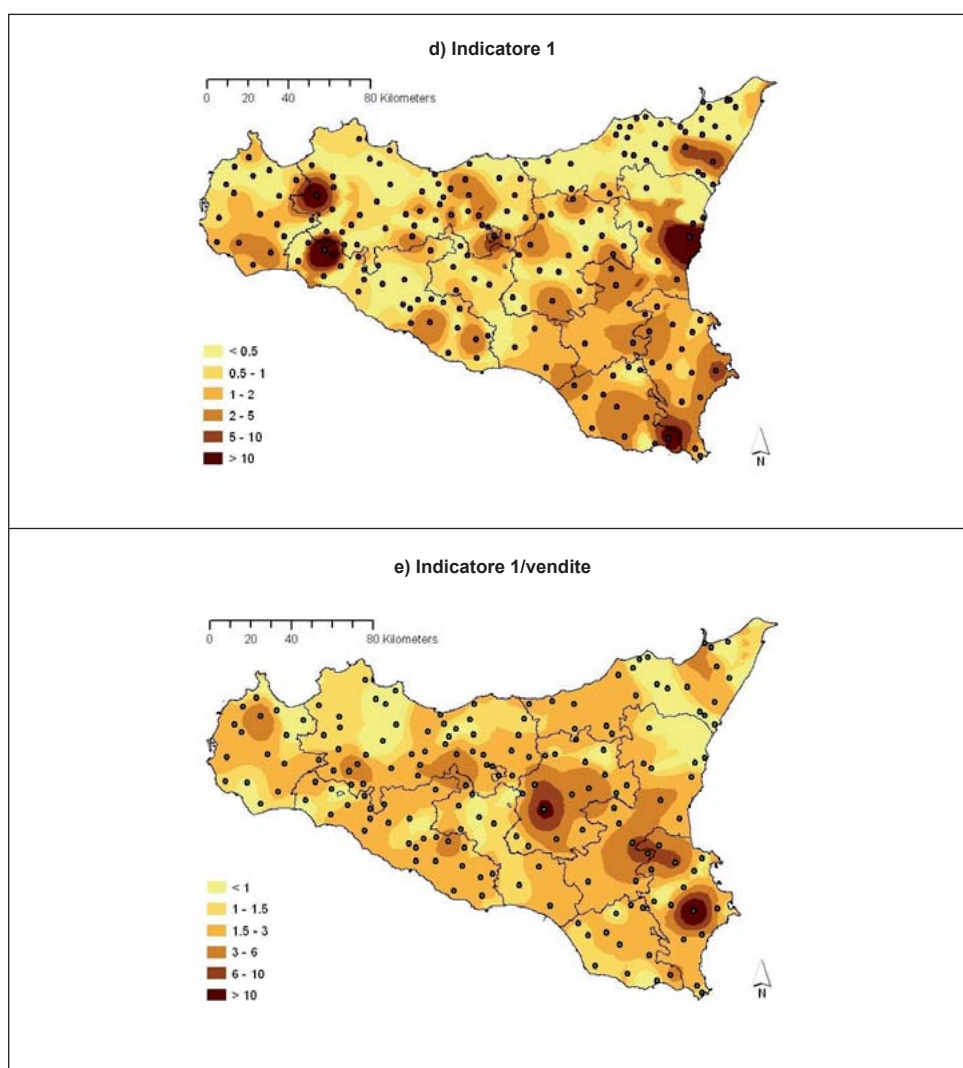
Alle attività che consumano molta acqua si aggiunge anche l'allevamento.

<sup>2</sup> Le elaborazioni cartografiche sono state effettuate per mezzo del software ESRI ArcGIS™ 10.

Figura 6.2 - Carte stimate per le variabili considerate - dataset aziende



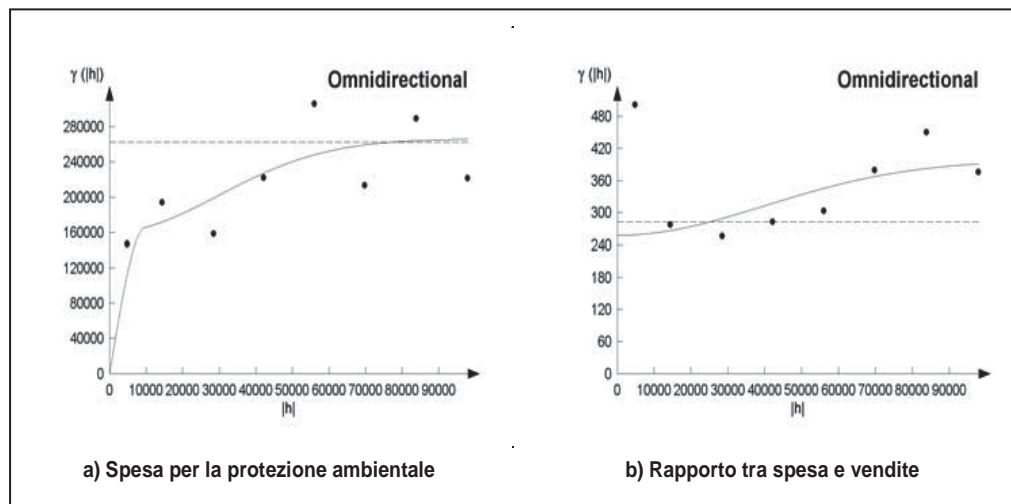




La distribuzione dell'indicatore 1 (Figura 6.2d) mostra che la spesa per l'acqua è il fattore predominante nella descrizione dell'impatto delle aziende sul territorio. Il rapporto tra l'indicatore 1 e le vendite (Figura 6.2e) evidenzia invece le aree in cui le aziende hanno un elevato impatto in rapporto alla performance economica indipendentemente dalla loro dimensione, rispetto alle aziende presenti in altre aree dell'isola. In particolare emergono le aziende dell'area di Enna, con coltivazioni di grano duro, olive, mandorle e nocciole, e quelle di Canicattini Bagni, con coltivazioni di cereali, ortaggi, olive, mandorle e foraggi. In entrambe le zone sono presenti anche allevamenti di bovini, ovini e suini. Le altre aree le cui aziende risultavano avere un impatto elevato qui non emergono, probabilmente per effetto dell'elevata performance economica.

Lo stesso procedimento seguito per le aziende è stato ripetuto considerando il dataset delle imprese: nella figura 6.3 sono riportati i variogrammi per le variabili spesa per la protezione ambientale e il rapporto tra la suddetta spesa e le vendite.

Figura 6.3 - Variogrammi sperimentali per le variabili considerate - dataset imprese



Anche questi variogrammi non mostrano un modello teorico di variazione spaziale molto chiaro.

Nella tavola 6.3 sono riportati i parametri dei modelli adattati e il valore dell'indice I<sub>gf</sub>.

Tavola 6.3 - Parametri dei modelli di variabilità spaziale e Indicative Goodness of Fit - dataset imprese

	Modello	Nugg	Range	Sill	I <sub>gf</sub>
Spram	Sferico + Gaussiano	266,2816	9.522 72.800	160.098 106.184	0,046
Spram/v	Gaussiano	258,2579	98.000	140,5982	0,057

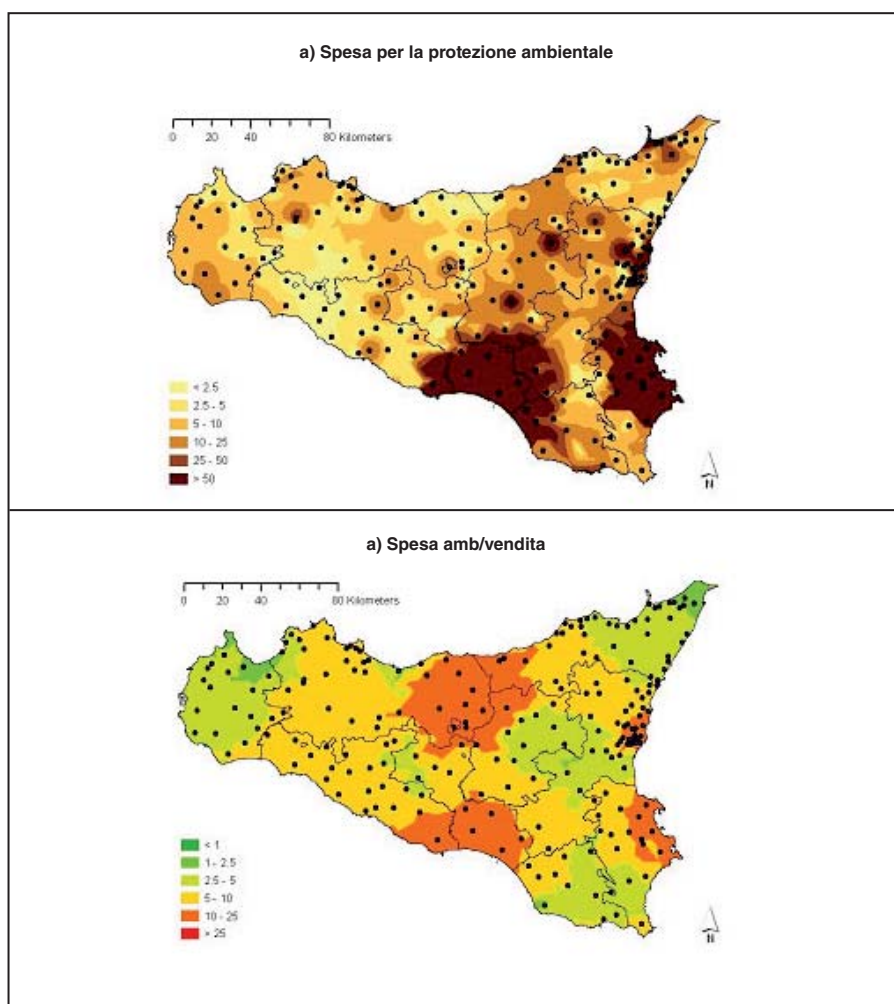
Anche per queste variabili sono state costruite le mappe con il metodo di Kriging ordinario, riportate nella figura 6.4.

Dalla figura 6.4a risulta evidente come le aree in cui la spesa media delle imprese per la protezione dell'ambiente è più consistente siano la zona di Gela, di Siracusa-Augusta e di Catania; si tratta di aree industriali, dove è presente tra le altre l'attività petrolchimica.

Le stesse aree, nella carta della figura 6.4b, mostrano un elevato rapporto tra la spesa e le vendite, cui si aggiunge un'ampia area che comprende Cefalù, i Nebrodi e le Madonie, dove numerose sono le attività industriali, soprattutto trasformazione di prodotti alimentari, estrattiva e manifatturiera.

È stato ricordato in precedenza che uno dei principali vantaggi dell'applicazione del Kriging ordinario è quello di fornire una misura dell'errore commesso nell'interpolazione.

Figura 6.4 - Carte stimate per le variabili considerate - dataset imprese

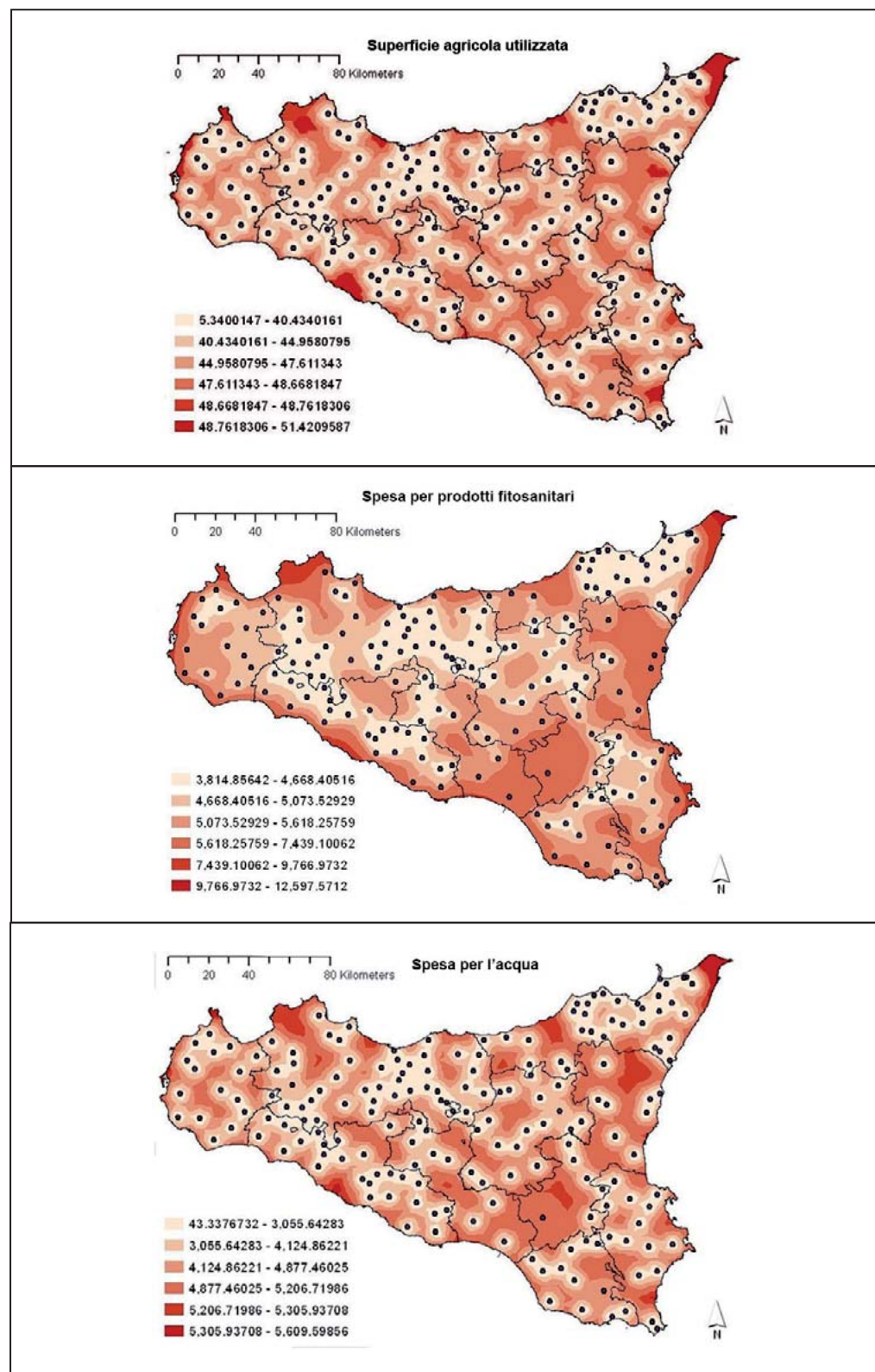


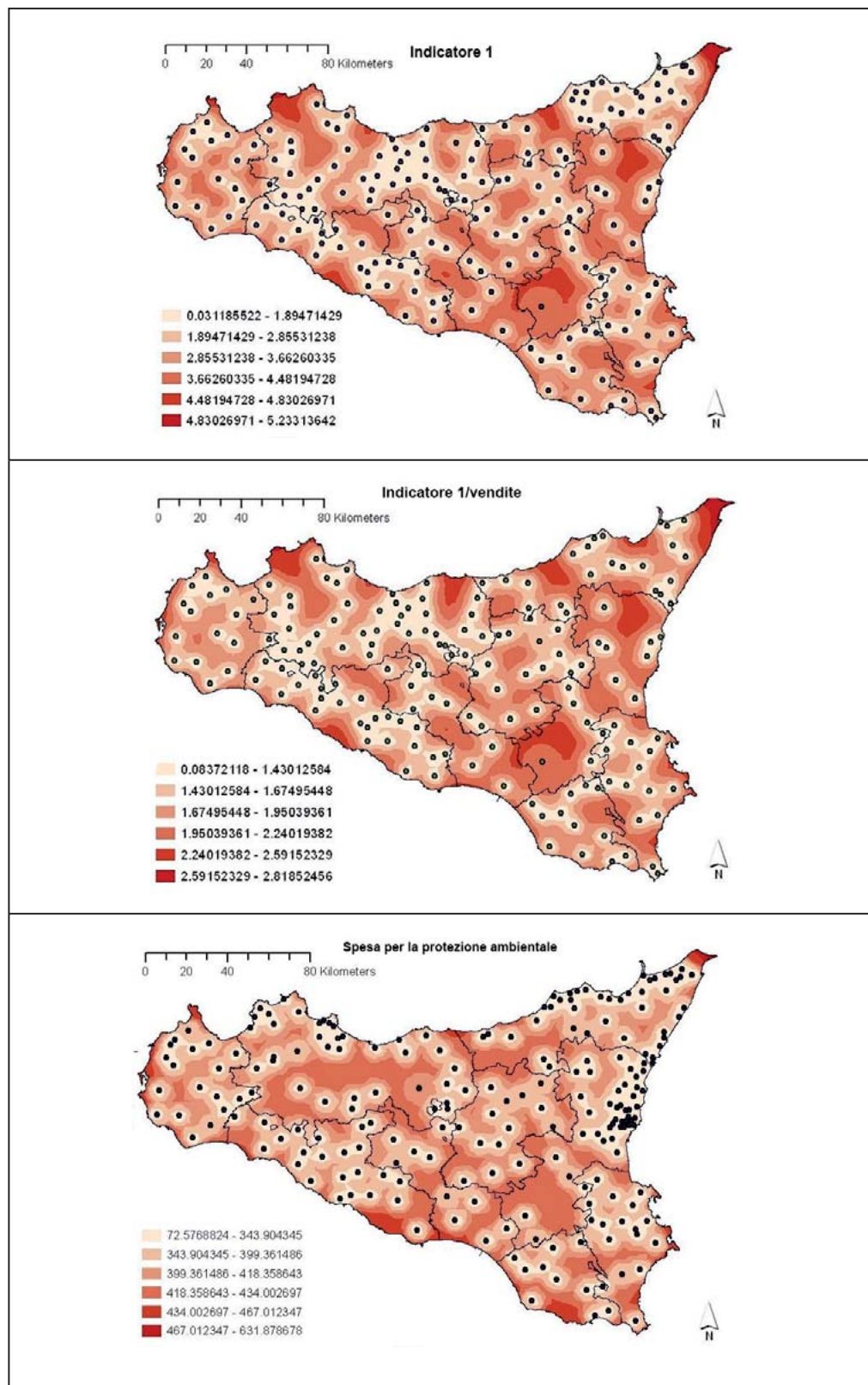
Nella figura 6.5 vengono riportate le mappe dell'errore standard per ciascuna delle variabili considerate nel presente lavoro.

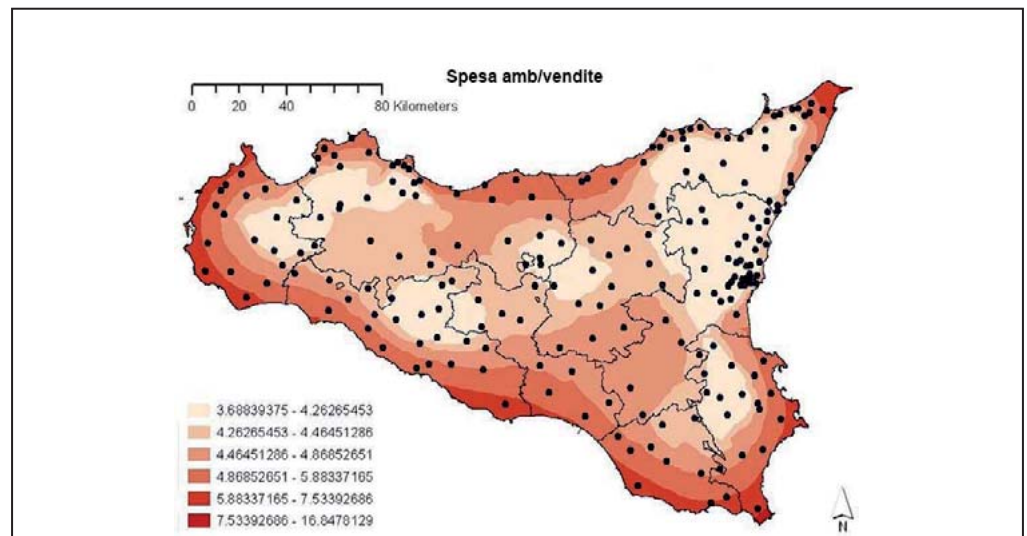
Si può osservare che l'errore più elevato si commette nelle aree dove sono scarsi o assenti i punti di osservazione diretta.

La distribuzione abbastanza uniforme dei punti di osservazione assicura nel complesso una analisi di qualità accettabile su tutto il territorio regionale.

Figura 6.5 - Errore standard della stima per tutte le variabili considerate







### 6.5 La Sicilia nel contesto del bacino mediterraneo: il problema dell'acqua

La regione Sicilia ha avuto sempre un ruolo di centralità nel contesto mediterraneo, perché geograficamente al centro dei traffici e delle migrazioni.

Dinamiche globali, come il cambiamento climatico e la forte pressione umana sulle risorse, producono nel bacino del Mediterraneo conseguenze negative legate alle sue peculiarità e fragilità ambientale.

La desertificazione, la rarefazione delle fonti idriche, la salinizzazione dei suoli e degli acquiferi rischiano di compromettere la crescita economica di tutta l'area e di deteriorare le condizioni di vita delle popolazioni.

La linea di frattura economica che separa l'Europa dall'area Mena (Medio Oriente e Africa del Nord) fa sì che si presentino problemi ambientali diversi tra le due rive del bacino (Ferragina e Maury, 2010).

Nel versante europeo l'elevata produzione di beni e servizi e i consumi energetici generano fenomeni di inquinamento dell'aria, del mare e dei corsi d'acqua, provocando problemi di smaltimento dei rifiuti e di esaurimento delle materie prime.

Nel versante africano e asiatico lo sfruttamento eccessivo delle risorse naturali (soprattutto suolo e acqua) è il risultato dell'arretratezza delle tecniche, delle carenze normative e della relativa pressione demografica, soprattutto nelle aree urbane.

Un ulteriore divario riguarda il governo dell'ambiente e delle risorse idriche.

Nei Paesi europei mediterranei è emersa, anche se lentamente e con notevoli resistenze, una coscienza ambientale che tende ad influenzare le scelte politiche.

Le istituzioni appaiono sempre più impegnate nella predisposizione di sistemi di monitoraggio del territorio e di gestione del rischio ambientale.

Nella maggior parte dei Paesi della riva sud ed est del Mediterraneo, invece, la situazione di crisi economica e politica fa sì che l'ambiente non rappresenti una priorità.

Nella fase attuale aziende e imprese riducono i costi di produzione e si impegnano in spese per la salvaguardia dell'ambiente solamente quando costrette dalla legislazione in materia.

Il quadro di insieme dell'area del bacino Mediterraneo, fornito dalle statistiche della Fao, è alquanto eterogeneo.

La Sicilia viene confrontata con l'Italia e i valori mediani dei paesi del nord

## 6. Le imprese in Sicilia: performance economica e impatto ambientale

103

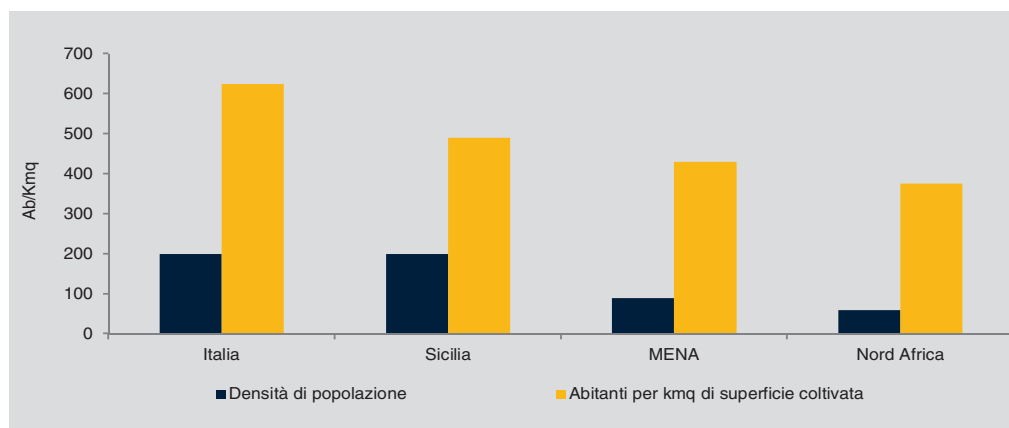
Africa e del Mediterraneo sud e orientale, utilizzando i dati disponibili più recenti (Fao: 2000-2011).

Nella figura 6.6 è riportata la densità di popolazione della Sicilia (196 abitanti per chilometro quadrato), in linea con quella nazionale (200) ma molto più elevata rispetto al nord Africa (65) e all'area Mena (86).

In realtà, considerate le grandi dimensioni e le ampie superfici aride dei paesi del Mediterraneo sud e orientale, la pressione demografica in questi ultimi è alta e si avvicina a quella della Sicilia.

Considerando ad esempio il numero di abitanti per chilometro quadrato di superficie coltivata, il valore per la Sicilia (486) è più basso di quello dell'Italia (625), ma simile a quello dei paesi Mena (435) e del nord Africa (370).

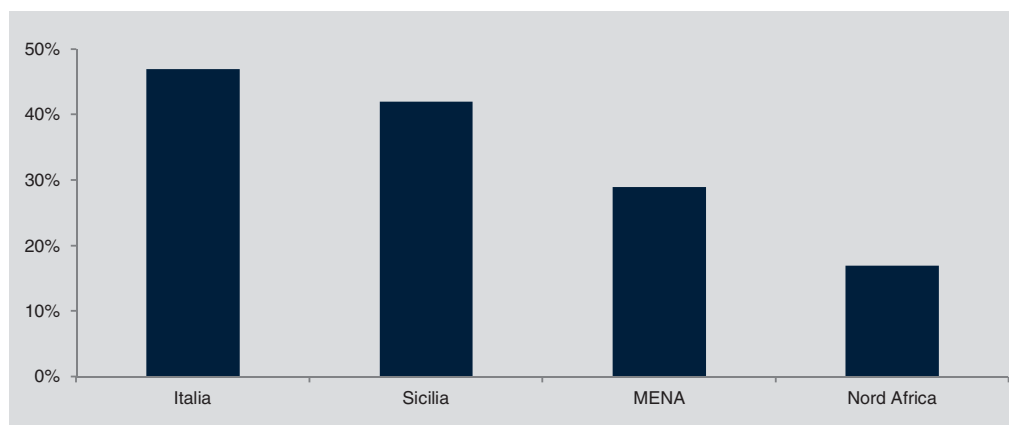
Figura 6.6 - Densità di popolazione e numero di abitanti per chilometro quadrato di superficie coltivata



Fonte: Fao, Aquastat

La situazione intermedia della Sicilia nel contesto del Mediterraneo tra Nord, ad alto reddito, e Sud, a basso reddito, è confermata se si considera la quota di superficie agricola utilizzata sulla superficie totale (Figura 6.7): 42,8 per cento in Sicilia rispetto al 47,3 per cento in Italia, 17,4 per cento in nord Africa e 29,1 per cento nel sud ed est del Mediterraneo.

Figura 6.7 - Superficie agricola utilizzata espressa come percentuale della superficie totale

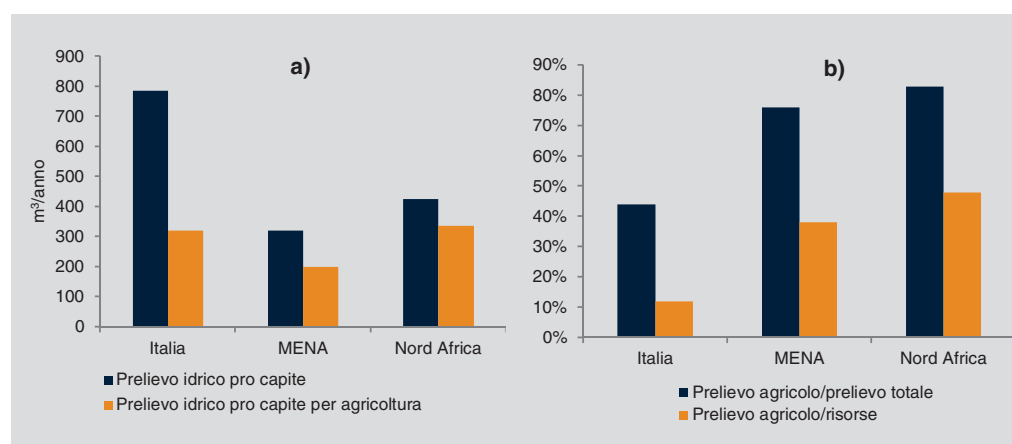


Fonte: Fao, Aquastat



Per quanto riguarda l'acqua, l'Italia ha un prelievo idrico pro capite di 790 metri cubi all'anno (Figura 6.8a), circa il doppio rispetto ai paesi del nord Africa (428) e dell'area Mena (317). Considerando il prelievo pro capite per il solo uso agricolo la differenza si riduce, con 329 metri cubi all'anno per l'Italia e 341 per i paesi del nord Africa; nel Mediterraneo sud ed est il valore è ancora inferiore (204).

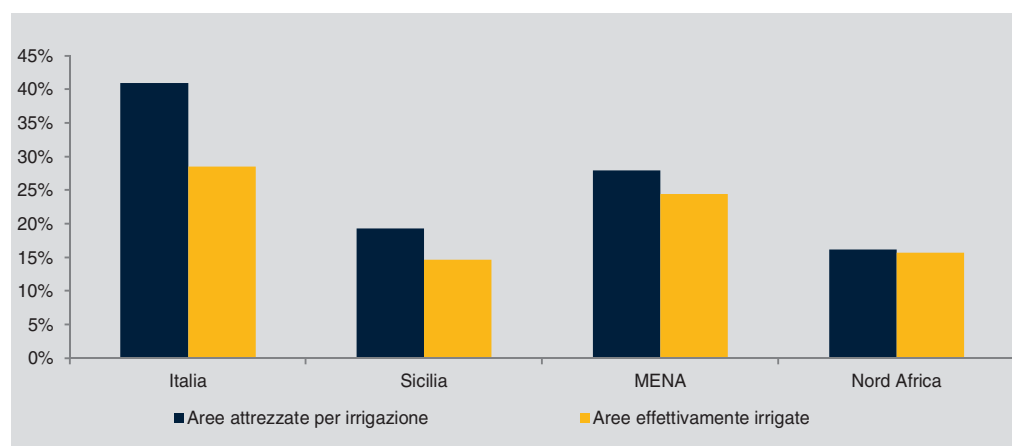
**Figura 6.8 - a) Prelievo idrico pro capite e prelievo per uso agricolo pro capite in metri cubi/anno  
b) Prelievo d'acqua per usi agricoli in percentuale sul prelievo idrico totale**



Fonte: Fao, Aquastat

Il prelievo d'acqua per usi agricoli (Figura 6.8b), espresso come percentuale sul prelievo idrico totale è pari al 44,1 per cento in Italia, molto più basso rispetto all'area Mena (76 per cento) e al nord Africa (82,9 per cento). Inoltre, nella penisola italiana il 41,7 per cento della superficie coltivata è attrezzata per l'irrigazione; di questa, circa il 67 per cento viene effettivamente irrigata (Figura 6.9). In Sicilia la prima percentuale scende al 19 per cento mentre la seconda sale al 77 per cento, valori certamente più in linea con il Mediterraneo sud ed est (27,9 per cento di aree attrezzate per l'irrigazione, di cui l'86,7 per cento effettivamente irrigata) e con il nord Africa (16,4 per cento di aree attrezzate per l'irrigazione, di cui il 97,5 per cento effettivamente irrigata).

**Figura 6.9 – Aree attrezzate per l'irrigazione e porzione effettivamente irrigata**



Fonte: Fao, Aquastat



Rapportando il prelievo di acqua per uso agricolo alle risorse idriche totali rinnovabili in Italia tale valore si attesta al 10,5 per cento, mentre nell'area Mena la percentuale sale al 38 e in nord Africa addirittura al 47,1 in virtù di Paesi come la Libia e l'Egitto che ne consumano oltre il 100 per cento. Questa situazione può essere considerata critica.

La meccanizzazione dell'agricoltura, misurata in termini di trattrici per 100 chilometri quadri di seminativi, è pari in Sicilia a 1.151 unità, valore inferiore rispetto al territorio italiano (1.898) ma molto più elevato rispetto al Mediterraneo su ed est (234) e soprattutto al nord Africa (143).

Tutti i dati riportati confermano l'esistenza di un uso più esteso e intensivo delle risorse naturali nell'isola rispetto al resto del Mediterraneo; in confronto al resto dell'Italia, ci sono certamente margini di miglioramento per un loro uso più efficiente, soprattutto per quanto riguarda l'acqua, aumentando l'area irrigua e intensificando l'agricoltura in alcune aree dell'isola.

Dalla seconda metà del secolo scorso gli investimenti per l'irrigazione hanno rappresentato una parte considerevole degli investimenti in agricoltura, consentendo un incremento delle performance delle aziende agricole. L'interesse crescente verso una gestione sostenibile delle risorse idriche per uso agricolo, a supporto dello sviluppo rurale, la modernizzazione dell'agricoltura e l'incremento dei redditi richiedono ulteriori investimenti nel restauro ed espansione delle infrastrutture per l'irrigazione. La comprensione dei fattori che influenzano i costi, aziendali e collettivi, per lo sviluppo dell'irrigazione aiuta a definire i programmi di investimento. I costi variano con le condizioni locali (come la topografia, i tipi di suolo, le risorse idriche disponibili eccetera), l'ambiente istituzionale e macroeconomico, la tecnologia, e anche l'entità degli investimenti precedenti.<sup>3</sup>

Un dato interessante è quello relativo all'agricoltura conservativa, conosciuta anche come "agricoltura blu", che consiste in una produzione agricola sostenibile per la protezione dell'acqua e del suolo agrario, integrando aspetti agronomici, ambientali ed economici. In Italia viene praticata sullo 0,82 per cento delle aree agricole totali. Nell'area mediterranea solo Libano, Siria, Marocco e Tunisia risultano avere aree con agricoltura conservativa, rispettivamente lo 0,42 per cento, 0,32 per cento, 0,04 per cento e 0,16 per cento. È evidente che in tutta l'area è ancora scarsa l'attenzione verso tali problematiche, mentre in paesi come Francia, Portogallo e Inghilterra la percentuale varia tra l'1 e il 2,5 per cento, in Spagna, Svizzera e Russia si attesta intorno al 4 per cento, per raggiungere il 7 per cento in Finlandia e addirittura il 17 per cento in Ucraina.

<sup>3</sup> Gli investimenti per l'irrigazione comprendono i costi relativi a strade, ponti, dighe, nuove tecniche colturali, fertilizzanti, sementi, operatività e manutenzione eccetera.

## GLOSSARIO

### Agricoltura conservativa (agricoltura blu)

Insieme di pratiche agricole volte a promuovere la produzione ottimizzando l'uso delle risorse e contribuendo a ridurre il degrado del terreno attraverso la gestione integrata del suolo, dell'acqua e delle risorse biologiche esistenti. Per maggiori informazioni: <http://agrillife.jrc.ec.europa.eu/documents/ITFactSheet-05.pdf> - [www.fao.org/ag/ca/](http://www.fao.org/ag/ca/)

### Geostatistica

Branca della statistica che si occupa dell'analisi di dati geografici.

### Gis

Sistema informativo computerizzato che permette l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici.

### Kriging

Algoritmo usato in geostatistica che permette di interpolare una grandezza nello spazio, minimizzando l'errore quadratico medio. Deve il suo nome a Daniel Krige, ingegnere minerario sudafricano che per primo lo sviluppò negli anni Cinquanta.

### Nugget

Discontinuità del variogramma nell'origine.

### Range

Distanza alla quale il variogramma raggiunge il valore di soglia.

### Seminativi

Terreni con colture temporanee, prati e pascoli, orti e maggese.

### Sill

Valore di soglia del variogramma.

### Superficie agricola utilizzata

Superficie effettivamente utilizzata in coltivazioni propriamente agricole; insieme dei terreni investiti a seminativi, coltivazioni legnose agrarie, orti familiari, prati permanenti e pascoli e castagneti da frutto.

### Superficie coltivata

Superficie comprendente seminativi e colture permanenti (che occupano il terreno per diversi anni: arbusti floreali, alberi da frutto, vite non comprendono alberi da legno, prati e pascoli).

### Variogramma o semivariogramma

Metodo geostatistico che viene impiegato per valutare l'autocorrelazione spaziale di dati osservati in punti georiferiti. Funzione che interpola la semivarianza dei valori osservati in gruppi di coppie di punti a determinate distanze.

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- Ciotoli G. e M.G. Finoia. 2005. *Dalla statistica alla geostatistica. Introduzione all'analisi dei dati geologici e ambientali*. Roma: Aracne editrice.
- Fao, Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm> (19 ottobre 2012).
- Ferragina E. e Maury, R.G. 2010. *Osservatorio su Ambiente e risorse idriche nel Mediterraneo*. Bollettino n°1, Gennaio 2010. <http://www.issm.cnr.it/personale/eferragina/sesamo/OsservatorioAcqua%20Ambiente.pdf> (28 settembre 2012).
- Goovaerts P. 1997. *Geostatistics for natural resource evaluation*. New York: Oxford University Press.
- Global Donor Platform for Rural Development, Fao e World Bank. 2008. *Tracking results in agriculture and rural development in less-than-ideal conditions. A sourcebook of indicators for monitoring and evaluation*. <http://www.donorplatform.org> (19 ottobre 2012).
- Isaaks E.H. e R.M. Srivastava. 1989. *An introduction to applied geostatistics*. New York: Oxford University Press.
- Istat. 2004. *Caratteristiche tipologiche delle aziende agricole. Fascicolo regionale Sicilia*. 5° Censimento Generale dell'Agricoltura 2000. Roma: Istat.
- Pannatier Y. 1995. Software VarioWin 2.2. Institute of Mineralogy, University of Lausanne, Switzerland. [http://www.geo.tu-freiberg.de/hydro/vorl\\_portal/statistik/](http://www.geo.tu-freiberg.de/hydro/vorl_portal/statistik/) (17 settembre 2012).
- Pannatier Y. 1996. *Variowin, Software for Spatial Data Analysis in 2D*. Berlin: Springer Verlag.
- Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste. 2008. *Programma di Sviluppo Rurale Sicilia 2007/2013*. Palermo, dicembre 2008.
- United Nations. 2012. *The Wye Group Handbook - Statistics on rural development and agricultural household income*. Second Edition, FAO, Rome. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/pages/rural/wye\\_city\\_group/wyehandbook.html](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/pages/rural/wye_city_group/wyehandbook.html) (19 ottobre 2012).
- Webster R. e M.A. Oliver. 2001. *Geostatistics for environmental scientists*. Chichester: Wiley.



## 7. EMAS E IMPRONTA AMBIENTALE: STRUMENTI DI QUALIFICAZIONE AMBIENTALE PER GLI ENTI LOCALI

### 7.1 Introduzione

Nell'evoluzione delle esperienze di sistemi di gestione ambientale, considerati come modelli per il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali delle organizzazioni, assumono particolare rilevanza gli interventi che hanno ad oggetto il territorio di un ente locale (Provincia, Comune, Consorzio di Comuni, Enti Parco eccetera).

L'integrazione dell'ambiente nelle decisioni di politica pubblica può essere agevolata attraverso dei sistemi innovativi che, accanto alle soluzioni tecnologiche e gestionali dei singoli soggetti di un territorio, sviluppino una logica di integrazione delle varie attività che si svolgono in un Ente locale, allo scopo di prevenire e ridurre l'inquinamento ambientale anche laddove l'azione isolata di un soggetto non consente di farlo.

Tra gli strumenti a disposizione per gestire in modo efficace gli obiettivi di miglioramento e per comunicare con tutte le parti interessate, vi sono la registrazione ambientale Emas e il calcolo dell'impronta ambientale. Un sistema di gestione ambientale registrato Emas permette alla Pubblica Amministrazione di programmare le azioni di miglioramento ambientale, gestire gli aspetti ambientali rilevanti, verificare periodicamente i risultati raggiunti. L'impronta ambientale è uno strumento di analisi, valutazione e comunicazione degli impatti ambientali di un ente locale, utilizzando la logica del ciclo di vita.

I vantaggi per la Pubblica Amministrazione sono molteplici e vanno da un risparmio e razionalizzazione di risorse economiche (che quindi possono essere reinvestite nei programmi di miglioramento ambientale) fino ad un vantaggio di immagine e di comunicazione responsabile nei confronti dei cittadini oppure, se ad esempio si tratta di un territorio turistico, dei visitatori del luogo. Molto importante, ai fini economici e ambientali, è l'utilizzo dei sistemi di gestione ambientale come strumenti per attuare il Patto dei sindaci (piani clima e carbon management per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra) oppure per rendere più efficaci i piani territoriali o di settore.

### 7.2 Perché un percorso di qualificazione ambientale per gli enti locali

Le politiche ambientali degli ultimi due decenni sono caratterizzate dall'importanza crescente nei confronti delle problematiche relative agli impatti globali del modello di sviluppo dominante, che fanno riferimento soprattutto ai temi del cambiamento climatico, del consumo di risorse, della perdita di biodiversità, degli effetti



sulla salute umana dei sistemi di produzione e consumo. Le scelte che possono affrontare con efficacia questi temi implicano decisioni e indirizzi sovranazionali, la cui soluzione non può prescindere dal diretto coinvolgimento delle comunità locali, che questi effetti li vivono ogni giorno nei propri contesti territoriali. A fronte di un necessario quadro di riferimento internazionale, il cui compito sarà quello di determinare non solo generici indirizzi ma anche obiettivi concreti (ad esempio gli obiettivi dell'Unione europea in materia di cambiamento climatico),<sup>1</sup> devono corrispondere strumenti efficaci che permettano alle comunità locali, organizzate in istituzioni ed enti, di contribuire in modo operativo a mettere in campo le necessarie azioni di miglioramento che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi ambientali. Le esperienze nazionali e internazionali hanno messo in evidenza come siano proprio le buone pratiche e le eccellenze locali a generare le politiche che, una volta opportunamente messe a sistema, influenzano gli indirizzi e gli obiettivi globali.<sup>2</sup>

Nello stesso tempo è importante che le comunità locali e le loro rappresentanze istituzionali (gli enti locali) utilizzino gli strumenti più adeguati per attivare queste politiche e azioni decise "dal basso", garantendo che i risultati raggiunti siano concreti e comportino reali processi di miglioramento ambientale e sociale. A questo scopo esistono degli strumenti che l'Unione europea ha messo a disposizione, che permettono agli enti locali (Comuni, Unioni di Comuni, Comunità Montane e comprensori eccetera) di realizzare efficaci politiche ambientali attraverso percorsi di qualificazione ambientale che fanno riferimento sia alle organizzazioni che forniscono i servizi alle comunità, sia alla gestione più complessiva delle problematiche ecologiche di quel dato territorio. In questo articolo si presentano due strumenti: la certificazione ambientale utilizzabile da un ente della Pubblica Amministrazione (in modo particolare in riferimento al Regolamento Ce n.1221/2009 Emas) e l'impronta ambientale delle organizzazioni, quando queste hanno come compito il governo di un territorio (il riferimento è al modello di *environmental footprint* per le organizzazioni in fase di predisposizione da parte della Ce). I due strumenti, pur facendo riferimento a metodologie e standard diversi, garantiscono all'ente locale il raggiungimento di tre obiettivi generali, che costituiscono le ragioni per cui un'organizzazione realizza queste iniziative: 1) l'integrazione delle politiche ambientali in tutte le scelte effettuate dalla Pubblica Amministrazione (PA), non solo nelle dichiarazioni di principio, ma nelle scelte operative di ogni giorno; 2) la possibilità di rendicontare, attraverso opportuni indicatori, gli obiettivi e i traguardi del miglioramento, sia a fini interni (ottimizzando il controllo di gestione e quindi ottenendo rilevanti benefici nel rapporto costi/efficacia), sia a fini esterni (condizionando il comportamento di tutti gli operatori e dei componenti della comunità che con le loro azioni contribuiscono al raggiungimento dei traguardi); 3) la possibilità di comunicare all'esterno i risultati raggiunti, al fine di gestire quel consenso che è sempre di più determinato dalla realizzazione di azioni che comportino concreti benefici per i cittadini. Il tutto ottenuto sulla base di requisiti che vengono verificati e certificati da soggetti terzi indipendenti.

<sup>1</sup> Comunicazione della Commissione, del 10 gennaio 2007, dal titolo "Limitare il surriscaldamento dovuto ai cambiamenti climatici a +2 gradi Celsius - La via da percorrere fino al 2020 e oltre" COM(2007) 2 def.

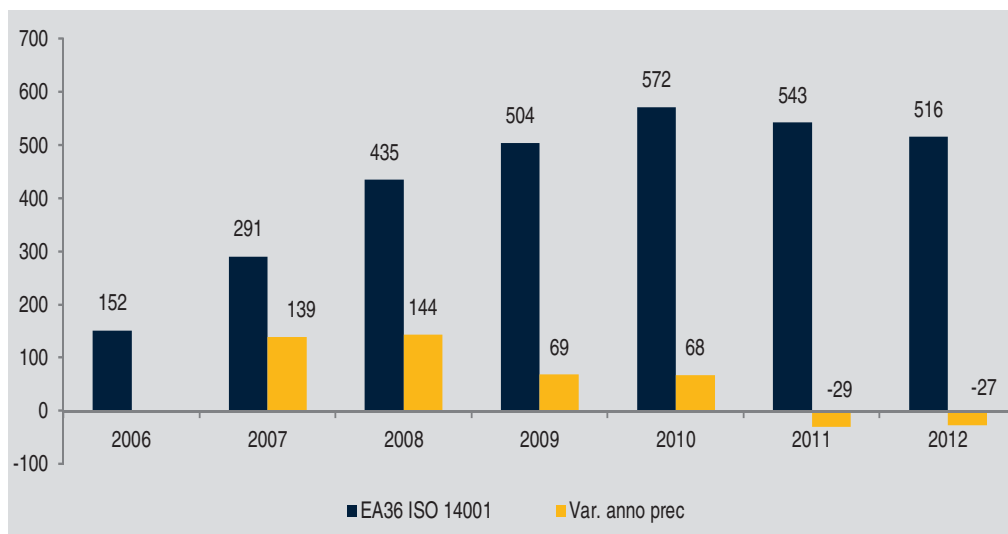
<sup>2</sup> Per un dettaglio vedi [www.a21italy.it](http://www.a21italy.it).

### 7.3 Gli strumenti di qualificazione: Emas e l'impronta ambientale

La certificazione ambientale di una Pubblica Amministrazione fa riferimento a due norme: lo standard UNI EN ISO 14001:2004 e il Regolamento Ce n.1221/2009 del 25 novembre 2009. Si tratta di due norme la cui adesione è volontaria e che sono applicabili a qualsiasi tipo di organizzazione. La prima determina i requisiti per l'attuazione di un sistema di gestione ambientale e che può permettere l'ottenimento di una certificazione ambientale rilasciata da un ente accreditato. La seconda è lo schema europeo di Ecogestione e Audit ambientale (Emas, *Ecomanagement and Audit Scheme*), che contiene i requisiti che deve avere una organizzazione per poter ottenere la registrazione Emas, rilasciata da un'autorità nazionale (per l'Italia il Comitato Interministeriale per l'Ecolabel e l'Ecoaudit), dopo che un ente verificatore accreditato ha effettuato una visita ispettiva. Le due norme sono tra di loro integrate, in quanto per poter soddisfare i requisiti di Emas le organizzazioni devono attuare un sistema di gestione ambientale ISO 14001.

A marzo 2012 (ultimo dato disponibile) in Italia sono 516 le PA che hanno ottenuto la certificazione ambientale ISO 14001, di cui 221 hanno anche conseguito la registrazione Emas. La figura 7.1 mostra l'andamento delle certificazioni ambientali delle PA dal 2006 ad oggi. Come si può notare, dopo un picco nel 2010, in questi ultimi anni, il numero degli enti pubblici certificati evidenzia una, seppur lieve, riduzione. Daremo nel paragrafo 1.3.2 le ragioni di questo andamento. Nella Regione Siciliana sono tre i Comuni in possesso di certificazione ISO 14001 (Comuni di Castel di Lucio, Castiglione di Sicilia, Santa Marina Salina) e un Consorzio di promozione di un'area marina protetta (Consorzio Plemmirio, Siracusa).

Figura 7.1 - Numero delle Pubbliche Amministrazioni in possesso di certificazione UNI EN ISO 14001 e variazione annuale - Anni 2006-2012



Fonte: Accredia. Banca dati delle organizzazioni certificate. Elaborazione Ambiente Italia su codice attività economica (EA) 36

Meno diffusa della certificazione ambientale è l'impronta ambientale riferita alle organizzazioni (OEF, *Organisation Environmental Footprint*). L'OEF misura le presta-



zioni ambientali dei processi che portano alla produzione di beni e servizi, utilizzando la metodologia dell'analisi ambientale del ciclo di vita (LCA, *Life Cycle Assessment*). OEF è un metodo che permette di calcolare quali sono gli impatti ambientali generati da una organizzazione, valutando il flusso di materiali e risorse utilizzate, le modalità con le quali si producono i beni o i servizi, fino alla fase di smaltimento finale dei rifiuti (dalla culla alla tomba). La metodologia di calcolo è in fase di predisposizione da parte della Commissione europea<sup>3</sup> e si basa su linee guida e norme standard disponibili a livello internazionale (*Data System Handbook, Global Reporting Initiative, WRI GHG Protocol, CDP Water Footprint, ISO 140064, DEFRA guidance on GHG reporting, ADEME Bilan Carbone*).

La sua applicazione ad un ente locale è finalizzata a mettere in evidenza in modo chiaro, trasparente e sintetico gli impatti ambientali derivanti dell'attuazione delle politiche ambientali, considerando in modo particolare sia le fasi a monte dei processi amministrativi (ad esempio gli acquisti di beni e servizi effettuati dalla PA), sia quelle a valle (ad esempio le diverse modalità con le quali i rifiuti urbani vengono avviati alla loro destinazione finale, recupero, incenerimento, discarica).

Un'applicazione possibile è quella che calcola l'impronta di carbonio del Comune, intesa come la quantità di CO<sub>2</sub> emessa dalle attività comunali (edifici pubblici, servizi, lavori ed opere realizzate) e dalla comunità locale (attività residenziali, imprese, agricoltura, servizi) presente in quel territorio. È quindi finalizzata a dimostrare l'impegno della PA nella riduzione delle emissioni di gas serra ed effettuare un efficace monitoraggio degli impatti causati dalle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate nel caso si consideri la gestione del ciclo delle acque (calcolo della *water footprint*) oppure l'utilizzo delle risorse non rinnovabili (si pensi a quelle aree dove è rilevante la risorsa boschiva piuttosto che quelle dove sono importanti le risorse marine e biogenetiche).

La OEF riferita alle emissioni di carbonio può essere utilizzata dalle PA per ottenere una certificazione da un ente terzo accreditato sulla base della norma ISO 14064:2006, che certifica le quantità di CO<sub>2</sub> emessa ed evitata nelle azioni di miglioramento, con lo scopo di valutare un eventuale scambio nel mercato volontario dei crediti di carbonio.

## 7.4 La certificazione ambientale dei Comuni

### 7.4.1 I requisiti necessari per ottenere la certificazione ambientale

Un sistema di gestione ambientale (Sga) per un Comune (o per un qualsiasi altro ente della PA) consiste in una serie di azioni finalizzate al raggiungimento di un chiaro e definito obiettivo: la protezione dell'ambiente. Un sistema di gestione ambientale presuppone una pianificazione continua per fare, rivedere e migliorare le prestazioni di un'organizzazione. I requisiti previsti dal regolamento Emas sono i seguenti: a) effettuare l'analisi ambientale iniziale e l'inventario degli aspetti ambientali associati alle attività comunali e del territorio, compreso il livello di conformità

<sup>3</sup> European Commission "Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide", Draft, July 17, 2012.



alla normativa ambientale; b) l'approvazione di indirizzi di politica e un programma operativo per raggiungere degli obiettivi specifici; c) la formazione e la sensibilizzazione del personale del Comune; d) l'applicazione del sistema mediante procedure e istruzioni operative; e) il controllo interno del sistema, delle modalità di attuazione della legislazione e delle prestazioni ambientali raggiunte mediante degli audit e un riesame effettuato dalla direzione; f) la comunicazione interna ed esterna effettuata con la dichiarazione ambientale; g) la verifica indipendente.

L'intero sistema deve essere finalizzato al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali (quantità di rifiuti avviati al recupero, quantità di acqua depurata e standard di depurazione, riduzione dei consumi di energia, produzione di energia da fonti rinnovabili, riduzione delle emissioni di gas serra, riduzione del consumo di suolo, percentuale di territorio tutelato eccetera) come risultato finale delle politiche e del programma messo a punto dal Comune.

### *7.4.2 I costi e i benefici di un sistema di gestione ambientale per un Comune*

I problemi che oggi incontrano i Comuni per l'ottenimento della certificazione ambientale sono legati soprattutto alla disponibilità di risorse per il raggiungimento dei requisiti minimi richiesti dal regolamento Emas, in modo particolare la conformità alla normativa applicabile e il mantenimento di prestazioni ambientali delle attività comunali. Uno degli aspetti problematici è la messa a norma del patrimonio edilizio pubblico (scuole, sedi comunali, palestre eccetera), che nelle esperienze concrete si trovano molto spesso inadeguate rispetto alla legislazione antincendio, in alcuni casi senza le dotazioni essenziali a norma per gli impianti idrici, elettrici e termici. Di frequente le aree comunali di raccolta e deposito rifiuti mancano delle dotazioni essenziali in materia di protezione ambientale, nei magazzini si depositano e utilizzano sostanze pericolose senza che vengano utilizzate le pratiche per ridurre i rischi per i lavoratori e per l'ambiente, le attrezzature e i materiali utilizzati sono vetusti e non aggiornati rispetto alla normativa vigente. Anche le prestazioni ambientali dei Comuni sono spesso carenti. Nelle regioni del centro-sud italiano spesso non vengono raggiunte le percentuali minime di raccolta differenziata dei rifiuti urbani previste dalla legge, il servizio di fognatura e depurazione non copre in modo adeguato la popolazione residente (questo accade anche in diversi Comuni del nord), gli acquisti pubblici vengono effettuati senza tener conto delle caratteristiche ecologiche dei beni e dei servizi acquisiti, non vi sono azioni finalizzate al contenimento dei consumi energetici. È chiaro che queste condizioni di partenza rendono oneroso l'ottenimento di una qualsiasi certificazione.

Un ulteriore fattore di costo è legato alla quasi completa assenza di misure da parte delle Regioni e dello Stato che siano finalizzate a riconoscere l'impegno delle PA sul fronte delle politiche ambientali. Questa è una asimmetria informativa che provoca notevoli costi ai Comuni, in quanto, a fronte di azioni e risultati che sono certificati e che dimostrano la riduzione degli impatti ambientali e quindi di un costo sociale, non viene riconosciuto alcun vantaggio ad esempio nell'assegnazione di priorità per la destinazione di fondi pubblici finalizzati ad investimenti ambientali, deroghe al Patto di Stabilità, semplificazioni procedurali.

Le realtà comunali che hanno portato a compimento un sistema di gestione am-



bientale con lo schema Emas hanno messo in evidenza i seguenti benefici:

- la riduzione dei consumi di energia e l'ottimizzazione nell'uso di risorse comportano una riduzione dei costi operativi, con risparmi di spesa per i Comuni;
- l'applicazione del sistema di gestione ambientale alle fasi di acquisto dei beni e servizi pubblici permette alla PA di acquistare prodotti con maggiore qualità, riduce i costi connessi allo smaltimento finale e agli sprechi (beni di bassa qualità che devono essere sostituiti o riparati più spesso); inoltre il coinvolgimento dei fornitori stimola lo sviluppo di attività imprenditoriali legati alla green economy, con benefici per i cittadini e l'occupazione;
- la razionalizzazione dei processi amministrativi che è conseguente ad un sistema di gestione ambientale riduce le spese e gli sprechi; pensiamo ad esempio ai costi conseguenti ad un appalto di servizi assegnato senza una valutazione preliminare degli impatti ambientali e non connesso ai requisiti di prestazione ambientale, ma lasciato alla discrezione del concorrente, che effettua la sua offerta sulla base del massimo guadagno per la propria impresa, scaricando sulla comunità i costi esterni;
- un sistema certificato secondo lo standard Emas è un marchio di garanzia per il Comune, in quanto assicura ai cittadini e a tutti coloro che vengono in contatto con l'ente locale, il perseguimento di obiettivi definiti sulla base di un'analisi degli aspetti ambientali più importanti in quel momento, con risorse adeguate assegnate al miglioramento delle prestazioni ambientali, con un processo decisionale trasparente, un impegno a comunicare a tutti i risultati raggiunti. Oltre alla promozione del territorio e delle attività economiche, che possono utilizzare il sistema di gestione ambientale dell'ente locale per realizzare anche le proprie azioni di miglioramento, con una razionalizzazione dei costi per la collettività.

### *7.4.3 L'integrazione di Emas con altri strumenti di pianificazione e gestione ambientale*

I problemi che spesso si incontrano nell'attuazione di un sistema di gestione ambientale possono essere risolti, almeno in parte, cercando di integrare il percorso di miglioramento con altri strumenti di pianificazione e gestione ambientale.

Un primo esempio è relativo alla integrazione tra Emas e il Patto dei Sindaci. "Il Patto dei Sindaci"<sup>4</sup> (*Covenant of Mayors*) è stato lanciato dalla Commissione europea il 29 gennaio 2008. Prevede che le città europee, su base volontaria, si impegnino, con la firma del Patto, a predisporre un piano di azione con l'obiettivo di ridurre almeno del 20 per cento le proprie emissioni di gas serra attraverso politiche e misure locali che aumentino del 20 per cento il ricorso alle fonti di energia rinnovabile, che migliorino del 20 per cento l'efficienza energetica e che attuino programmi ad hoc sul risparmio energetico e sull'uso razionale dell'energia. I Comuni che aderiscono al Patto devono preparare un inventario riferito un anno base delle emissioni, preparare e approvare, entro un anno dall'adesione al Patto, un piano di azione per l'energia sostenibile (Paes), allocare le risorse per attuare il Piano, coinvolgere le parti interessate nella sua attuazione, presentare ogni due anni un Rapporto sull'attuazione del Piano, includendo le attività di monitoraggio e verifica.

Come si può facilmente intuire un Comune che ha adottato un Sga conforme ad Emas ha già a disposizione una buona parte delle informazioni e delle procedure

<sup>4</sup> [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

previste dal Paes. Allo stesso modo, un Comune che intraprende la strada prevista dal Patto dei Sindaci, adottando un sistema di gestione ambientale Emas riesce a rendere più efficaci e razionali le fasi di pianificazione, attuazione, monitoraggio e reporting relative al tema energia e mobilità sostenibile, che sono due degli aspetti ambientali prioritari per la sostenibilità in tutte le PA. Esperienze nazionali in tal senso sono in corso in diversi Comuni dell'Emilia Romagna, della Lombardia e in alcuni Comuni registrati Emas della provincia di Belluno, spesso coordinati dal supporto fornito dalle Amministrazioni Provinciali.

Un altro caso è legato all'utilizzo del Sga finalizzato a rendere maggiormente efficaci gli strumenti di pianificazione urbanistica, quali i piani di sviluppo territoriale, i piani del traffico, i piani integrati di intervento, i piani particolareggiati, i piani di recupero, i piani di edilizia economica e popolare, la valutazione ambientale strategica, i regolamenti attuativi dei piani comunali (ad esempio rumore). Si realizza attraverso l'adozione di apposite procedure, le quali prevedono che i proponenti degli interventi che rientrano nel campo di applicazione dei piani precedentemente indicati, tengano conto degli aspetti ambientali che riguardano l'assetto e l'utilizzo del territorio, ottenendo una valutazione di conformità ambientale, che ha come sua base di riferimento l'analisi ambientale iniziale e il sistema di valutazione degli aspetti ambientali che è alla base di ogni Sga. Con questo intervento la base informativa e procedurale è unica per tutti i piani, con notevoli vantaggi sia per il lavoro della PA che per i proponenti. Una buona pratica di riferimento per questa integrazione è quella del Comune di Limbiate in provincia di Milano.<sup>5</sup>

Altre integrazioni possibili sono quelle con gli strumenti di pianificazione del ciclo idrico integrato, come attuato in alcune realtà locali coordinate dal Dipartimento Ambiente della Regione Liguria.<sup>6</sup> Anche l'integrazione con gli strumenti di valorizzazione turistico ed economica del territorio ha nel nostro paese delle pratiche di eccellenza, riconosciute anche a livello europeo, come ad esempio il progetto AgEMAS realizzato da alcuni Comuni della Comunità del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi.<sup>7</sup>

### 7.5 L'impronta ambientale di un Comune

In questo paragrafo si presenta, in modo sintetico, uno strumento di qualificazione ambientale che potrebbe essere utilizzato in modo efficace per l'attuazione di azioni finalizzate al miglioramento nell'utilizzo delle risorse ambientali, in modo particolare per quelle realtà Comunali dove queste risorse possono essere valorizzate (pensiamo al suolo o alla biodiversità), utilizzate per fini economico-ambientali (l'energia) oppure dove vi sia una problematica connessa a conflitti nell'uso di queste risorse (ad esempio nel caso dell'acqua). Lo strumento può inoltre essere utilizzato da una PA per gestire i rapporti con i fornitori, per analisi di benchmarking finalizzate a fornire informazioni a soggetti che intendono effettuare investimenti nei servizi pubblici locali. L'impronta ambientale, infine, è integrabile con gli strumenti di analisi, valutazione e controllo ambientale previsti nello standard Emas.

<sup>5</sup> [www.comune.limbiate.mi.it](http://www.comune.limbiate.mi.it), vedi pagina relativa a registrazione Emas.

<sup>6</sup> "Procedure condivise per la gestione del servizio idrico integrato", a cura di Federica Gennaro, in *Qualità e territorio. La certificazione ambientale negli enti locali*. Ed Ambiente. 2008.

<sup>7</sup> [http://www.dolomitiipark.it/it/life\\_agemas.html](http://www.dolomitiipark.it/it/life_agemas.html).



### 7.5.1 Come si può calcolare l'impronta ambientale di un Comune

La metodologia di calcolo dell'impronta ambientale di una organizzazione si basa sull'approccio LCA (*Life Cycle Assessment*), utilizzato per lo più per valutare l'impatto ambientale di un prodotto lungo il suo ciclo di vita (dalla culla alla tomba). Le fasi previste per una organizzazione sono le seguenti: 1) definizione dello scopo e del campo di applicazione dell'analisi; 2) calcolo dell'inventario che contabilizza l'uso delle risorse e dei dati ambientali; 3) valutazione degli impatti; 4) interpretazione dei risultati e reporting.

Nella prima fase è importante definire l'obiettivo dell'analisi che verrà effettuata, in modo tale da definire l'ambito di applicazione dello studio che verrà effettuato. Ad esempio se nel territorio in esame il problema ambientale rilevante è legato agli usi conflittuali della risorsa idrica, l'obiettivo sarà la razionalizzazione e il miglioramento nell'utilizzo dell'acqua e l'ambito di applicazione saranno tutte le attività che riguarderanno l'approvvigionamento, il convogliamento, il trattamento, l'uso e la depurazione dell'acqua, considerando anche le risorse ecologiche interessate (ad esempio le fonti idriche come laghi, fiumi, acque sotterranee, la qualità dei corsi d'acqua, il loro stato ecologico eccetera). In questa fase sono anche definite le categorie di impatto ambientale che verranno considerate. Ad esempio, sempre nel caso dell'acqua, la quantità di risorsa idrica correlata alle disponibilità locali (ed eventualmente i fenomeni di contaminazione dell'acqua o gli effetti in termini di eutrofizzazione).

Nella seconda fase vengono raccolti ed elaborati i dati ambientali, considerando il ciclo di vita che costituisce l'ambito di applicazione dello studio, calcolando quindi il profilo ambientale dell'organizzazione.

La terza fase permette di valutare gli impatti ambientali dell'organizzazione, sulla base del modello elaborato nella prima fase e delle categorie di impatto prescelte. Si giunge quindi al calcolo dell'impronta ambientale.

L'ultima fase prevede un primo passaggio di interpretazione dei risultati ottenuti, che è utile per controllare se tali risultati sono coerenti con gli obiettivi iniziali e per individuare gli interventi di miglioramento ambientale che possono derivare dal calcolo dell'impronta. Infine si provvede a redigere un rapporto che sia utilizzato per effettuare azioni di comunicazione rivolte alle parti interessate.

### 7.5.2 Esperienze di calcolo dell'impronta ambientale

Al momento non vi sono esperienze nazionali specifiche di calcolo dell'impronta ambientale che riguardino un territorio, anche se i Comuni che in Italia stanno realizzando i Paesi hanno a disposizione l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub>, punto di partenza fondamentale per calcolare l'impronta di carbonio della comunità locale. Vi sono alcuni casi internazionali che sono utili per capire come poter utilizzare tale strumento per scelte di politica ambientale, che riguardano l'impronta idrica di una intera nazione (*water footprint*) e l'impronta di carbonio di un servizio pubblico (*carbon footprint* del ciclo idrico).

Il primo esempio riguarda la Spagna, che ha un'impronta idrica tra le più elevate al mondo, pari a circa 2.000 m<sup>3</sup>/procapite/anno. L'approvvigionamento idrico urbano è il 5 per cento del totale di acqua utilizzata e il settore industriale rappresenta il 15 per cento. Il settore agricolo rappresenta circa l'80 per cento del consumo totale di

acqua, produce in valore economico il 3 per cento del PIL (26 miliardi di euro) e impiega il 5 per cento della popolazione economicamente attiva. All'interno del settore agricolo, solo il 4 per cento di tutta l'acqua utilizzata a fini irrigui contribuisce a produrre il 66 per cento del totale del valore aggiunto lordo (Val). Viceversa, circa il 60 per cento dell'acqua utilizzata in questo settore serve alla produzione di quasi il 5 per cento del Val. Ciò significa che in questo paese l'uso intensivo della risorsa idrica produce un basso valore economico. La stima e l'analisi dell'impronta idrica della Spagna è quindi molto utile per favorire un'allocazione efficiente delle risorse idriche e degli investimenti e per consentire la piena realizzazione della Direttiva quadro sulle acque (2000/60/Ce).

Un secondo esempio proviene dallo stato della Virginia (Usa), dove nel 2009 la contea di Loudoun ha utilizzato l'impronta di carbonio per migliorare la pianificazione del servizio idrico. In questo caso è interessante anche la metodologia impiegata per lo studio, che ha utilizzato un modello basato su un sistema informativo territoriale (Gis). In questo caso sono stati utilizzati due indicatori di prestazione ambientale: tonnellate di anidride carbonica equivalente (CO<sub>2</sub>eq) per anno (come contributo alle emissioni di gas serra) e MWh/gallone per mettere in evidenza la quantità di energia incorporata nel consumo di acqua. Gli obiettivi dello studio erano quelli di capire qual'era il contenuto di carbonio della domanda effettuata dagli utenti di risorsa idrica, in quali fasi del ciclo di vita della risorsa idrica vi era il maggiore consumo di energia, quali erano i consumi di energia e le emissioni di carbonio associate per il convogliamento dell'acqua negli usi finali e il suo successivo trattamento. Il modello ha messo in evidenza come l'energia incorporata nell'uso finale dell'acqua da parte di ogni categoria di utente varia da 4,41 MWh/Mgal a 8,00 MWh/Mgal e l'impronta di carbonio per utente varia da 0,008 a 18,0 tonnellate di CO<sub>2</sub>eq per anno (2008). Il sistema è stato utilizzato per pianificare una razionalizzazione nei sistemi di distribuzione dell'acqua agli edifici, anche in funzione della qualificazione energetica ed ambientale delle costruzioni sulla base dello standard LEED.<sup>8</sup>

### 7.6 Gli aspetti comuni dei percorsi di qualificazione: i programmi di miglioramento e la comunicazione

Per completare questa breve rassegna sugli strumenti di qualificazione ambientale delle PA, riferiti in modo particolare alle comunità locali, è importante focalizzare l'attenzione su due aspetti: i programmi di miglioramento e la comunicazione ambientale.

Le ricadute più utili ed operative per gli enti locali che hanno intrapreso il percorso di certificazione ambientale Emas si sono realizzate quando le Amministrazioni hanno saputo utilizzare il sistema di gestione ambientale per allocare in modo efficiente le proprie risorse, individuando le azioni con le quali raggiungere nello stesso tempo riduzioni del proprio impatto ambientale e vantaggi economici, non solo per i bilanci comunali, ma anche e soprattutto per la comunità locale. Non

<sup>8</sup> LEED® - Leadership in Energy and Environmental Design - è un sistema di certificazione degli edifici che nasce su base volontaria e che viene applicato in oltre 140 Paesi nel mondo, sulla base di requisiti per costruire edifici ambientalmente sostenibili, sia dal punto di vista energetico che dal punto di vista del consumo di tutte le risorse ambientali coinvolte nel processo di realizzazione.



è una novità che uno dei punti critici di una Amministrazione locale è la scelta dei fornitori dei beni e servizi per l'ente, sia per ragioni di efficacia che di contenimento della spesa pubblica. Un esempio positivo in questa direzione è rappresentato dal Comune di Mantova, che nel proprio sistema di gestione ambientale ha adottato procedure di verifica, formando e addestrando auditor interni, sulle modalità di scelta dei fornitori ed esecuzione degli appalti, anche attraverso ispezioni effettuate presso i fornitori stessi. Questo metodo di lavoro ha permesso al Comune di raggiungere risultati significativi dal punto di vista ambientale (riduzione delle quantità di rifiuti, riduzione del consumo di risorse, riduzione del consumo di energia) e un bilancio costi/benefici (anche sociali) positivi per la comunità locale.

Un altro esempio di come un sistema di gestione ambientale diventa fondamentale per i programmi di miglioramento è la gestione delle emergenze. Il Comune della provincia di Belluno, La Valle Agordina (1.153 abitanti), ha scelto nel 2006 di dotarsi del Sga ottenendo la registrazione Emas. Essendo un comune montano, era soggetto a tutta una serie di rischi connessi alla fragilità e particolarità del suo territorio, come ad esempio gli incendi boschivi ed il rischio idrogeologico. Grazie al Sga il Comune ha messo a punto un "piano di emergenza ambientale", ha realizzato una intensa attività di formazione del proprio personale e dei volontari, ha individuato i fattori di rischio e le aree più delicate del territorio, riuscendo a fronteggiare in modo efficace situazioni di crisi ambientale avvenute nel 2011, riducendo sia i rischi per la comunità che i costi di intervento.

L'altro aspetto importante è la comunicazione, sia nei confronti dei cittadini che degli operatori economici del territorio. Un Sga deve assegnare una particolare attenzione a questo punto, cercando di utilizzare lo strumento obbligatorio di comunicazione previsto da Emas (la dichiarazione ambientale) per realizzare azioni di marketing territoriale. Un esempio che da molti anni rappresenta un caso di eccellenza in questo senso è quello del Comune di Varese Ligure. L'adozione del sistema di gestione ambientale Emas ha contribuito a proporre Varese Ligure come una nuova e valida alternativa turistica che offre al visitatore la possibilità di scoprire il fascino e la suggestione di testimonianze storiche ed artistiche uniche nel loro genere e di addentrarsi nell'importante patrimonio naturalistico della "Valle del biologico", così ribattezzato grazie l'abilità delle imprese varesine del settore agricolo e zoologico di saper coniugare un'attività imprenditoriale con il rispetto della natura del luogo. Questo processo ha permesso agli operatori di ottenere il marchio di qualità ambientale e di mettere in moto un commercio di carni e formaggi non trattati, rivolti al mercato biologico che costituisce una forma di ricchezza e di distinzione. La registrazione Emas ha rappresentato quindi un modello per poter proporre ai turisti un territorio di qualità e nello stesso tempo alle attività economiche locali di trovare nuove occasioni di sviluppo.

Un esempio analogo di come Emas può essere utilizzato per la promozione del territorio è il progetto "Emas del distretto turistico del Polesine e del Delta del Po", che ha coinvolto operatori economici ed enti locali in azioni coordinate per rilanciare l'economia agricola, turistica e dei servizi del territorio, basata su interventi di miglioramento ambientale (attestati da disciplinari di qualificazione ambientale per le imprese e certificazioni ambientali dei Comuni) e progetti di comunicazione (slow mobility, slow tourism, pacchetti turistici legati all'enogastronomia eccetera).

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

*Regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 novembre 2009 sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), che abroga il regolamento (CE) n. 761/2001 e le decisioni della Commissione 2001/681/CE e 2006/193/CE, in GUCE del 22.12.2009.*

European Commission. 2012. *Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide*, Draft, July.

Global Compact. 2012. *Corporate water disclosure guidelines. Toward a Common Approach to Reporting Water Issues*, CEO Water Mandate Segretariat.

Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual*. London: Earthscan.

R. Cariani, M. Cavallo. 2009. *Produzione ecologica e consumo responsabile*. Milano: Franco Angeli Editore.

Ali A. Bakhshi, PhD. 2009. *Carbon footprint estimation of municipal water cycle*. George Mason University.

Aldaya M.M., Garrido A., Llamas M.R., Varela-Ortega C., Novo P. and Rodríguez Casado R. 2008. *The water footprint of Spain*. Journal on Sustainable Water Management.

R. Cariani, V. Bonan. 2008. *Certificazione ambientale dell'APO della Comunità del Parco delle Dolomiti bellunesi: un modello di integrazione tra processi partecipativi, qualificazione ambientale del territorio e dei prodotti*. In Ecomondo, Atti dei seminari, Maggioli Editore.

Emanuele Burgin, Enrico Cancila, Camillo Franco (a cura di). 2008. *Qualità e territorio. La certificazione ambientale negli enti locali*. Milano: Ed. Ambiente.

Dichiarazioni Ambientali e Report Ambientali dai seguenti siti web:

<http://www.comune.vareseligure.sp.it>

<http://www.emaspolesine.com/>

<http://www.comune.lavalleagordina.bl.it/web/lavalleagordina>

<http://www.cittadimantova.it/>

<http://www.comune.limbiate.mi.it/>