



# 13

## PRODUZIONE ED UTILIZZO DI ENERGIA

A cura di **Maria CuvIELLO**  
ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi

Il clima è influenzato dalle variazioni delle concentrazioni di alcune sostanze presenti nell'atmosfera, tra cui in particolare il biossido di carbonio, importante nei processi di combustione che caratterizzano le trasformazioni energetiche.

L'entità dei consumi energetici e le modalità con cui l'energia stessa viene prodotta contribuiscono all'inquinamento atmosferico, il tipo di combustibile utilizzato e l'efficienza tecnologica di motori e caldaie ne determinano l'intensità.

Un vero e proprio bilancio del sistema energetico dovrebbe considerare almeno i seguenti parametri: import ed export di energia, variazione delle scorte, perdite delle reti di trasporto, efficienza di motori e caldaie. Evidentemente una contabilizzazione effettuata con tali variabili sarebbe più aderente alla realtà, ma nello stesso tempo non è facile da ottenere. L'Enea che si occupa di elaborare il bilancio energetico del Piemonte, proprio per le difficoltà di reperimento e di elaborazione dei dati,

ha messo fin'ora a disposizione i dati relativi al 1998.

In generale i dati più facilmente reperibili sono quelli relativi ai trasferimenti di fonti energetiche e alla produzione di energia elettrica. In questo capitolo si riportano, inoltre, le iniziative che la Regione Piemonte ha messo in atto per l'utilizzo di fonti alternative e per il miglioramento dell'efficienza di utilizzo dei vettori energetici.

Gli indicatori scelti per valutare l'impatto ambientale del "settore energetico" sono riportati nella tabella seguente.

### 13.1 VENDITA DI VETTORI ENERGETICI IN PIEMONTE

Secondo il bilancio energetico redatto dall'Enea per la Regione Piemonte relativo al 1998, più del 98% del fabbisogno energetico viene soddisfatto attraverso l'uso di energia elettrica, combustibili gassosi e liquidi. Le quantità vendute in Piemonte di questi vettori energetici sono riportate nella **tabella 13.1**. Inoltre, al fine di poter confrontare le diverse quantità, gli stessi dati sono stati espressi utilizzando un'unica unità di misura: la tonnellata equivalente di petrolio (tep) (**figura 13.1** e **figura 13.2**).

I fattori di conversione utilizzati sono quelli della Circolare n° 219/F del 2/3/92 del Ministero dell'In-



Indicatore	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Anni di riferimento	Disponibilità dei dati	Andamento numerico	Stato Ambientale
Vendita di energia elettrica	D	GWh	Provinciale	1990-2000	☺	↗	☹
Vendita annua procapite di energia elettrica	D	KWh/abitante	Provinciale	1991-2000	☺	↗	☹
Vendita di energia elettrica per PIL ai prezzi di mercato	D	MWh/miliardi di lire	Regionale	1990-2000	☺	↗	☹
Distribuzione di gas metano	D	Milioni di m <sup>3</sup>	Provinciale, Regionale	1990-1997, 1998, 2000-2001	☹	↗	☹
Vendita dei principali prodotti petroliferi	D	Tonnellate	Provinciale	1990-2000	☺	↘	☹
Produzione di energia elettrica suddivisa per tipo di fonte	D	GWh	Regionale	1990-2000	☺	⇒	☺
Percentuale di produzione di energia elettrica da combustibili fossili sul totale di energia elettrica prodotta	D	%	Regionale	1990-2000	☺	⇒	☺
Utilizzo dei vari combustibili per la produzione di energia termoelettrica	D	GWh, Migliaia di tep	Regionale	1990-1999	☹		☺
Volumetrie servite dal teleriscaldamento	R	Milioni di m <sup>3</sup>	Regionale, Comunale	1982-2000	☺	⇒	☺
Brillanza relativa del cielo notturno	S	Eccedenza della luminosità artificiale (%)	Provinciale	1998	☺	↗	☹

dustria, del Commercio e dell'Artigianato riportati nella tabella 13.2

Come si osserva dalla figura 13.1 c'è un considerevole aumento delle vendite di benzine senza

piombo ed una più modesta crescita del gasolio motori, mentre i consumi di olio combustibile e gasolio da riscaldamento sono diminuiti, questo per la conversione di molti impianti che attualmente usano gas metano.

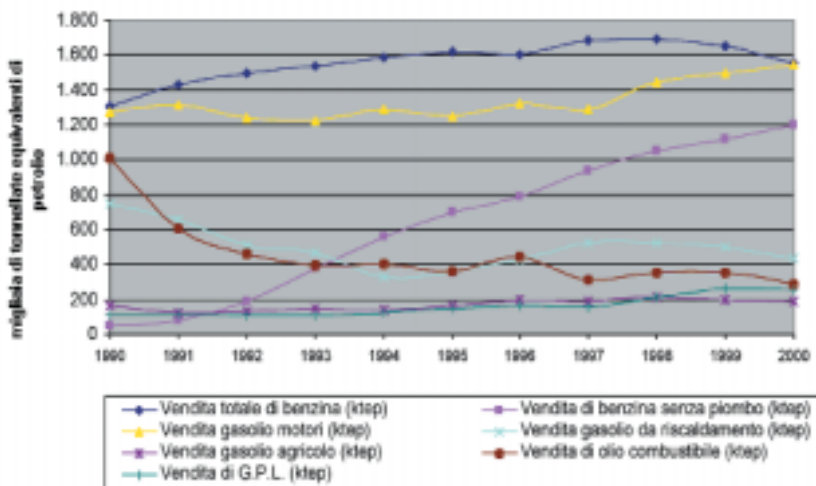
**Tabella 13. 1- Vendita dei principali vettori energetici in Piemonte**

Anno	Vendita di energia elettrica (GWh)	Distribuzione di gas metano (milioni di metricubi)	Vendita totale di benzina (tonnellate)	Vendita di benzina senza piombo (tonnellate)	Vendita gasolio motori (tonnellate)	Vendita gasolio da riscaldamento (tonnellate)	Vendita gasolio agricolo (tonnellate)	Vendita di olio combustibile (tonnellate)	Vendita di G.P.L. (tonnellate)
1990	20.459,4	4.534	1.088.101	38.858	1.183.326	694.090	150.584	1.033.296	107.944
1991	20.412,0	4.914	1.194.375	65.479	1.215.198	612.348	115.345	618.044	103.004
1992	20.802,0	4.887	1.244.702	154.859	1.148.463	469.432	120.479	473.776	99.390
1993	20.820,9	4.947	1.283.361	314.976	1.134.941	434.332	133.622	400.743	99.827
1994	21.975,9	4.963	1.320.920	462.933	1.196.099	301.314	129.720	415.114	110.113
1995	22.682,1	5.416	1.349.372	583.488	1.157.023	335.730	155.683	372.724	137.114
1996	22.954,3	5.694	1.333.949	659.722	1.224.737	397.849	185.895	451.917	148.850
1997	23.618,4	5.924	1.407.457	778.131	1.196.151	487.481	172.673	315.154	142.264
1998	24.210,7	6.878	1.408.193	877.962	1.341.758	484.096	199.638	360.460	196.919
1999	24.218,3		1.374.819	933.975	1.388.661	463.681	181.683	359.174	235.589
2000	25.095,1	6.938	1.293.945	1.001.736	1.431.001	406.996	173.127	292.168	231.189
2001		6.976							

Fonte: ENEL, SNAM, Ministero delle attività produttive



Figura 13. 1- Vendita dei principali prodotti petroliferi in Piemonte (ktep)



Fonte: Ministero delle attività produttive. Elaborazioni: ARPA Piemonte

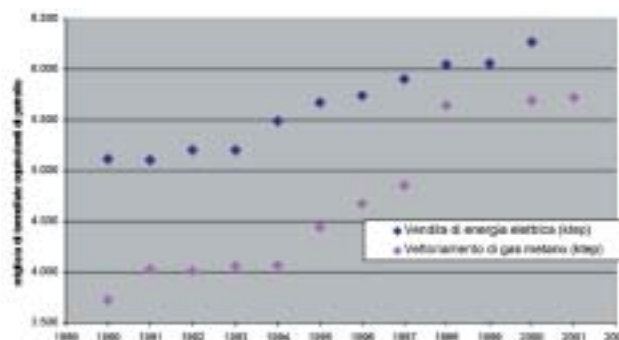
Le vendite di energia elettrica nel 2000 si sono ripartite per il 61,30% nell'industria, per il 19,29% nel settore terziario, per il 18,46% nelle utenze domestiche e per lo 0,95% nel settore agricolo.

Il termini assoluti la provincia Piemontese che consuma maggior energia elettrica è Torino, questo perché presenta il maggior numero di abitanti. Calcolando invece il consumo pro-capite di energia elettrica, è Biella la provincia con maggiori consumi come si può osservare nella figura 13.3.

Tabella 13. 2 – Equivalente energetico di alcuni prodotti combustibili (valori indicativi espressi in t.e.p. primari per unità fisica di prodotto)

Prodotto	Equivalenza in tonnellate di petrolio
Gasolio	1 t = 1,08 t.e.p.
Olio combustibile	1 t = 0,98 t.e.p.
G.P.L.	1 t = 1,10 t.e.p.
Benzine	1 t = 1,20 t.e.p.
Gas naturale	1.000 Nm <sup>3</sup> = 0,82 t.e.p.
Energia Elettrica	1 MWh = 0,25 t.e.p.

Figura 13. 2 - Vendita di energia elettrica e distribuzione di gas metano in Piemonte (ktep)



Fonte: ENEL, SNAM. Elaborazioni: ARPA Piemonte

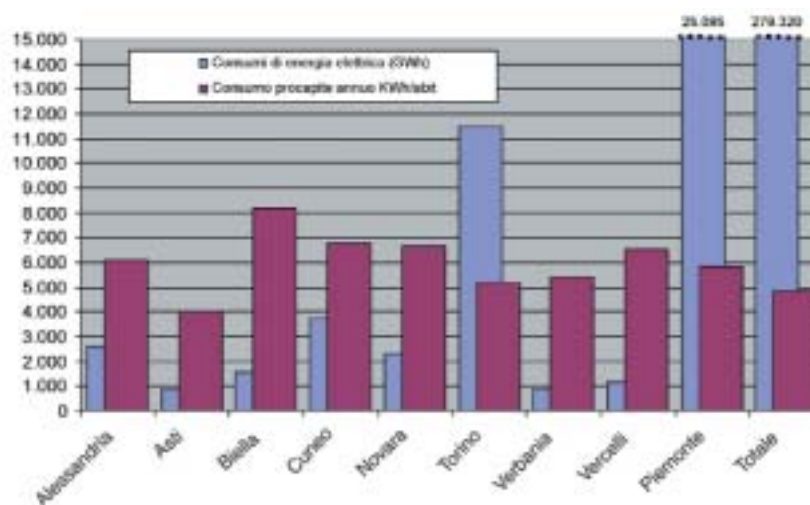
Il notevole aumento di gas metano vettorato in Piemonte che si rileva tra il 1997 ed il 1998 è probabilmente dovuto alla conversione di impianti ENEL per la produzione di energia elettrica.

Tabella 13. 3 – Percentuali di copertura dei dati ITALGAS

Province	Percentuale di popolazione servita
Alessandria	1,94%
Asti	51,54%
Biella	0,00%
Cuneo	54,52%
Novara	37,87%
Torino	84,24%
Verbania	8,34%
Vercelli	0,69%
Piemonte	56,70%

Fonte:ITALGAS. Elaborazioni: ARPA Piemonte

Figura 13. 3 – Confronto dei consumi di energia elettrica nel 2000 assoluti e procapite, suddivise per provincia



Fonte: Enel. Elaborazioni: ARPA Piemonte



**Figura 13. 4 – Ripartizione per settore di utilizzo del gas metano venduto da Italgas nel 2001**



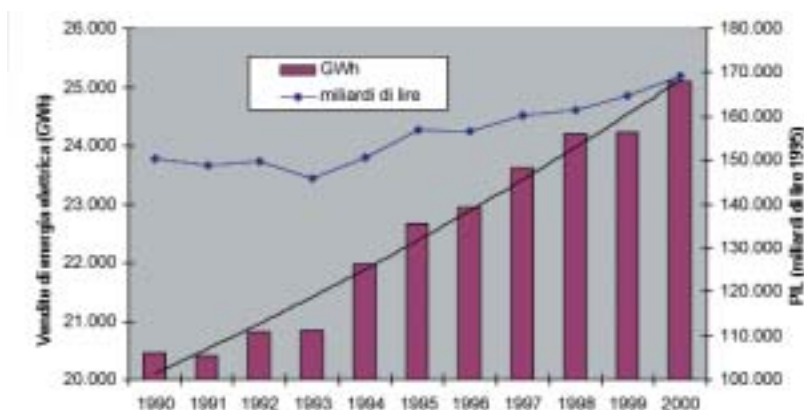
Fonte:ITALGAS. Elaborazioni: ARPA Piemonte

I dati relativi alle vendite di gas metano non sono disponibili da quando SNAM non detiene più l'esclusiva nel settore.

I dati riportati nelle tabelle precedenti si riferiscono alle quantità di gas vettoriato, cioè trasportato da SNAM e ceduto alle varie ditte di distribuzione in Piemonte.

Dati più precisi riferiti alle vendite nel 2001, anche se parziali sul territorio piemontese (**tabella 13.3**) vengono forniti da Italgas e ripartiti per settore di utilizzo nella **figura 13.4**.

**Figura 13. 5 – Confronto tra vendita di energia elettrica e PIL ai prezzi di mercato (1995)**



Fonte: ENEL, IRES (le stime del PIL 2000 sono di Svimez-Irpet) - Elaborazioni: ARPA

**Tabella 13. 4 – Produzione lorda di energia elettrica in Piemonte nel 2000 secondo categoria di produttori e fonte primaria utilizzata (milioni di kWh (Gwh))**

Categorie di produttori	Energia Termoelettrica		Energia Idroelettrica		Energia Elettrica totale
	N° di impianti	Produzione lorda (GWh)	N° di impianti	Produzione lorda (GWh)	Produzione lorda (GWh)
Produttori	31	7.348	347	7.314	14.662
Autoproduttori	80	2.482	76	520	3.002
Totale	111	9.830	423	7.834	17.664

Fonte: ENEL

Un parametro importante per valutare l'efficienza energetica è il rapporto tra energia utilizzata e ricchezza prodotta. Nella **figura 13.5** si riporta il confronto fra energia elettrica venduta e prodotto interno lordo (parametro diffusamente utilizzato per valutare la ricchezza prodotta).

Si può osservare che i consumi di energia elettrica sono aumentati più della ricchezza prodotta in Piemonte (anch'essa crescente).

## 13.2 PRODUZIONE DI ENERGIA IN PIEMONTE

La produzione lorda di energia elettrica in Piemonte nel 2000 ha utilizzato per circa il 56% i combustibili fossili e per circa il 44% l'energia idraulica. La situazione è rimasta circa costante dal 1997.

Le suddivisioni tra produttori e numero di impianti per il 2000 sono riportate nella **tabella 13.4**.

Per quanto riguarda la produzione di energia termoelettrica, i combustibili utilizzati negli ultimi anni sono rimasti essenzialmente invariati sia quantitativamente che qualitativamente ad eccezione del gas naturale il cui impiego è circa triplicato nell'ultimo decennio. Nel 1999 sono state utilizzate 1.428.000 t.e.p. di gas naturale, 109.000 t.e.p. di prodotti petroliferi e 24.000 t.e.p. di altri combustibili per produrre rispettivamente 8.232, 660 e 91 GWh di energia elettrica. Dopo il 1999 l'ENEL non è più unico gestore della produzione di energia elettrica e queste informazioni risultano difficilmente reperibili.



## 13.3 IL TELERISCALDAMENTO

Gli impianti di teleriscaldamento collegati a centrali termoelettriche in Piemonte sono localizzate a Torino, Alba, e Acqui Terme. Le volumetrie teleriscaldate ammontano rispettivamente a circa 28, 2,5 e 0,13 milioni di m<sup>3</sup>.

Oltre a questi, esistono diversi impianti di teleriscaldamento collegati ad impianti alimentati a biomasse di piccole dimensioni.

Dal 2000 ad oggi non sono state effettuate grosse modifiche né alle reti né agli impianti, anche se esistono alcuni progetti in fase di attuazione.

In particolare, a partire da agosto 2002 saranno posate nel sottosuolo di Torino circa cento chilometri di nuove tubature precisamente nel territorio delle circoscrizioni Centro, Crocetta, San Paolo, Cenisia, Pozzo Strada, Vallette, Lucento, Madonna di Campagna e Borgo Vittoria. Il piano di investimenti porterà, entro la fine del 2005, gli utenti torinesi dagli attuali 200.000 a 400.000, proiettando Torino dal secondo al primo posto nella classifica nazionale dei centri urbani teleriscaldati (oggi è superata solo da Brescia). Si tratta di uno sforzo straordinario, supportato da un investimento di 500 milioni di euro che riguarda non solo la posa della nuova rete di doppie tubature, ma anche la costruzione di una nuova centrale in città e il potenziamento di due dei quattro impianti esistenti.

Per quanto riguarda i più piccoli impianti alimentati a biomassa, il Comune di Leini dal 21 gennaio 2001 usufruisce di un impianto di teleriscaldamento collegato ad una caldaia che funziona a cippato di legna. Al momento sono collegate 1.500 utenti attraverso tubature di 2,5 km, che collegano una ventina di utenze private, cinque industrie e sette strutture pubbliche.

## 13.4 LE INIZIATIVE REGIONALI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

La Regione Piemonte con la Legge regionale n° 19 del 23/3/84, in armonia con le direttive del Piano Energetico Nazionale e in attuazione della legge 29 maggio 1982, n. 308, predispone e realizza gli interventi diretti al contenimento dei consumi di energia e all'utilizzo e alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

A tal fine sono concessi:

- 1) contributi in conto capitale a sostegno delle fonti rinnovabili di energia nell'edilizia;
- 2) contributi sugli interessi, per mutui deliberati

dagli Istituti di Credito, per il contenimento dei consumi energetici nei settori agricolo e industriale o, in alternativa, contributi in conto capitale.

Sono considerati prioritari:

- a) nel settore dell'edilizia, gli interventi volti a favorire il contenimento dei consumi energetici negli edifici pubblici, sportivi, residenziali;
- b) nei settori agricolo e industriale, gli interventi volti a favorire la trasformazione di processo per la riduzione dei consumi energetici.

Un altro fronte su cui la Regione Piemonte è impegnata è quello di creare condizioni favorevoli allo sviluppo degli investimenti di efficienza energetica, anche mediante la promozione dell'uso di strumenti tecnico-finanziari innovativi che consentano di superare le tradizionali barriere all'avvio degli stessi. Uno degli strumenti più adatto a questo scopo è rappresentato dal Finanziamento tramite Terzi (FTT).

Si tratta di una soluzione tecnico-finanziaria che si adatta molto bene alle esigenze della Pubblica Amministrazione, secondo la quale la società aggiudicataria dell'appalto si addebita tutti i costi del programma d'intervento (progetti, attrezzature, mano d'opera, capitale, gestione, manutenzione e monitoraggio), facendosi poi rimborsare e remunerare dal committente condizionatamente e proporzionalmente alle economie prodotte, previste nel contratto stipulato.

### 13.4.1 IL RISPARMIO ENERGETICO NEL SETTORE AGRICOLO E UTILIZZO DI BIOMASSA

La Regione Piemonte con D.G.R. n° 9-29964 del 2 maggio 2000 ha approvato il programma di attuazione del Decreto Ministeriale 11 settembre 1999, n. 401 "Regolamento recante norme di attuazione dell'articolo 1, commi 3 e 4, del decreto legislativo 30 aprile 1998, n. 173 per la concessione di aiuti a favore della produzione ed utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili nel settore agricolo".

Nel programma si riconoscono come interventi finanziabili:

- a) Gli impianti termici alimentati a biomassa vegetale;
- b) Gli interventi di contenimento dei consumi d'energia negli allevamenti zootecnici;
- c) Gli interventi di contenimento dei consumi d'energia nella climatizzazione delle serre;
- d) L'elettrificazione con fonti rinnovabili di alpeggi;



e) Gli impianti di biogas negli allevamenti suini. Non possono essere concessi contributi per interventi resi necessari da obblighi di legge e gli stessi contributi non sono cumulabili con altri contributi pubblici ottenuti per lo stesso intervento.

Sono beneficiari gli imprenditori agricoli a titolo principale singoli o associati, ai sensi del Reg. CE 950/97.

Per l'intervento d) possono ricevere contributi anche enti pubblici proprietari di alpeggi che si impegnano a concederli in affitto a equo canone o in comodato gratuito ad allevatori.

Per la realizzazione degli interventi sono concessi contributi in conto capitale nella misura del 50% della spesa ammissibile, con l'esclusione dell'IVA.

La spesa minima ammissibile per ciascuno degli interventi non dovrà essere inferiore a € 12.000.000, IVA esclusa (pari a 6197,48 €)

In particolare per quanto riguarda l'utilizzo di biomasse in Piemonte si sta predisponendo un bando, per finanziare progetti pilota sulle filiere di questi materiali, mentre nell'ambito del Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO), è in corso il progetto "Sviluppo di distretti energetici basati sull'impiego di biomassa".

Con energia da biomassa si intendono tutti quei processi di conversione in calore di combustibili rinnovabili di origine biologica. Più in particolare sono anche compresi all'interno della definizione di "biomassa" tutti i combustibili (solidi, liquidi e gassosi) ottenuti da cellulosa e da biomassa legnosa specificatamente coltivata allo scopo, come la paglia e gli altri residui vegetali (sfalci).

Nella **tabella 13.5** sono riportati i progetti finalizzati al risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili e delle biomasse in agricoltura.

### 13.4.2 TETTI FOTOVOLTAICI

Il Ministero dell'Ambiente, con decreto n. 106 del 16 marzo 2001, ha definito e avviato il Programma "Tetti fotovoltaici" al fine di promuovere, attraverso contributi pubblici in conto capitale, la diffusione di impianti fotovoltaici di potenza da 1 a 20 kWp "collegati alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione e integrati/installati nelle strutture edilizie (ivi inclusi gli elementi di arredo urbano) e relative pertinenze, poste sul territorio italiano".

Tale programma è organizzato in due sottoprogrammi: uno rivolto a specifici soggetti pubblici

**Tabella 13. 5 – Decreto Ministero delle Politiche Agricole e forestali 401/99 – Bando 2000 – Progetti finanziati**

Tipo di intervento	Prov.	n° di impianti	Costo complessivo degli impianti
combustione di residui vegetali	AT	3	33.053,24
	CN	5	80.567,28
	NO	4	77.983,31
combustione di residui vegetali + collettori solari	TO	10	195.559,28
combustione di residui vegetali + collettori solari + interventi integrati	AL	2	75.025,69
	VB	1	91.412,87
produzione di energia elettrica da fonte idraulica	NO	1	30.987,00
	TO	1	12.756,49
	VB	1	18.075,99
sfruttamento biogas	AL	1	265.811,07
sistemi fotovoltaici	BI	3	21.608,56
	CN	1	80.309,05
	TO	1	6.197,48
	VB	1	9.451,16
sistemi telematici per il controllo della climatizzazione delle serre	AL	2	30.780,83
	CN	4	148.223,13
	TO	1	38.734,27
teli di protezione notturna nelle serre	AL	3	116.458,45
	CN	1	32.536,78
	TO	3	244.284,11

Fonte: Regione Piemonte, Direzione Territorio Rurale

gestito direttamente dal Ministero e l'altro indirizzato, attraverso le Regioni e le Province autonome, a soggetti pubblici e privati. Entrambe le categorie di soggetti, titolari di utenza elettrica, devono essere proprietari o titolari di un diritto reale diverso dalla proprietà, per esempio usufrutto, o di un diritto di godimento, per esempio locatari, della struttura edilizia su cui verrà installato l'impianto fotovoltaico.

La Regione Piemonte ha aderito al sottoprogramma indirizzato ai soggetti pubblici e privati e ha predisposto il bando relativo ed impegnato, quale cofinanziamento regionale, la somma di 671.394 euro.

Il bando prevede, nel rispetto di quanto previsto dal citato decreto ministeriale, tutte le specifiche tecniche relative ai tempi di realizzazione degli interventi, i casi di revoca del contributo e le modalità di erogazione dello stesso, unitamente alla per-

centuale di contributo concedibile pari al 75% della spesa ammessa, IVA esclusa.

Nei termini di apertura del bando (1° ottobre – 29 novembre 2001) sono pervenute al Settore Programmazione e risparmio in materia energetica 502 domande di contributo e, a seguito dell'espletamento dell'istruttoria tecnico-amministrativa, sono risultate ammissibili a finanziamento 317 interventi, per una potenza totale di 1.948,99 kW (tabella 13.6, figura 13.6).

### 13.4.3 IL RISPARMIO ENERGETICO NELLE AZIENDE SANITARIE

L'Assessorato all'Energia della Regione Piemonte, in collaborazione con l'Assessorato alla Sanità, ha avviato una sperimentazione nel settore ospedaliero per razionalizzare l'uso delle risorse energetiche e per contenere la spesa. In particolare, nell'ottobre del 1993, nell'ambito del progetto Energia-Innovazione, previsto nella DGR n° 152-28672, prendeva avvio la prima fase di un'azione volta da un lato a promuovere un più corretto approccio agli investimenti di efficienza energetica nel comparto ospedaliero piemontese, e dall'altro a creare le condizioni, attraverso l'erogazione di servizi, per lo sviluppo e la diffusione della cogenerazione in tale utenza, in armonia con le indicazioni della Legge 10/91 e del D.P.R. n° 412/93.

Con il supporto tecnico della SNAM, veniva sviluppata una ricognizione generale sul sistema dei consumi e dei fabbisogni energetici degli ospedali piemontesi, mediante l'esame dei dati raccolti con l'invio di specifici questionari, per una valutazione più generale sulle potenzialità di diffusione della cogenerazione nel settore ospedaliero.

Tale studio, completato nel 1995, ha evidenziato l'esistenza di condizioni tecnico-economiche favorevoli alla realizzazione di impianti di cogenerazione nel 65% dei 38 ospedali esaminati in Regione, confermando in tal modo le indicazioni tecniche dell'allegato D del D.P.R. 412/93, che individuava in tale tecnologia la soluzione impiantistica eligitabile per l'utenza ospedaliera.

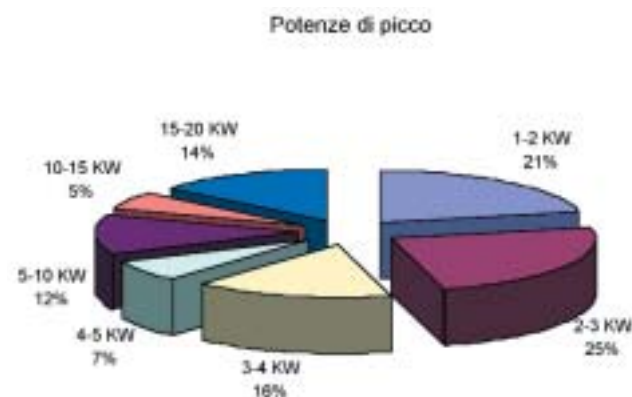
Lo schema di Capitolato Speciale d'Appalto, allegato alla DGR n°9-24551 del 11 maggio 1998, costituisce un documento utilizzabile dalle USL, ai fini della predisposizione di capitolati d'appalto che, a fronte della domanda di servizi e di interventi di riqualificazione tecnologica mirati al risparmio energetico, ricorrono all'applicazione della formula proposta di finanziamento tramite terzi.

**Tabella 13. 6 – Bando regionale diretto alla concessione di contributi per la realizzazione di impianti fotovoltaici di potenza da 1 a 20 kWp – Domande ammesse al contributo**

Prov.	N° Impianti	Costo impianti €	Potenza totale kWp
AL	44	2.961.241,16	387,67
AT	19	702.568,13	85,32
BI	15	309.005,23	37,22
CN	39	2.398.785,12	258,12
NO	29	1.026.940,73	125,40
TO	149	8.489.242,67	964,90
VB	10	394.401,60	51,38
VC	12	305.786,38	38,98
<b>Totale</b>	<b>317</b>	<b>16.587.971,02</b>	<b>1.948,99</b>

Fonte: Regione Piemonte, Settore Programmazione e risparmio in materia energetica

**Figura 13. 6 – Suddivisione per tipologia di impianto**



Fonte: Regione Piemonte, Settore Programmazione e risparmio in materia energetica



## Sperimentazione sull'U.S.L. 14

La sperimentazione ha riguardato l'USL n° 14 Verbano-Cusio-Ossola composta di 3 presidi ospedalieri (Verbania, Omega e Domodossola) per complessivi 750 posti letto oltre a numerosi presidi sanitari (ambulatori, uffici, ...). I servizi attivi all'atto dell'appalto erano:

- Climatizzazione invernale (riscaldamento, acqua igienico-sanitaria)
- Sterilizzazione, lavanderia, cucine
- Illuminazione
- Condizionamento estivo
- Macchinari elettrodiagnostici/elettromedicali

All'atto dell'appalto si riscontravano elevati consumi energetici, obsolescenza e scarsa efficienza degli impianti, modesta qualità del servizio energetico, elevati costi di esercizio e disattenzione rispetto ai temi dell'uso razionale dell'energia.

Per ridurre la spesa energetica, migliorando nel contempo la qualità del servizio senza supportare spese, si è scelto di seguire gli indirizzi forniti dalla Regione, e di sperimentare il modello di capitolato di finanziamento tramite terzi messo a disposizione della stessa.

Il canone annuo offerto, comprensivo degli ammortamenti di 4.074.000.000 £ (Iva esclusa) consentiva un risparmio di spesa annuo di circa 130.000.000 £.

A questi risultati ottenuti dall'USL mediante la sola sottoscrizione del contratto vanno aggiunti quelli relativi agli investimenti di efficienza energetica effettuati dalla ESCO<sup>1</sup>, a costo zero per l'Amministrazione; ovvero relativi agli impianti ed apparecchiature installati dalla ESCO per produrre il miglioramento ricercato sulle performance energetiche, il cui possesso passerà all'USL allo scadere del contratto novennale, previo superamento di un collaudo funzionale di riconsegna.

## 13.5 INQUINAMENTO LUMINOSO

### 13.5.1 ASPETTI GENERALI

L'inquinamento luminoso è ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolare mo-

do verso la volta celeste, ed è riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale come indicatore dell'alterazione della condizione naturale con conseguenze non trascurabili per gli ecosistemi vegetali, animali nonché per la salute umana che sono state evidenziate da diversi studi sulla flora (la riduzione della fotosintesi clorofilliana) e sulla fauna (il disorientamento delle specie migratorie). All'origine del fenomeno vi è il flusso luminoso disperso proveniente dalle diverse attività di origine antropica a causa sia di apparati inefficienti che di carenza di progettazione. In particolare almeno il 25% ÷ 30% dell'energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica viene diffusa verso il cielo, una quota ancora maggiore è quella di gestione privata. La riduzione di questi consumi contribuirebbe al risparmio energetico e alla riduzione delle relative emissioni.

Come indicatore dell'inquinamento luminoso, secondo le informazioni reperite in letteratura e riferite in modo omogeneo e completo all'intero territorio nazionale, si utilizza la "Brillanza relativa del cielo notturno".

Con questo indicatore è possibile la quantificazione del grado di inquinamento luminoso dell'atmosfera per valutare gli effetti sugli ecosistemi e il degrado della visibilità stellare.

Nelle mappe è rappresentato il rapporto tra la luminosità artificiale del cielo e quella naturale media allo zenith (rapporto dei rispettivi valori di luminanza, espressa come flusso luminoso (in candele) per unità di angolo solido di cielo per unità di area di rivelatore).

Al nero corrisponde una luminanza artificiale inferiore al 11% di quella naturale, ovvero sia un aumento della luminanza totale inferiore al 11%, al blu tra l'11% e il 33%, al verde tra il 33 e il 100%, al giallo tra il 100% e il 300%, all'arancio tra il 300% e il 900%, al rosso oltre il 900% (**figura 13.8**). In Europa solo l'Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso (ISTIL) di Thiene (VI), fornisce una mappatura della luminosità artificiale del cielo per ampi territori (Italia, Europa e intero Globo) con una risoluzione di circa 1 km<sup>2</sup>, nelle bande fotometriche di interesse astronomico, grazie ad un modello di stima della "brillanza" del cielo notturno, basato su rilevazioni da satelliti e calibrato con misure da terra.

L'istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso mette a disposizione i dati presentati in **tabella 13.7** sottoforma di mappe o di statistiche sulla popolazione residente suddivisa per provincia.

<sup>1</sup> Con ESCO (Energy Service Companies) si indicano genericamente società di servizi per la gestione ottimale dell'energia



**Tabella 13. 7 – Dati disponibili relativi all'inquinamento luminoso**

Grandezza	Cosa indica
Brillanza artificiale a livello del mare	Inquinamento luminoso in atmosfera, aree più inquinate e più inquinanti
Brillanza totale	Luminosità del cielo
Magnitudine limite	Visibilità delle stelle
Perdita di magnitudine	Degrado della visibilità delle stelle
Visibilità della Via Lattea	Aree ove la nostra galassia è ancora visibile

Fonte: Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso - Thiene (VI)

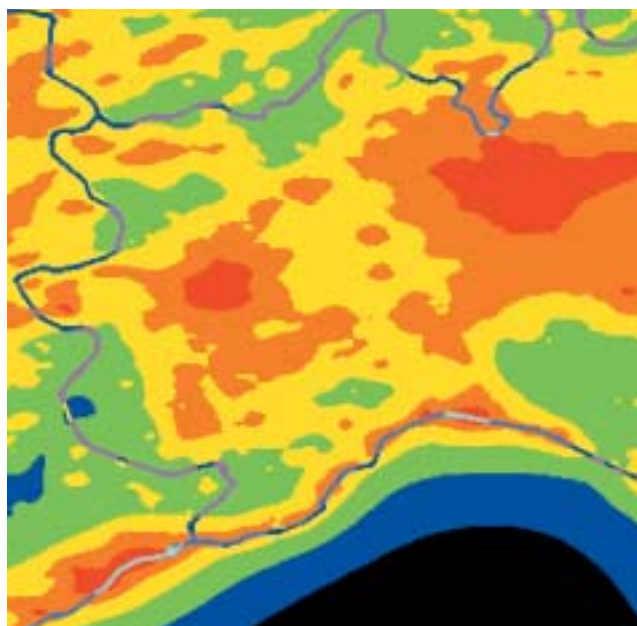
In particolare per ciò che riguarda la brillanza artificiale i dati si riferiscono a misure da satellite del 1996-97 calibrate al 1998-99 e vengono espressi come rapporto tra la brillanza artificiale a livello del mare e la brillanza naturale di riferimento ( $251,9 \mu\text{cd}/\text{m}^2$ ). I dati si riferiscono allo zenith (**tabella 13.8**).

Si noti che l'intero territorio della Regione risulta avere livelli di brillanza artificiale superiori all'11% di quella naturale, e pertanto è da considerarsi inquinato. Infatti, il limite per definire una zona inquinata corrisponde a valori superiori a 0,11 del rapporto tra brillanza artificiale e naturale.

Un altro dato interessante è quello relativo alla percentuale di popolazione che vive in luoghi da dove la Via Lattea non è più visibile in notti normalmente serene.

I dati per la Regione Piemonte sono illustrati nella **tabella 13.9**.

**Figura 13. 7 – L'inquinamento luminoso in Piemonte nel 1998 (Brillanza relativa del cielo notturno in base a dati da satellite)**



Fonte: Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso - Thiene (VI)

### 13.5.2 LE INIZIATIVE DELLA REGIONE PIEMONTE CONTRO L'INQUINAMENTO LUMINOSO

La Direzione Generale Energia e Trasporti della Commissione Europea, nell'ambito del Programma GreenLight, varato nel febbraio 2000 per pro-

**Tabella 13. 8 – Percentuale della popolazione che vive in luoghi in cui la brillanza artificiale supera i valori descritti e percentuale di superficie nelle medesime condizioni (1998-1999)**

brillanza artificiale/naturale	0,11 <sup>2</sup>		0,33		1		3		9		27	
	pop.	sup.	pop.	sup.	pop.	sup.	pop.	sup.	pop.	sup.	pop.	sup.
Torino	100	100	100	100	100	86	97	45	81	9	44	1
Vercelli	100	100	100	100	100	74	40	7	0	0	0	0
Biella	100	100	100	100	100	94	80	27	0	0	0	0
Verbania	100	100	100	100	98	55	81	6	0	0	0	0
Novara	100	100	100	100	100	100	85	70	0	0	0	0
Cuneo	100	100	100	98	98	65	72	25	0	0	0	0
Asti	100	100	100	100	100	97	82	48	0	0	0	0
Alessandria	100	100	100	100	99	87	77	28	0	0	0	0
Piemonte	100	100	100	100	100	79	86	32	42	3	23	0

Fonte: Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso - Thiene (VI)

<sup>2</sup> Corrispondono all'11%, 33%, 100%, 300% 900%, 2700%

**Tabella 13. 9 – Percentuale della popolazione piemontese che vive in luoghi da dove la Via Lattea non è più visibile in notti normalmente serene (1998-1999)**

Percentuale di popolazione	
Torino	83
Vercelli	10
Biella	0
Verbania	0
Novara	29
Cuneo	0
Asti	36
Alessandria	13
Piemonte	49

Fonte: Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso - Thiene (VI)

muovere e diffondere la corretta gestione dell'energia negli usi finali per illuminazione, ha enfatizzato la dimensione e la portata del contributo che potrà derivare da un più razionale utilizzo dell'illuminazione di edifici e di aree esterne e stradali.

Il Consiglio regionale del Piemonte, a tale proposito, ha approvato una legge contenente "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" (Legge regionale 24 marzo 2000, n. 31).

La nuova legge regionale impone ai Comuni con popolazione superiore ai 50.000 abitanti l'adozione di un Piano regolatore dell'illuminazione.

Questo strumento, che dovrà integrare il Piano regolatore urbanistico generale, disciplinerà le nuove installazioni luminose, i tempi e le modalità di adeguamento delle installazioni esistenti sui territori di competenza.

I Comuni più piccoli, invece, non hanno l'obbligo di redigere il Piano, ma dovranno comunque seguire le norme introdotte per tutto il Piemonte (norme tecniche UNI e CEI).

Infine, con Delibera della Giunta Regionale n° 54 - 2663 del 2 aprile 2001 è stato approvato un Capitolato tipo d'Appalto per l'affidamento della gestione del servizio di Pubblica Illuminazione, nonché per la realizzazione di interventi di efficienza energetica, messa in sicurezza e contenimento dell'inquinamento luminoso sugli impianti di proprietà comunale, mediante il ricorso all'opzione del Finanziamento tramite Terzi, nel quadro delle previsioni della Legge regionale 24 marzo 2000, n. 31.

### 13.5.3 ILLUMINAZIONE PUBBLICA

L'Assessorato regionale all'Ambiente e all'Energia ha avviato fin dal 1998 iniziative di studio, ricerca e promozione finalizzate alla diffusione di una maggiore efficienza energetica e luminosa negli impianti comunali di pubblica illuminazione. Tale iniziativa, in seguito articolatasi nel progetto LUMEN, ha concentrato la sua attenzione sugli impianti d'illuminazione stradale sia per le evidenti correlazioni con l'esercizio del corrispondente servizio pubblico da parte delle Amministrazioni Comunali piemontesi, sia per le prerogative di carattere strategico, economico, sociale, oltre che ambientale ad esso connesse.

Sotto il profilo prettamente energetico, il settore della pubblica illuminazione ha registrato nel 1999, a livello nazionale, un consumo di energia elettrica pari a 5.373 milioni di kWh, e a livello piemontese un consumo pari a 416 milioni di kWh. Nel contempo, l'efficienza media del parco-lampade oggi in uso nel Paese può stimarsi pari ad un valore di circa 50 lumen/Watt, mentre un obiettivo ritenuto realisticamente conseguibile è dato da un valore pari a 90 lumen/Watt, con la conseguente opportunità di ridurre la potenza impegnata a parità di servizio reso. Con ciò, risulta di estremo interesse il potenziale di efficienza energetica ancora sfruttabile negli usi finali per illuminazione stradale.

A questo proposito, ipotizzando un intervento di razionalizzazione energetica sull'intero patrimonio impiantistico in questione, potrebbe essere conseguito un obiettivo di riduzione dei consumi pari al 30%, e cioè pari a 1.612 milioni di kWh su base nazionale e pari a 125 milioni di kWh in Piemonte. A tal minor consumo di energia elettrica corrisponderebbe una minore spesa da parte delle Amministrazioni Comunali pari rispettivamente a circa 275 miliardi di lire/anno in Italia e a circa 21,5 miliardi di lire/anno in Piemonte, a cui peraltro andrebbero a sommarsi le economie derivanti da una riduzione della potenza elettrica impegnata e da una più razionale gestione impiantistica e delle opportunità di approvvigionamento elettrico.

#### Il progetto LUMEN

L'iniziativa regionale sviluppatasi nell'ambito del progetto LUMEN ha fornito innanzitutto un supporto conoscitivo alle Amministrazioni Comunali interessate. Quindi, a seguito di una selezione di un campione rappresentativo delle varie realtà urbanistico-territoriali del Piemonte composto da dodici Comuni con popolazione compresa tra 5.000 e



Tabella 13. 10 – Dati anagrafici dei Comuni considerati nel progetto LUMEN, numero di punti luce e proprietà degli stessi

Comune	prov.	Superficie Km <sup>2</sup>	Abitanti N°	Densità abitativa N°/Km <sup>2</sup>	Proprietà degli impianti (%)		Punti luce di proprietà comunale N°
					Comune	Enel	
Casale Monferrato	AL	86,32	37.288	432	85	15	5.300
Cossato	BI	27,74	15.199	548	60 <sup>3</sup>	40	1.165
Bagnolo	CN	62,91	5.408	86	75 <sup>4</sup>	25	600
Caraglio	CN	41,53	6.078	146	79,3	20,7	940
Fossano	CN	130,00	23.706	182	80 <sup>4</sup>	20	2.600
Mondovì	CN	87,26	21.969	252	90	10	2.000
Savigliano	CN	110,73	19.571	177	60	40	1.700
Gozzano	NO	12,54	5.943	474	10	90	102
Chieri	TO	52,00	32.000	615	65 <sup>4</sup>	35	3.000
Chivasso	TO	51,31	24.100	470	30	70	330
Rivarolo	TO	32,32	12.127	375	40 <sup>4</sup>	60	2.010
Crescentino	VC	48,00	7.600	158	70	30	500

Fonte: Relazione di sintesi del progetto LUMEN. AEM, Regione Piemonte

50.000 abitanti, si è dato avvio alla realizzazione di una campagna di diagnosi energetiche sugli impianti di proprietà delle Amministrazioni selezionate.

Analizzando i dati riportati nella **tabella 13.10**, si può osservare come l'indagine abbia coinvolto piccoli centri come Bagnolo, rappresentativo di realtà rurali montane, fino a città come Casale Monferrato o Chieri che rappresentano realtà intensamente urbanizzate.

Nella prima fase dell'indagine si è determinata la percentuale degli impianti di illuminazione pubblica di proprietà del Comune e la loro ubicazione, inoltre si è provveduto a fornire una descrizione sintetica dei principali assi viari ed una classificazione delle strade secondo quanto previsto dal Codice della Strada.

Ad ogni strada, dopo la classificazione dal punto di vista viario, si è assegnato il livello di illuminazione previsto dalle Norme UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizza-

to". A tale riguardo, si evidenzia che la versione rivista di tale norma, introduce la possibilità di diminuire il livello di illuminazione di una strada in determinate ore della notte, qualora venga rilevata una diminuzione del volume di traffico veicolare, rispetto al volume per cui è stata classificata.

Durante la sperimentazione sono stati rilevati livelli di illuminazione che in alcuni casi sono risultati notevolmente inferiori ai valori indicati dalle Norme per il decadimento luminoso delle lampade e per la scarsa pulizia dell'apparecchio di illuminazione; in altri superiori a tali valori, per speciali caratteristiche degli spazi, oppure eccessivi per l'uso, con conseguenti sprechi di energia e disequilibrio nella visione notturna generale.

Nelle singole relazioni si sono evidenziate le criticità rilevate, fornendo, anche le indicazioni per interventi migliorativi. Le stesse soluzioni proposte si potranno estendere agli impianti con caratteristiche simili.

Il risultato dello studio si è concretizzato nell'applicazione di diversi tipi di intervento (A, B, C) a diverse zone del Comune. Per tutti si è ipotizzato l'impiego di regolatore di flusso luminoso e in alcune casi la riduzione del flusso luminoso dalle ore 24 alle ore 6.

Gli investimenti sono stati ammortizzati in 15 anni. Il risparmio annuo è costituito dalla somma tra risparmio di energia e risparmio di manutenzione.

<sup>3</sup> La percentuale comprende anche gli impianti di tipo misto ENEL-Comune (ad esempio linee e sostegni di proprietà ENEL e apparecchi di illuminazione e lampada di proprietà comunale).

<sup>4</sup> La percentuale è in via approssimativa in quanto non si conosce il numero dei punti luce di proprietà ENEL.



Tabella 13. 11 – Sintesi dei risultati ottenuti dallo studio sui 12 comuni campione

Comune	Prov.	Tipo di intervento	Totale investimento attualizzato (lire)	Totale vantaggio attualizzato (lire)
Casale Monferrato	AL	A+B+C	28.000.000	71.211.250
Cossato	BI	A+B	11.500.000	22.029.054
Bagnolo	CN	A+B	9.500.000	18.291.141
Caraglio	CN	A+B	9.500.000	18.291.141
Fossano	CN	A+B	9.500.000	18.291.141
Mondovì	CN	A+B	18.000.000	51.343.751
Savigliano	CN	A+B+C	19.000.000	35.553.296
Gozzano	NO	A+B	9.500.000	18.291.141
Chieri	TO	A+B+C	46.000.000	108.744.040
Chivasso	TO	A+B+C	27.000.000	57.116.765
Rivarolo	TO	A+B	11.500.000	3.283.290
Crescentino	VC	A+B+C	15.000.000	16.679.422

Fonte: Relazione di sintesi del progetto LUMEN. AEM, Regione Piemonte

## 13.6 CONCLUSIONI

I dati relativi ai consumi dei principali vettori energetici e alla produzione di energia elettrica sono indicativi di una tendenza sempre crescente della domanda. A tale proposito occorre sottolineare che alcuni provvedimenti, come l'introduzione della "Carbon Tax", hanno favorito alcuni vettori energetici rispetto ad altri, ma non hanno diminuito i consumi complessivi.

Tuttavia, accanto alla crescita della domanda di energia, comincia a farsi strada la convinzione della necessità di una maggiore efficienza dei sistemi per un più razionale utilizzo dell'energia e per limitare le perdite e gli sprechi. In tale direzione si sta muovendo la Direzione Generale Energia e Trasporti della Commissione Europea e gli studi promossi dalla Regione Piemonte dimostrano che può essere facilmente attuata una politica per migliorare l'efficienza energetica intesa come insieme di provvedimenti atti a risparmiare energia a parità di servizio. In particolare la Pubblica Amministrazione, che è una forte consumatrice di energia, attraverso il finanziamento tramite terzi, può contribuire ad un miglior utilizzo di questa risorsa. Molto utili a questo riguardo risultano i capitolati d'appalto tipo messi a disposizione dal Regione per il settore sanitario e per l'illuminazione pubblica.

Una grande attenzione inoltre bisogna porre nello sviluppo di nuove tecnologie per la produzione di energia come l'utilizzo delle biomasse e i tetti fotovoltaici.

Bisogna, infine ricordare che in alcuni casi lo spreco di energia ha ulteriori effetti dannosi sull'ambiente. È il caso dell'inquinamento luminoso che altera la condizione naturale del cielo notturno ed ha conseguenze per gli ecosistemi vegetali e animali e per la salute umana.

Questo capitolo è stato realizzato in collaborazione con le Direzioni "Tutela e Risanamento ambientale, programmazione e gestione rifiuti" e "Territorio Rurale" della Regione Piemonte, in particolare con Filippo Baretta, Bruna Bassignana e Vittorio Bosser-Peverelli.

Si ringraziano: Italgas S.p.A. per i dati relativi alle vendite di gas metano, in particolare Maurizio Girard, e L'Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento luminoso di Thiene (VI), in particolare Pierantonio Cinzano per i dati e la carta relativi all'inquinamento luminoso in Piemonte.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2000. *Piemonte, Energia, Ambiente 2000*. Casa Editrice L'annuario, Torino
- AA.VV., 2001. *Rapporto Energia e Ambiente*. Volume 1 - L'analisi. ENEA, Roma
- AA.VV., 2001. *Rapporto Energia e Ambiente*. Volume 2 - I dati. ENEA, Roma
- AA.VV., 2002. *Verso l'annuario dei dati ambientali*. AN-PA, Roma
- Articolo di redazione, 2002. *Teleriscaldamento a Leini*. La stampa del 1 febbraio 2002, pag. 41
- REGIONE PIEMONTE. *Bollettino Ufficiale*. Supplemento al n° 22 del 3 giugno 1998 (Deliberazione della Giunta Regionale 11 maggio 1998 n° 9-24551)
- CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C., 2001. *Rapporto ISTIL 2001 - Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia*. Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso, Thiene. ([www.istil.it](http://www.istil.it))
- MONDO A., 2002. *Il teleriscaldamento raddoppia in città*. La stampa di del 25 aprile 2002, pag. 35
- PECCHIO F., 2002. *Energia da Biomassa*. Inquinamento n° 35 - Febbraio 2002
- GERARDI, PERRELLA, MASIA, 1999. *Il consumo di biomassa a fini energetici nel settore domestico*. Enea
- SNAM, 1998. *La distribuzione di gas naturale nelle regioni italiane*. Centro stampa SIECO
- SNAM, 1998. *Metano ed energia - Dati statistici 1997*
- SNAM, 1998. *Metano ed energia - Dati statistici 1998*