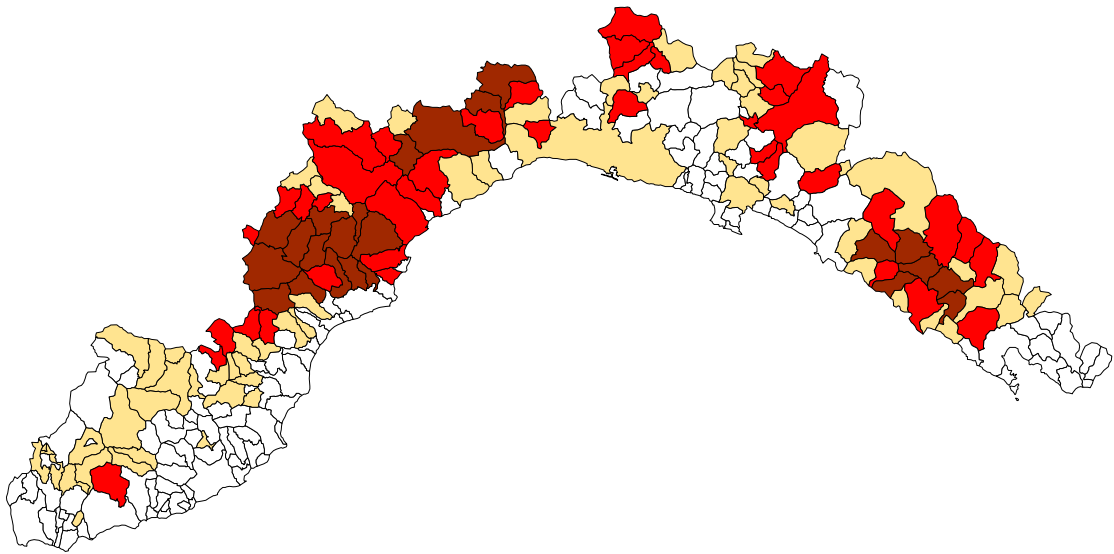


**CESEN**



**POTENZIALE DELLE FONTI RINNOVABILI IN LIGURIA**

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>1. STATO DELLE RINNOVABILI.....</b>	<b>3</b>
1.1 QUADRO ATTUALE .....	3
1.2 IL MERCATO POTENZIALE DELLE FONTI RINNOVABILI .....	5
1.3 SOSTEGNO ALLE FONTI RINNOVABILI.....	11
1.3.1 <i>Misure relative al mercato interno</i> .....	11
1.3.2 <i>Programmi di sviluppo comunitari</i> .....	11
1.3.3 <i>Azioni di sviluppo delle rinnovabili</i> .....	12
1.4 STATO DELLA TECNOLOGIA E COSTI .....	12
1.4.1 <i>Fotovoltaico</i> .....	13
1.4.2 <i>Eolico</i> .....	14
1.4.3 <i>Minidro</i> .....	15
1.4.4 <i>Geotermia</i> .....	17
1.4.5 <i>Biomasse</i> .....	17
1.4.6 <i>Solare termico</i> .....	18
<b>2. QUADRO DI RIFERIMENTO REGIONALE .....</b>	<b>21</b>
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA REGIONE .....	21
2.1.1 <i>Territorio</i> .....	21
2.1.2 <i>Aspetti socio-economici</i> .....	23
2.2 SITUAZIONE ENERGETICA ATTUALE .....	31
2.2.1 <i>Struttura domanda e offerta di energia in Liguria</i> .....	31
2.2.2 <i>Ricadute iniziative regionali in relazione allo sviluppo delle FR</i> .....	39
2.3 STUDI SPECIFICI REGIONALI DISPONIBILI.....	47
2.3.1 <i>Premessa</i> .....	47
2.3.2 <i>Studio sulle disponibilità "idroenergetiche" della Regione Liguria</i> .....	47
2.3.3 <i>Piano locale per lo sviluppo e la promozione dell'uso energetico delle biomasse</i> .....	48
2.3.4 <i>L'energia solare sul territorio della Liguria</i> .....	49
2.3.5 <i>Studio sul potenziale eolico in Liguria</i> .....	50
<b>3. POTENZIALE DELLE RINNOVABILI IN LIGURIA.....</b>	<b>52</b>
3.1 METODOLOGIA .....	52
3.1.1 <i>Premessa</i> .....	52
3.1.2 <i>Descrizione della metodologia di valutazione adottata</i> .....	52
3.1.2.1 <i>Biomasse</i> .....	53
3.1.2.2 <i>Rifiuti Solidi Urbani (RSU)</i> .....	58
3.1.2.3 <i>Solare (termico e fotovoltaico)</i> .....	62
3.1.2.4 <i>Eolico</i> .....	65
3.1.2.5 <i>Idroelettrico</i> .....	68
3.2 IL POTENZIALE DELLE FONTI RINNOVABILI NELLA REGIONE .....	69
3.2.1 <i>Premessa</i> .....	69
3.2.2 <i>Biomasse</i> .....	70
3.2.3 <i>Rifiuti Solidi Urbani (RSU)</i> .....	72
3.2.4 <i>Solare (termico e fotovoltaico)</i> .....	78
3.2.5 <i>Eolico</i> .....	80
3.2.6 <i>Idroelettrico</i> .....	82
3.3 CONSIDERAZIONI COMPLESSIVE .....	89

**ALLEGATO A : POTENZIALE ENERGETICO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI PER  
PROVINCIA E COMUNI DELLA LIGURIA**

**ALLEGATO B : MAPPE TEMATICHE A LIVELLO COMUNALE**

**PREMESSA**

Il presente lavoro, svolto nell'ambito di un progetto più generale di Piano Energetico Regionale della Liguria, è finalizzato ad una valutazione delle possibilità offerte dalle fonti rinnovabili di energia nella regione.

Il punto di partenza dell'analisi è costituito dagli studi settoriali che la Regione ha svolto nel corso degli ultimi anni e si propone di offrire una visione globale delle potenzialità delle rinnovabili con una caratterizzazione a livello comunale.

Un'analisi del potenziale disponibile localmente è un'attività imprescindibile nell'elaborazione di un Piano Regionale in quanto, per come sono caratterizzate, solo localmente si può comprendere la reale possibilità di sfruttare le fonti energetiche rinnovabili.

Bisogna inoltre tenere presente che attualmente l'utilizzo delle fonti rinnovabili si inquadra in uno scenario complessivo favorevole determinato principalmente da:

- Obiettivo del raddoppio dell'incidenza delle rinnovabili in Europa al 2010 (Libro Bianco);
- Rispetto del Protocollo di Kyoto;
- Interesse dimostrato dai singoli stati e dalla stessa Unione Europea a sostenere le fonti rinnovabili con programmi mirati;
- Attenzione alla riduzione dei costi ambientali delle fonti convenzionali;
- Norme che garantiscono l'accesso delle fonti rinnovabili nel mercato elettrico, quale l'obbligo all'acquisto.

In Italia da un lato si sta procedendo al riassetto del mercato elettrico, secondo le indicazioni comunitarie, con conseguenti implicazioni nel settore delle rinnovabili, e dall'altro si stanno promuovendo appositi programmi ed iniziative intese a favorirne lo sviluppo (accordi volontari, campagna per il fotovoltaico, valorizzazione energetica delle biomasse, ecc.).

In questo quadro inoltre viene lasciato ampio spazio alle Regioni ed agli Enti Locali; infatti le risorse da destinare all'incentivazione diretta, anche comunitarie, saranno amministrate dalle Regioni.

Per questi motivi diventa ancora più importante per la Regione conoscere le effettive potenzialità sul proprio territorio di competenza.

L'obiettivo di questo studio, pertanto, è quello di offrire all'autorità regionale un'analisi conoscitiva delle potenzialità nella regione al fine di meglio interpretare una politica di sviluppo delle stesse.

## 1. STATO DELLE RINNOVABILI

### 1.1 Quadro attuale

La politica attuale in materia energetica, sia nazionale che comunitaria, si presenta complessivamente favorevole alle fonti rinnovabili (FR). La promozione delle FR è una priorità sia a livello di politica comunitaria che nazionale, legata soprattutto agli impegni in materia ambientale e alla sicurezza negli approvvigionamenti che sono fra le principali priorità delle politiche energetiche attuali.

Il settore energetico sta attraversando un momento di profondo cambiamento che interessa sia la produzione sia il consumo di elettricità. In proposito l'Unione Europea sta assumendo un ruolo sempre più rilevante e determinante per le scelte di politica energetica del nostro paese; si fa riferimento alle direttive per la liberalizzazione del mercato dell'energia e del gas e agli impegni che sono stati assunti per il contenimento delle emissioni dei gas ad effetto serra in occasione della firma del Protocollo di Kyoto.

L'attenzione alle problematiche di natura ambientale riveste un'importanza sempre più crescente a livello d'adozione di scelte programmatiche nel settore energetico. Le politiche comunitarie assegnano, infatti, priorità alle scelte che migliorano l'impatto sull'ambiente sia a livello di produzione sia a livello di contenimento dei consumi energetici (uso efficiente e razionale dell'energia).

Nel dicembre 1997 i maggiori paesi industrializzati (i cosiddetti paesi dell'Annesso 1) hanno sottoscritto il Protocollo di Kyoto ed hanno accettato di ridurre le emissioni di 6 gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PECs, SF<sub>6</sub>) nel periodo 2008 – 2012.

Il valore della riduzione è stato stabilito in misura di almeno il 6,5% rispetto a valori del 1990; per l'Unione Europea nel suo complesso la riduzione deve essere pari all'8%.

Nel Libro Bianco "Una politica energetica per l'Unione Europea" la Commissione si è impegnata a raddoppiare il contributo fornito dalle energie rinnovabili dall'attuale 6 al 12% al 2010.

Tale incremento, se attuato, comporterebbe da solo ad una riduzione di 230-360 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> che rappresenta un valore superiore all'8% stabilito dal Protocollo di Kyoto.

A questo fine si stanno discutendo nell'ambito dell'Unione Europea e di conseguenza in Italia, le modalità di sostegno all'elettricità prodotta con le rinnovabili nell'ambito del mercato unico dell'elettricità ed alcuni provvedimenti in proposito sono già in vigore in alcuni stati.

Tali ipotesi fanno sostanzialmente riferimento a:

- Prezzi imposti di acquisto;

- Regime delle quote imposte;
- Regime di premi fissati.

L'entità e la tipologia del sostegno varia tra gli stati membri dell'Unione Europea a seconda delle situazioni nazionali, sia in funzione delle priorità strategiche e della presenza di risorse naturali che della struttura esistente del sistema elettrico.

**Confronto fra gli strumenti di promozione nei paesi della UE**

	Obbligo Acquisto	Premio Certo	Azioni Fiscali	Gare	Tassi Agevolati	Conto Capitale	Portafoglio Standard	Accordi Volontari	Prezzi Verdi
Austria	●	●		●	●		●	●	●
Belgio	●	●				●			
Danimarca	●	●	●			●		●	
Finlandia			●			●			
Francia	●			●		●			
Germania	●	●			●	●			●
Grecia	●	●	●		●	●			
Irlanda	●			●					
Italia	●		●						
Olanda	●		●		●		●	●	●
Portogallo	●	●	●			●			
Gran Bretagna				●					●
Spagna	●	●				●			
Svezia	●	●	●		●	●			●

Fonte: IEFE

In Italia si sta procedendo con il riassetto del mercato elettrico secondo le indicazioni comunitarie e si stanno promuovendo programmi ed iniziative intesi a favorire lo sviluppo delle rinnovabili.

In questo quadro viene lasciato ampio spazio alle Regioni ed agli Enti Locali e le risorse da destinare all'incentivazione diretta saranno gestite dalle istituzioni regionali.

I principali riferimenti normativi relativi all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili sono:

- ✓ Decreto Legislativo n. 79/99 "Attuazione della Direttiva europea 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica":
  - ⇒ Precedenza nel dispacciamento all'elettricità prodotta da impianti con fonti rinnovabili (art. 3);
  - ⇒ Obbligo all'acquisto di elettricità da fonti rinnovabili (2% dell'energia eccedente i 100 GWh a decorrere dall'anno 2001) (art. 11);
  - ⇒ Priorità all'uso delle fonti rinnovabili nelle piccole reti isolate (art. 7).
- ✓ Legge 59/97 e decreto 112/98: delega, tra l'altro, agli Enti Locali le decisioni relative all'autorizzazione degli impianti di produzione di potenza inferiore ai 300 MW.

- ✓ Decreto MICA 11/11/99, Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonte rinnovabili di cui ai commi 1,2 e3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 Marzo 1999, n. 79.

## 1.2 Il mercato potenziale delle Fonti Rinnovabili

Sulla base di questo scenario favorevole alle fonti rinnovabili sono state fatte previsioni/obiettivo al 2010 sia per l'Italia e l'Europa che per il mondo nel suo complesso.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è prevista/auspicata una crescita dei MW installati in Italia da far triplicare nel prossimo quindicennio gli attuali 3.000 MW.

In questo contesto assumono un ruolo significativo soprattutto l'eolico e la biomassa mentre sarà più contenuto lo sviluppo del minidro e della geotermia legato soprattutto alla disponibilità della risorsa.

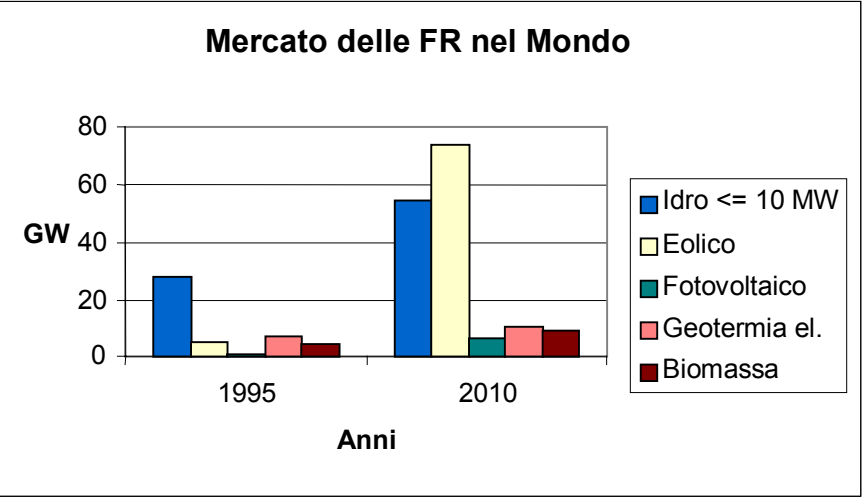
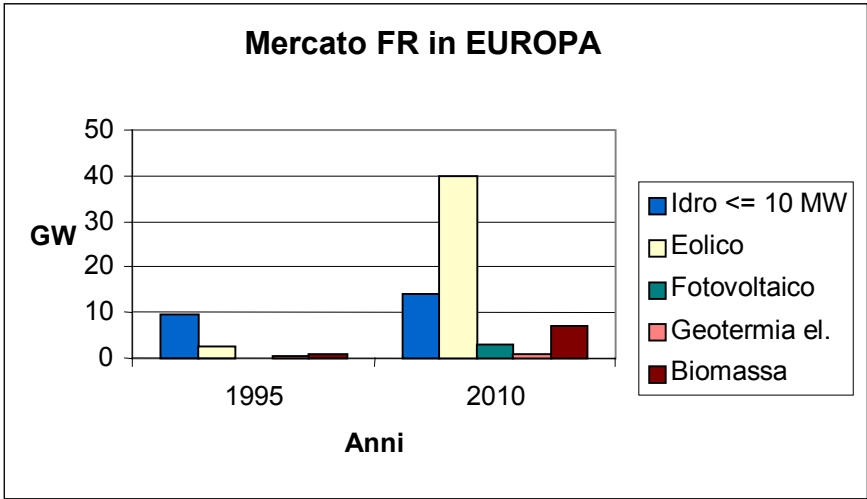
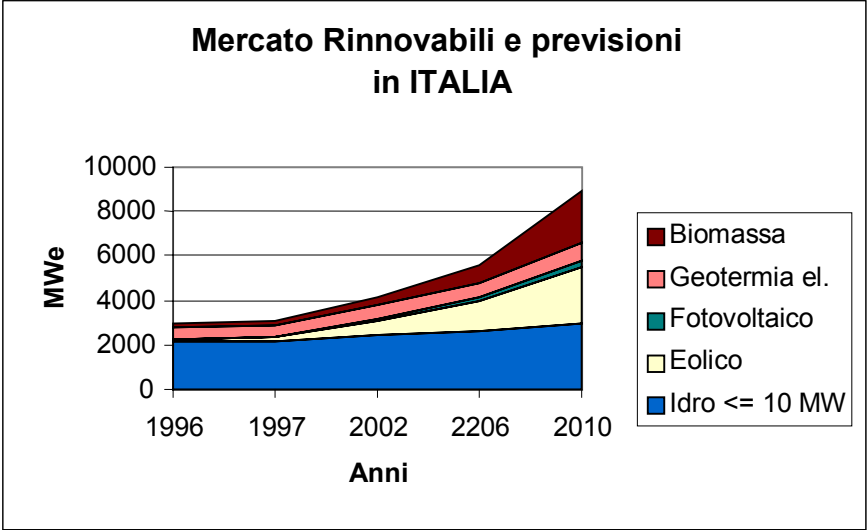
Situazione analoga presenta lo scenario a livello europeo, mentre a livello mondiale le risorse dell'idroelettrico sono considerate ancora in fase di sviluppo.

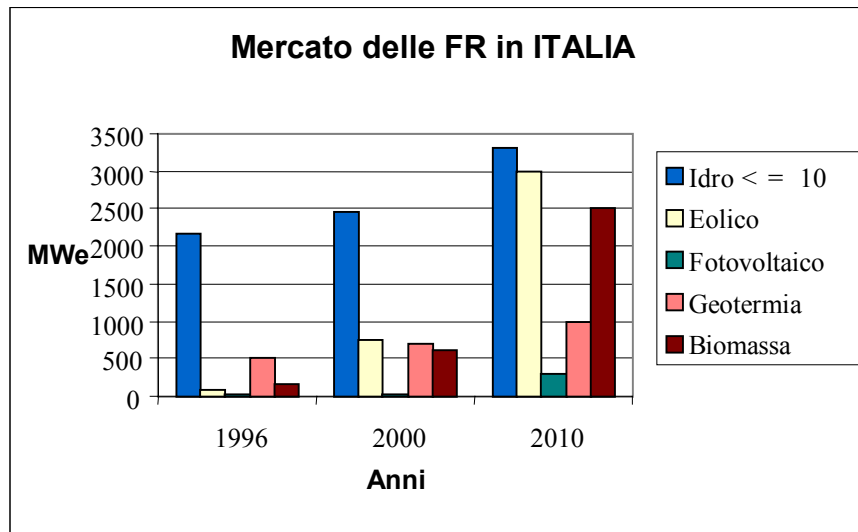
**Situazione di mercato delle rinnovabili e previsioni al 2010  
(Potenza installata)**

Tecnologia	<i>Italia (MWe)</i>				
	1996	1997	2002	2206	2010
Idro <= 10 MW	2159	2187	2400	2600	3000
Eolico	69,7	119	700	1400	2500
Fotovoltaico	15,8	16	25	100	300
Geotermia el.	512	559	650	700	800
Biomassa	171,9	192	380	800	2300

**Situazione di mercato delle rinnovabili e previsioni al 2010  
(Potenza installata)**

Tecnologia	<i>EU (GW)</i>		<i>Mondo (GW)</i>	
	1995	2010	1995	2010
Idro <= 10 MW	9,5	14	27,9	54,9
Eolico	2,5	40	4,8	73,7
Fotovoltaico	0,03	3	0,37	6
Geotermia el.	0,5	1	6,9	10,3
Biomassa	0,7	7	4	9





Il raggiungimento di queste previsioni è fortemente legato ad iniziative di sostegno da parte pubblica in quanto lo sviluppo delle fonti rinnovabili è limitato da fattori di vincolo o barriere collegate sia alla tecnologia che alla normativa più in generale.

In particolare:

- ✓ Maggiori costi di produzione, a causa anche della mancata internalizzazione dei costi esterni della produzione di energia. Da tenere presente che una riduzione dei costi di produzione è conseguente anche ad una estensione del mercato (economia di scala);
- ✓ Difficoltà infrastrutturali di tipo pianificatorio:
  - la produzione elettrica da fonti rinnovabili è strutturalmente decentralizzata e pertanto soggetta a diversità di regole definite su scala locale che rilasciano pareri vincolanti, con conseguenti lungaggini delle procedure di pianificazione;
  - problemi di collegamento alle reti legati, anche in questo caso, alla caratterizzazione decentralizzata delle risorse ed alla scarsa produzione unitaria rispetto alla produzione tradizionale;
- ✓ Necessità di innovazioni che permettano una riduzione dei costi di produzione e di superare i vincoli tecnici legati all'infrastruttura ed al collegamento in rete.

Le misure idonee che permettano il parziale superamento di queste barriere fanno riferimento a:



- un meccanismo di sostegno dei prezzi che consenta ai produttori di elettricità da FR di accedere al mercato;
- un contesto normativo stabile che consenta agli investitori di entrare nel mercato senza la preoccupazione di eventuali cambiamenti che rendano il loro investimento non redditizio;
- procedure semplificate e accelerate di pianificazione in modo da minimizzare eventuale opposizione locale;
- necessario supporto alla ricerca e sostegno tecnologico in modo che le FR possano sviluppare appieno il loro potenziale.

L'Unione Europea appoggia da oltre un decennio la ricerca e lo sviluppo nel campo delle FR nell'ambito del programma quadro di ricerca e sviluppo.

Il V° programma quadro di ricerca e sviluppo tecnologico, adottato dal Consiglio dell'UE, comprende tutti gli interventi dell'UE nel settore della ricerca per il periodo 1998-2002.

Circa 10.843 milioni di euro di finanziamenti sono finalizzati a 4 programmi tematici comprendenti ciascuno azioni principali, attività generiche e un sostegno per le infrastrutture di ricerca.

Programmi tematici:

⇒ <i>Qualità della vita</i>	<i>2.413 milioni di euro</i>	<i>(22%)</i>
⇒ <i>Società dell'informazione</i>	<i>3.600 milioni di euro</i>	<i>(33%)</i>
⇒ <i>Crescita competitiva e sostenibile</i>	<i>2.705 milioni di euro</i>	<i>(25%)</i>
⇒ <i>Energia, ambiente e sviluppo sostenibile</i>	<i>2.125 milioni di euro</i>	<i>(20%)</i>

Quest'ultimo suddiviso in due distinti sottoprogrammi con budget proprio:

✓ <i>Ambiente e sviluppo sostenibile</i>	<i>1.083 milioni di euro</i>	<i>(51%)</i>
✓ <i>Energia</i>	<i>1.042 milioni di euro</i>	<i>(49%)</i>

Le azioni chiave del sottoprogramma energia sono:

✓ <i>Energia più pulita, incl. energia rinnovabile</i>	<i>479 milioni di euro</i>	<i>(46%)</i>
✓ <i>Energia economica ed efficiente</i>	<i>547 milioni di euro</i>	<i>(52%)</i>

Nella prima azione chiave sono inclusi: cogenerazione, sviluppo e dimostrazione delle tecnologie rinnovabili, integrazione delle rinnovabili nei sistemi energetici, ecc.

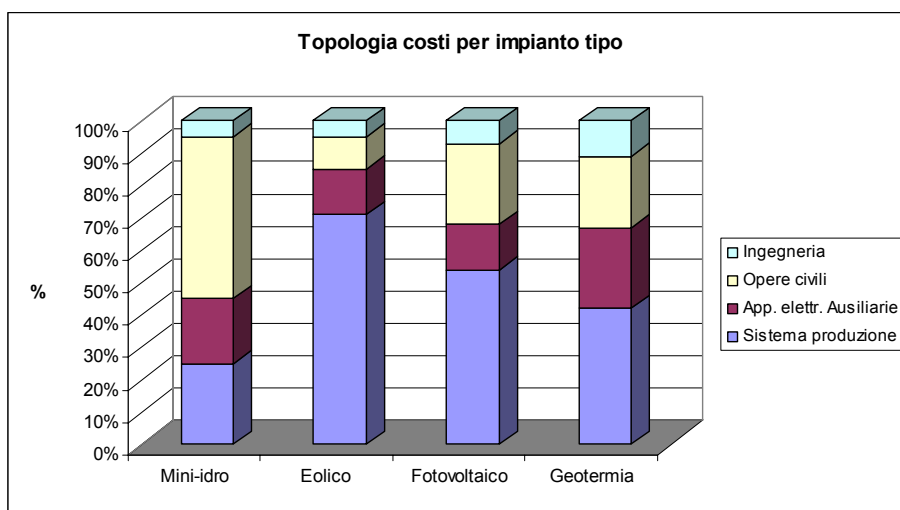
Se si considera la situazione attuale, si deve tenere presente che i costi d'impianto e dell'energia prodotta variano in maniera considerevole per le diverse fonti rinnovabili. Per una stessa fonte, inoltre, si possono avere costi unitari molto diversi al variare della taglia d'impianto e della disponibilità della risorsa rinnovabile (sole, vento, acqua, vapore) nel sito di installazione.

Quanto sopra esposto è evidenziato dalla tabella seguente:

**Principali caratteristiche degli impianti**

Fonte	Costo Investimento (MLit/kW)	Costo op. e manutenzione (kLit/kW/a)	Fattore di capacità (%)	Costo Energia (Lit/kWh)	Stato della tecnologia
Eolico	1,8-4,8	30-75	20-35	66-185	Commerciale/ in sviluppo
Fotovoltaico	14-20	Trascurabile	8-20	500-1000	In sviluppo
Geotermico	2,8-5,6	90-100	60-80	60-110	Matura
Mini idraulico	1,9-7,1	36-60	20-80	44-220	Matura
Biomassa	1,2-5	150-300		140-180	Commerciale/ in sviluppo

Dal punto di vista della tipologia, i costi di investimento per un impianto tipo possono essere disaggregati secondo lo schema esposto nella figura.



**Tipologia costi per le Fonti Rinnovabili (%)**

	Mini-idro	Eolico	Fotovoltaico	Geotermia
Sistema produzione	25	71	54	42
App. elettr. Ausiliarie	20	14	14	25
Opere civili	50	10	25	22
Ingegneria	5	5	7	11
TOTALE	100	100	100	100

In sintesi:

- Le rinnovabili sono caratterizzate complessivamente da un'alta incidenza del costo di investimento sul kWh prodotto, sia perché ancora necessari miglioramenti tecnici, sia per la piccola taglia dei progetti (mancanza di economia di scala);
- La disponibilità delle risorse rinnovabili è spesso dispersa e in zone remote e questo spesso può richiedere alti costi per la connessione in rete;
- Le rinnovabili considerate più prossime alla competitività sono rappresentate dall'idro e dall'eolico.
- Il fotovoltaico, ancora lontano dai costi del kWh con combustibili tradizionali, è comunque considerata una fonte strategica e quindi sostenuta con incentivi ed altri interventi sia in Italia che in Europa.

### 1.3 Sostegno alle Fonti Rinnovabili

Per raggiungere gli obiettivi di mercato sopra indicati è stato definito un piano d'azione illustrato dal Libro Bianco per lo sviluppo delle energie rinnovabili pubblicato dalla Commissione Europea nel 1997.

La strategia indicata nel Libro Bianco comporta una stretta correlazione tra le misure promosse dalla Comunità e dai singoli stati membri.

#### 1.3.1 Misure relative al mercato interno

##### A) Accesso equo delle rinnovabili al mercato dell'elettricità

Tale indicazione comunitaria è stata accolta dal Decreto Bersani sulla liberalizzazione del mercato elettrico in Italia, che prevede di dare la precedenza all'elettricità prodotta da fonti rinnovabili nelle operazioni di dispacciamento.

In più, nello stesso Decreto si prevede l'obbligo di produrre da fonte rinnovabile parte dell'energia elettrica prodotta (per ciascun produttore, il 2% della quota di energia prodotta che supera i 100 GWh all'anno).

##### B) Misure fiscali e finanziarie

La Comunità invita gli stati membri a sostenere lo sviluppo delle rinnovabili con agevolazioni fiscali e finanziarie.

Esistono, inoltre, incentivi di carattere finanziario, per lo più livello regionale, che prevedono la parziale copertura a fondo perduto del costo d'acquisto di sistemi che sfruttano fonti rinnovabili.

#### 1.3.2 Programmi di sviluppo comunitari

I principali programmi della Comunità Europea che fanno riferimento alle fonti rinnovabili d'energia sono i programmi JOULE, ALTENER e THERMIE.

##### JOULE

Tale programma, dedicato alla ricerca, si propone di sviluppare nuove tecnologie nel settore energetico, energie rinnovabili incluse, e di promuovere l'uso delle risorse energetiche dei paesi membri, al fine di ridurre le importazioni e proteggere l'ambiente.

##### ALTENER

E' finalizzato alla promozione dell'uso delle fonti rinnovabili ed a stimolarne il mercato sia all'interno che all'esterno della Comunità Europea.

Svolge azioni volte alla promozione della domanda ed offerta di sistemi rinnovabili ed alla loro integrazione nel mercato dell'energia.

#### THERMIE

Il programma è volto a promuovere progetti dimostrativi ed attività che favoriscono l'applicazione ed il miglioramento di tecnologie energetiche innovative, la cui realizzazione implica un alto rischio tecnico-economico.

#### 1.3.3 Azioni di sviluppo delle rinnovabili

Per contribuire ad un effettivo decollo delle rinnovabili e garantire un approccio coordinato in tutta la Comunità, la Commissione ha proposto una campagna di progetti su grande scala da realizzare in stretta cooperazione con gli stati membri.

Tale programma prevede la realizzazione nei paesi della comunità dal 1998 al 2010 dei seguenti progetti principali nei settori di interesse.

#### **Un milione di sistemi fotovoltaici**

Questo progetto comprende la realizzazione di 500.000 tetti e facciate fotovoltaici nei paesi della Comunità e l'esportazione di altri 500.000 sistemi fotovoltaici per villaggi nei paesi in via di sviluppo.

I costi totali d'investimento ammonterebbero a 3 miliardi di EURO, di cui un terzo (1 miliardo) dovrebbe provenire da fondi pubblici.

L'Italia partecipa a questo progetto con un programma di realizzazione di 10.000 tetti fotovoltaici (impianti connessi alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione) che dovrebbe portare ad un incremento della potenza fotovoltaica installata di 50 MW.

#### **10.000 MW di centrali eoliche**

Il progetto prevede la realizzazione di grandi centrali eoliche, per lo più off-shore. Il costo globale del progetto è di 10 miliardi di EURO, di cui il 15% (1,5 miliardi) dovrebbe provenire da fondi pubblici.

In questo contesto, in Italia si era stipulato un Accordo di Programma che coinvolgeva Governo, Regioni, Enti Locali, sindacati, ENEL ed ENEA, operatori bancari ed imprenditoriali del settore. Tale Programma prevedeva un programma eolico per realizzare circa 700 MW entro la fine del 2001, utilizzando gli incentivi assicurati da alcune regioni e dal provvedimento CIP 6/92.

### **1.4 Stato della tecnologia e costi**

In questo paragrafo sono condotte considerazioni in merito alle diverse tecnologie esistenti per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili, mettendo in evidenza le

caratteristiche principali, i costi associati, il mercato potenziale con le principali barriere al loro sviluppo.

Le suddette informazioni sono riportate sotto forma di schede sintetiche per ciascuna tecnologia presa in considerazione. Tali informazioni sono utili, oltre a fornire un quadro completo sullo stato dell'arte, per verificare le effettive possibilità di sfruttamento delle risorse rinnovabili esistenti nella regione.

#### 1.4.1 Fotovoltaico

I sistemi fotovoltaici permettono la conversione della radiazione solare in energia elettrica tramite la cella fotovoltaica, che rappresenta l'elemento base del sistema. Attualmente il materiale utilizzato nella cella è il silicio, impiegato nelle sue tre forme:

- monocristallino;
- policristallino;
- amorfo (efficienza 3-4%).

Le celle costruite con il monocristallino sono le più efficienti (14-16%) e più diffuse a livello mondiale (produzione mondiale del 65%), seguite dal policristallino (efficienza 13-14%) con una produzione mondiale del 20-25%.

I tipi di impianti fotovoltaici si possono suddividere in due categorie: impianti isolati utilizzati per utenze non collegate alla rete oppure connessi alla rete elettrica. Questi ultimi si possono caratterizzare in piccoli impianti (tetti fotovoltaici) e centrali fotovoltaiche.

Perciò a seconda della tipologia dell'impianto, le principali applicazioni sono rappresentate da:

- Applicazioni per utenze isolate;
- Piccoli impianti collegati alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione;
- Centrali di generazione di energia elettrica.

I costi del fotovoltaico sono in continua evoluzione, legati principalmente alla innovazione tecnologica ed una crescente produzione di massa con benefici di economia di scala.

Sul costo per kWh incide in gran misura il costo dell'impianto ed attualmente il costo del kWh prodotto con fotovoltaico varia da 1.000 a 1.500 Lire.

Con lo sviluppo tecnologico (es. in prospettiva introduzione massiccia della cella in silicio amorfo) si prevede una forte diminuzione dei costi.

Comunque il fotovoltaico non potrà economicamente competere con gli impianti tradizionali, almeno fino al 2010.

Il mercato attuale del PV, se non sussidiato, è soprattutto costituito da applicazioni non coperte da altri sistemi e per questa ragione la tecnologia è considerata

strategica e viene quindi sostenuta da programmi di incentivi al fine di stimolarne la domanda.

In Italia è prevista una forte crescita del fotovoltaico sino a 300 MW di installato, che deve essere sostenuta dall'iniziativa pubblica per l'ancora elevato costo del kWh.

Nell'ultimo decennio il mercato mondiale è cresciuto del 15% all'anno. Il sistema più importante per il fotovoltaico connesso a rete è quello dei sistemi montati sugli edifici. Per raggiungere il traguardo dei 3.000 MW<sub>p</sub> installati al 2010 in Europa, l'UE propone l'avvio di progetti da supportare adeguatamente con incentivi UE, nazionali e locali come per esempio l'iniziativa sul 1.000.000 di sistemi fotovoltaici legati soprattutto a tetti e facciate. Analoga iniziativa a livello nazionale per installare 100.000 mq di moduli sui tetti degli edifici di proprietà degli Enti pubblici. La potenzialità del settore rappresentato dalle installazioni su tetti e facciate di edifici in Europa è stimata in 618 GW<sub>p</sub>, con una possibilità di produzione annua di 500 TWh. Le applicazioni isolate in Europa rappresentano un mercato potenziale di 150 MW<sub>p</sub>. Infine a fronte di una popolazione rurale nei PVS che non ha accesso alla rete elettrica, le corrispondenti applicazioni fotovoltaiche sono stimate dar luogo ad un mercato potenziale di 16 GW<sub>p</sub>.

La principale barriera allo sviluppo della tecnologia fotovoltaica è rappresentata dall'alto costo del kWh ed in qualche caso di tipo ambientale.

#### 1.4.2 Eolico

La tecnologia per lo sfruttamento della risorsa eolica ha avuto un notevole sviluppo negli ultimi anni e può considerarsi ormai consolidata soprattutto per impianti di media taglia, le più diffuse commercialmente.

Gli impianti si possono suddividere in base alla dimensione:

- Piccola taglia (<1 - 30 kW)
- Media taglia (30 - 600 kW)
- Grande taglia (> 600 kW)

Le macchine di piccola e media taglia sono tecnologicamente mature; le seconde sono le più diffuse commercialmente per la produzione di energia elettrica in collegamento alla rete, essendo state costruite e installate in migliaia di esemplari. La maggior parte delle macchine commerciali oggi sul mercato è del tipo tripala. L'evoluzione è verso potenze unitarie crescenti (>600 kW) che permettono decrementi nel costo dell'energia e sono di interesse soprattutto delle utility che rappresentano il cliente potenzialmente più interessante, anche per l'obbligo all'acquisto del 2% di energia da fonti rinnovabili del recente decreto Bersani.

Il costo del kWh prodotto con impianti eolici varia con le condizioni del sito, in generale è stimato fra le 66-185 lire in relazione al sito.

Negli ultimi venti anni il trend del prezzo ha evidenziato una sostanziale diminuzione del valore, e per il futuro è previsto un ulteriore calo, legato

essenzialmente alla diminuzione dei costi di investimento che saranno pari al 50-75% del livello attuale (TERES II), facendo dell'eolico la più economica risorsa fra le rinnovabili.

Attualmente comunque nei siti ottimali il prezzo del kWh prodotto con impianti eolici è già competitivo con il kWh prodotto da impianti termici tradizionali. Infatti i rischi non sono legati alla tecnologia, considerata una "commodity", ma ai siti (condizioni di ventosità, impatto ambientale e visivo).

Lo sviluppo dell'energia eolica in Europa è iniziato nel 1970, supportato da programmi nazionali e comunitari. In Europa dopo un inizio lento ha conosciuto un'espansione rapida raggiungendo nel 1997 i 4.700 MW installati, a fronte degli appena 473 del 1990. Attualmente negli ultimi 5 anni lo sviluppo delle capacità installate varia dal 15 al 75% annuo a seconda dei paesi considerati.

Secondo l'ultimo action plan dell'UE l'obiettivo al 2010 è quello di raggiungere i 40 GW installati in EU. Le previsioni di mercato indicano che a fronte di un incremento degli attuali 1.000 MW annui si passerà a 1.400 MW annui a fine secolo, raggiungendo una capacità installata di 9.700 MW al 2001 ed un ulteriore tasso di incremento fra il 2001 e 2005 per raggiungere i 17.000 MW.

A livello italiano per il 2010 si prevede di raggiungere i 2.500 MW a fronte degli attuali 70 MW attuali. Tale stima è da ritenere senz'altro raggiungibile se si pensa che già nell'ambito del CIP 6/92 sono state fatte richieste per 2.000 MW, ed in altri stati europei (Germania, Spagna, Danimarca) si è assistito ad una forte crescita negli ultimi anni

I vincoli allo sviluppo di questa tecnologia sono rappresentati dall'impatto ambientale legato soprattutto all'ingombro territoriale, impatto visivo ed acustico. In caso di inserimento in piccole reti, difficoltà di inserimento in rete di quantità rilevanti (>20% della capacità della rete).

### 1.4.3 Minidro

Un impianto di minidro consta di diversi elementi costruttivi che fanno riferimento al sistema di raccolta dell'acqua, alla condotta forzata di convogliamento e adduzione dell'acqua, alla turbina, al generatore per finire con il sistema di controllo e regolazione della portata d'acqua.

In un impianto tipo si può ipotizzare la seguente distribuzione dei costi:

➤ costo dell'acqua, assicurazione, diritti	10%
➤ costo opere fisse in muratura	40%
➤ costo opere di adduzione e scarico	10%
➤ costo opere elettriche e di regolazione	30%
➤ costo apparecchiatura idraulica	10%



Le miniturbine utilizzate fanno riferimento a:

- miniturbine assiali tubolari per bassi salti;
- miniturbine Francis di varie velocità caratteristiche per salti medi;
- miniturbine Pelton ad asse verticale per salti medio alti.

Anche se matura la tecnologia, negli ultimi 20 anni, ha avuto significativi miglioramenti nella progettazione e costruzione di turbine, nelle tecniche di controllo e di impianti ausiliari.

I costi di investimento sono stimati crescenti in connessione alla progressiva marginalità delle iniziative ed al fatto che si tratta di una tecnologia matura.

Il valore medio è stimato varia dai 4,5 a 5,5 Mld. 97/MW, con un costo per kWh prodotto stimato fra le 44-220 Lire, in relazione al sito.

La convenienza all'investimento è vincolata a diversi fattori che variano da sito a sito: tipologia opere idrauliche e civili, eventuali gallerie e lunghezze delle condotte interrate, necessità di mitigare l'impatto visivo.

A fine 1996 la potenza installata fa riferimento a 13.900 MW di impianti superiore ai 10 MW e circa 2.150 MW con potenza inferiore (Minidraulica e microidraulica < 1 MW).

Per la seconda categoria di impianti si prevede al 2000 un incremento di 350 MW, per arrivare al 2010 ad un livello di potenza installata pari a 3.000 MW.

Tale valore è considerato un valore limite in quanto la potenzialità idroelettrica complessiva nel nostro paese è stimata ad un massimo di 65 TWh, a fronte di una produzione energetica lorda al 1996 di oltre 42 TWh.

Bisogna tenere presente che in Italia l'ENEL prevede la dismissione di molte centraline idroelettriche.

A livello europeo la potenzialità della minidraulica al 2010 è stimata sui 14 GW contro gli attuali 10 circa.

La minidraulica costituisce ad oggi il 3% della produzione idroelettrica totale in Europa, che a sua volta rappresenta il 36,1% dei circa 70 Mtep della produzione energetica europea.

Secondo uno scenario del WEC basato sulle politiche attuali, la produzione mondiale idroelettriche nel suo complesso raggiungerà i 50 Mtep al 2020 a fronte degli attuali 20 Mtep circa.

La tecnologia è matura e pertanto i vincoli sono di tipo autorizzativi, ambientalistici e destinazione d'uso delle acque. Inoltre, in molti casi, gli alti costi di allacciamento alla rete rappresentano un ostacolo allo sfruttamento della risorsa.

#### 1.4.4 Geotermia

La generazione di elettricità da sorgenti geotermiche richiede acqua a temperatura sopra i 150°. L'efficienza di generazione di elettricità da vapore geotermico è bassa (10-17%) a fronte del 33-45% degli impianti a combustibili fossili; questa ridotta efficienza è legata principalmente alla più bassa temperatura del vapore utilizzato (< di 250 °C). Il più semplice e meno costoso dei sistemi moderni per la produzione di energia elettrica si basa sull'utilizzo diretto del vapore senza condensazione. Il vapore dal pozzo viene fatto passare direttamente attraverso la turbina e scaricato nell'atmosfera.

Esiste anche la possibilità di sfruttare fluidi a temperatura più bassa di 150° utilizzando impianti a fluido binario.

I costi di investimento unitari per gli impianti geotermoelettrici vengono stimati crescenti in connessione alla progressiva marginalità delle iniziative, e indicati mediamente intorno ai 5 Mld. 97/MW con un costo per kWh prodotto è stimato fra le 60 e 110 Lire.

L'Italia nel 1996 si presentava con una potenza geotermoelettrica di poco superiore ai 500 MW, con una prospettiva per il 2000 di arrivare ai 700 MW. Il potenziale residuo viene stimato pari a 200-300 MW, con la possibilità di giungere ad un massimo di 1.000 MW nel 2010. Tale stima potrà comunque essere rivista a seconda dei risultati dei programmi di esplorazione profonda.

A livello europeo la capacità geotermica per usi elettrici risulta essere superiore ai 500 MWe, dei quali la quasi totalità in Italia e la previsione al 2010 ricalca le potenzialità italiane per la gran parte.

Secondo uno scenario del WEC basato sulle politiche attuali, la produzione mondiale del geotermico nel suo complesso raggiungerà i 35 Mtep circa al 2020 a fronte degli attuali 10 Mtep circa.

Si incontrano contemporaneamente due tendenze.

La prima verso la produzione di impianti di piccola taglia ( $\leq 5$  MW) da impiegarsi nelle fasi iniziali dello sviluppo dei campi.

La seconda verso la produzione di grande taglia (~100 MW) da impiegarsi su campi di opportune capacità produttive.

Alti costi della ricerca e rischio sulla quantità e qualità del fluido ricavato dalla esplorazione, crescenti esigenze di prevenzione contro il rilascio di fluidi inquinanti e conseguenti difficoltà di natura autorizzativa.

#### 1.4.5 Biomasse

Le principali tecniche di utilizzo delle biomasse fanno riferimento a:

- **Combustione** con recupero diretto tramite le pareti del dispositivo (stufe), oppure in modo indiretto per mezzo di fluido vettore (caldaie).
- **Gassificazione** delle biomasse tramite reazione con l'ossigeno per ottenere un combustibile gassoso con potere calorifico fra 900-1.200 kcal/Nmc.
- **Pirolisi** al fine di ottenere un combustibile a più elevato contenuto energetico specifico riducendone di conseguenza i costi di trasporto.

L'elettricità può essere prodotta a partire da risorse di biomassa tramite le seguenti tecnologie:

- elettricità da biogas
- cofiring di biomassa e carbone
- combustione di biomassa e generazione dell'elettricità con turbine a vapore
- gassificazione di biomassa e generazione con motori o turbine a gas
- pirolisi di biomassa e generazione tramite motori a olio.

Il costo del kWh prodotto da biomassa attualmente è stimato fra le 140-180 Lit/kWh. In particolare la materia prima, residui, presenta costi bassi se utilizzati sul posto, altrimenti occorre considerare il costo della logistica di raccolta, trasporto ed immagazzinamento. Impianti per la produzione di elettricità con turbina a vapore, della potenza fino ad una decina di MW elettrici costano 3-5 milioni a kW<sub>e</sub>.

Nel 1996 gli impianti che usano legno e residui legnosi, biogas di discariche, fanghi e deiezioni animali sono quantificabili in 171,9 MW<sub>e</sub>. Tale valore è ipotizzato raggiungere nel 2000 i 610 MW<sub>e</sub> per arrivare al 2010 con una potenza installata pari a 2.500 MW<sub>e</sub>.

Da tener presente che nel breve termine solo gli usi termici risultano essere concorrenziali sul mercato dell'energia.

A livello UE a fronte delle 22,5 TWh prodotto nel 1995 si prevede un potenziale livello di produzione pari a 230 TWh.

Alti costi della raccolta della materia prima, legati anche alla bassa efficienza con conseguente raccolta su aree molto estese.

Dal punto di vista tecnico, l'elevato costo di investimento degli impianti e la loro bassa efficienza di conversione, unitamente alla opportunità di avere impianti molto versatili, pluricombustibili, costituiscono ulteriori ostacoli alla diffusione di questa fonte rinnovabile.

#### 1.4.6 Solare termico

La tecnologia del solare termico viene utilizzata per produrre calore mediante lo sfruttamento della radiazione solare e si distingue dai sistemi fotovoltaici utilizzati per la produzione di energia elettrica.

Esistono tre tipologie di solare termico: a bassa, media ed alta temperatura.

Le tecnologie a **bassa temperatura** comprendono i sistemi che usano un pannello solare per riscaldare un liquido o l'aria, con lo scopo di trasferire il calore solare per produrre acqua calda o riscaldare gli edifici.

Il classico sistema solare è quello composto dalle seguenti parti:

- il pannello vero e proprio;
- il serbatoio di accumulo dell'acqua;
- i collegamenti idraulici;
- le staffe di montaggio.

I pannelli solari possono essere di due tipi:

Pannelli solari scoperti: sono quelli particolarmente adatti per gli utilizzi nella stagione estiva: riscaldamento di piscine scoperte, acqua calda per le docce degli stabilimenti, negli alberghi, ecc.; in questa applicazione l'acqua passa direttamente all'interno dei tubi del pannello dove viene riscaldata dai raggi del sole ed è pronta per essere utilizzata.

Il costo di un pannello scoperto è notevolmente inferiore a quello dei pannelli vetrati ma il limite di tale soluzione consiste nel fatto che un loro funzionamento è possibile solo se la temperatura esterna è almeno di 20°C e quella dell'acqua richiesta non supera i 40°C.

Pannelli solari vetrati: sono quelli classici composti dal pannello vero e proprio e da un serbatoio di accumulo dell'acqua.

L'assorbitore di calore inserito nel pannello è isolato dalla temperatura dell'aria esterna tramite un vetro temperato, lo strato di isolante e la scocca posteriore. In questo modo si sfrutta al meglio l'effetto selettivo del vetro all'infrarosso che permette di raggiungere la massima temperatura con la migliore efficienza; infatti i raggi del sole raggiungono la parte interna del pannello e il calore viene trattenuto. In virtù di tali caratteristiche, questi pannelli sono in grado di produrre acqua calda in tutti i mesi dell'anno e sempre per tali ragioni sono più costosi della soluzione precedente.

Tra i pannelli solari vetrati si distinguono quelli a superficie selettiva (dove l'assorbitore dopo opportuno trattamento si comporta come un corpo nero), quelli non selettivi (l'assorbitore è solo verniciato di nero) e quelli con serbatoio integrato (in cui il serbatoio è parte integrante del sistema consentendo una maggiore compattazione della soluzione).

A livello impiantistico i pannelli solari presenti sul mercato possono essere inseriti in due soluzioni impiantistiche differenti:

- nei sistemi a circolazione naturale

- nei sistemi a circolazione forzata

I sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando qualunque tipo di pannello. Tutti questi sistemi si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole, si dilata, diventa più leggero e tende a salire verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo.

Il serbatoio di accumulo dell'acqua deve sempre essere posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo, con una leggera pendenza delle tubazioni per facilitare il trascinarsi e l'espulsione dell'aria.

I sistemi a circolazione forzata sono quelli in cui il fluido del circuito primario viene spinto da una pompa; in tal caso il serbatoio può essere posizionato anche ad un livello più basso del pannello ma il sistema necessita di una più accurata manutenzione che deve essere eseguita da personale specializzato e il costo dell'installazione risulta ovviamente più elevato.

Il rendimento dei pannelli solari è aumentato del 30% nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente mature e competitive. Nel mondo sono installati oltre 30 milioni di metri quadri di pannelli solari di cui 3 milioni nell'unione europea.

In Italia l'applicazione dei pannelli solari per scaldare l'acqua è ancora poco diffusa.

La loro realizzazione si addice a tutti quegli edifici che dispongono di uno spazio soleggiato ma nel 1994 ne sono stati installati nel nostro paese soltanto 10.000 mq contro i 98.000 mq installati in Austria.

Le tecnologie **a media e alta temperatura** sono relative a sistemi a concentrazione parabolici lineari o puntuali.

I concentratori parabolici lineari sono utilizzati in un impianto da oltre 350 MW costruito in California. Impianti con collettori parabolici puntuali o a disco sono stati sviluppati in Germania, Stati Uniti, Israele e Australia.

I recenti sviluppi tecnologici fanno prevedere un rilancio applicativo di questa tecnologia sia per la generazione di energia elettrica sia per la produzione di calore di processo per l'industria chimica.

In Italia, l'esperienza di maggior rilievo nel solare termico a media temperatura è stata realizzata agli inizi degli anni ottanta con la costruzione della più grande centrale solare del mondo ad Adrano in provincia di Catania.

L'impianto, chiamato Eurelios, era costituito da una torre centrale alla sommità della quale era posta la caldaia riscaldata dalla radiazione riflessa da un campo di specchi. La centrale aveva la potenza di 1 MW.

## 2. QUADRO DI RIFERIMENTO REGIONALE

Il presente capitolo vuole fornire una visione complessiva della Liguria per quanto inerente il suo stato attuale.

A seguito di un sintetico inquadramento territoriale della regione viene pertanto dettagliata un'analisi della situazione energetica attuale comprensiva di una visualizzazione della struttura della domanda e dell'offerta e di una breve considerazione inerente le iniziative in atto e/o preventivate.

In conclusione sono descritti i principali studi disponibili in materia di fonti rinnovabili che hanno costituito l'input al presente lavoro.

### 2.1 Inquadramento territoriale della regione

In questa sede si vuole fornire un'analisi territoriale della Liguria mediante la sintetica descrizione dei parametri fisici del territorio stesso e dei comuni ad esso appartenenti e della popolazione residente.

#### 2.1.1 Territorio

La Liguria si estende per 5.416,03 kmq (1,8% dell'intero territorio nazionale) ed occupa una porzione sud-occidentale della nazione situandosi fra l'arco montuoso appenninico e il Mar Ligure.

Il territorio è costituito da un lungo e stretto arco posizionato attorno al 44° parallelo di latitudine nord e compreso tra i 4°58' ed i 2°22' di longitudine ovest.

Delle quattro province liguri quella più estesa è la provincia di Genova (circa 1.830 kmq) mentre la più piccola è quella di La Spezia (circa 882 kmq).

Il 65% della superficie (3.524 kmq) del territorio ligure è qualificato come montagna mentre il restante 35% è collina (1.892 kmq).

Dei 235 comuni liguri 125 appartengono alle zone collinari, 110 alla fascia montana.

Ben 85 sono i comuni che si trovano in una fascia d'altitudine inferiore ai 100 m mentre 81 si collocano in una fascia che va dai 200 ai 500 m; solo un comune (Santo Stefano d'Aveto) supera i 1.000 m d'altezza, gli altri si collocano nelle fasce intermedie.

La provincia di Genova è quella che presenta maggiori caratteristiche di montagna (83% del territorio) mentre quella di La Spezia è la più collinare (61% della superficie).

Più di un terzo del territorio della regione risulta coperto da boschi (circa il 35% corrispondente a 191.872 kmq secondo l'ultimo censimento agricolo-forestale dell'ISTAT) e il 17% (92.482 kmq) è costituito da Superfici Agricole Utilizzate (SAU).

Questa considerazione rende del tutto evidente che le biomasse agricolo-forestali costituiscono una risorsa importante e distribuita uniformemente sul territorio.

**Suddivisione dei comuni per fascia di altitudine**

<b>Provincia di Genova</b>				
Altitudine (m)	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%
< 100	24	36%	682	37%
100 - 200	9	13%	225	12%
200 - 500	20	30%	477	26%
500 - 1000	13	19%	395	22%
> 1000	1	1%	55	3%
<b>Totale</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>	<b>1.834</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di Imperia</b>				
Altitudine (m)	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%
< 100	19	28%	318	28%
100 - 200	12	18%	128	11%
200 - 500	24	36%	411	36%
500 - 1000	12	18%	299	26%
> 1000	-	0%	-	0%
<b>Totale</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>	<b>1.155</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di La Spezia</b>				
Altitudine (m)	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%
< 100	16	50%	322	37%
100 - 200	6	19%	126	14%
200 - 500	9	28%	388	44%
500 - 1000	1	3%	45	5%
> 1000	-	0%	-	0%
<b>Totale</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>	<b>882</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di Savona</b>				
Altitudine (m)	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%
< 100	26	38%	505	33%
100 - 200	6	9%	76	5%
200 - 500	28	41%	712	46%
500 - 1000	9	13%	252	16%
> 1000	-	0%	-	0%
<b>Totale</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>	<b>1.545</b>	<b>100%</b>

<b>Regione Liguria</b>				
Altitudine (m)	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%
< 100	85	36%	1.827	34%
100 - 200	33	14%	555	10%
200 - 500	81	34%	1.987	37%
500 - 1000	35	15%	992	18%
> 1000	1	0%	55	1%
<b>Totale</b>	<b>235</b>	<b>100%</b>	<b>5.416</b>	<b>100%</b>

**Suddivisione dei comuni per zona altimetrica**

<b>Provincia di Genova</b>						
Zona altimetrica	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%	Popolazione (n°)	%
Pianura	-	0%	-	0%	-	0%
Collina	23	34%	303	17%	154.651	17%
Montagna	44	66%	1.531	83%	765.898	83%
<b>Totale</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>	<b>1.834</b>	<b>100%</b>	<b>920.549</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di Imperia</b>						
Zona altimetrica	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%	Popolazione (n°)	%
Pianura	-	0%	-	0%	-	0%
Collina	40	60%	477	41%	200.473	92%
Montagna	27	40%	679	59%	16.316	8%
<b>Totale</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>	<b>1.155</b>	<b>100%</b>	<b>216.789</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di La Spezia</b>						
Zona altimetrica	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%	Popolazione (n°)	%
Pianura	-	0%	-	0%	-	0%
Collina	26	81%	537	61%	216.596	97%
Montagna	6	19%	345	39%	6.804	3%
<b>Totale</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>	<b>882</b>	<b>100%</b>	<b>223.400</b>	<b>100%</b>

<b>Provincia di Savona</b>						
Zona altimetrica	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%	Popolazione (n°)	%
Pianura	-	0%	-	0%	-	0%
Collina	36	52%	575	37%	214.654	76%
Montagna	33	48%	969	63%	66.443	24%
<b>Totale</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>	<b>1.545</b>	<b>100%</b>	<b>281.097</b>	<b>100%</b>

<b>Regione Liguria</b>						
Zona altimetrica	Numero comuni	%	Superficie (kmq)	%	Popolazione (n°)	%
Pianura	-	0%	-	0%	-	0%
Collina	125	53%	1.892	35%	786.374	48%
Montagna	110	47%	3.524	65%	855.461	52%
<b>Totale</b>	<b>235</b>	<b>100%</b>	<b>5.416</b>	<b>100%</b>	<b>1.641.835</b>	<b>100%</b>

Tra le province, quella più attrezzata da punto di vista agricolo risulta essere certamente la provincia di Imperia in cui la S.A.U. occupa il 23% del territorio mentre nelle altre province è certamente più forte la caratterizzazione industriale.

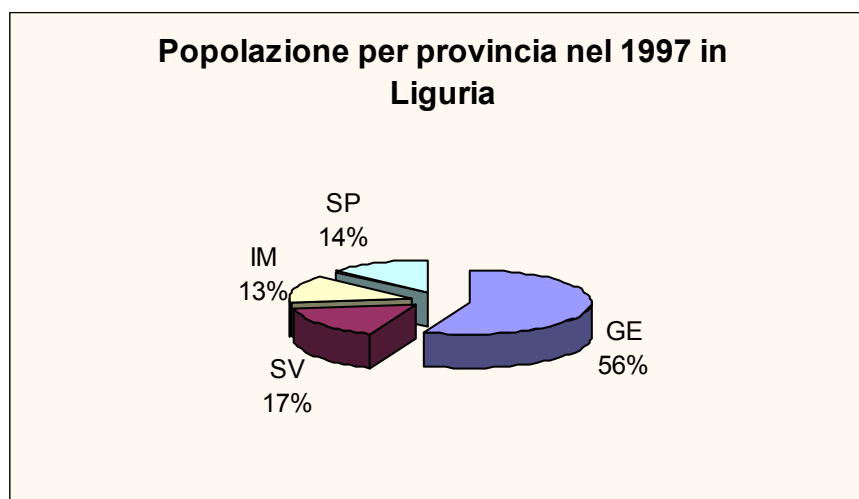
Si osserva infine che, in provincia di Savona, più della metà del territorio (52%) è coperta dal bosco che costituisce pertanto una risorsa importante soprattutto per l'entroterra.

**Principali caratteristiche demografiche e territoriali delle province in Liguria**

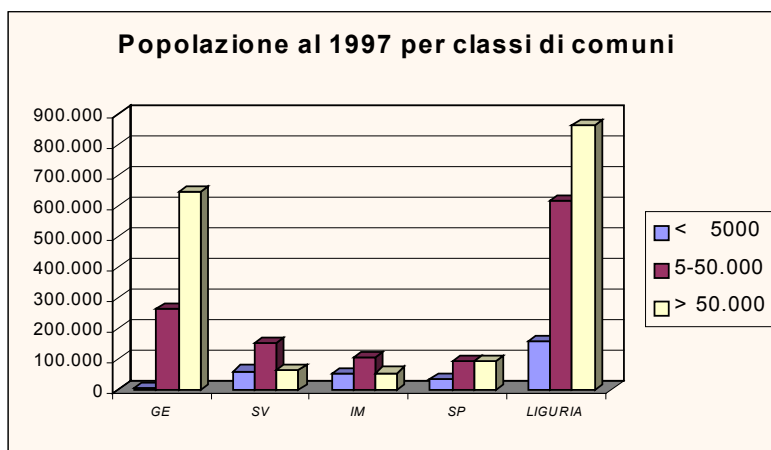
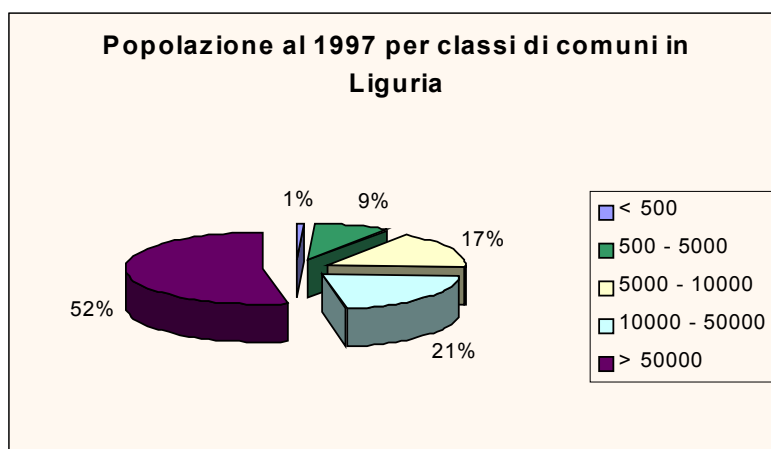
PROVINCIA	Superficie [Kmq]	Popolazione	Densità popolaz. [ab/kmq]	Superficie boschiva (ha)	Superficie boschiva (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Genova	1.834,30	920.549	501,9	47.992,7	26%	29215,8	16%
Savona	1.544,54	281.097	182,0	80.011,2	52%	21361,0	14%
Imperia	1.155,28	216.789	187,7	31.549,3	27%	26670,4	23%
La Spezia	881,91	223.400	253,3	32.319,1	37%	15235,5	17%
Liguria	5.416,03	1.641.835	303,1	191.872,2	35%	92.482,7	17%

*2.1.2 Aspetti socio-economici*

La Liguria conta poco più di 1,64 milioni di abitanti dei quali più della metà (circa 920 mila) risiedono nella provincia di Genova che per via della presenza della città capoluogo risulta essere pure quella con una maggiore densità della popolazione. Il resto della popolazione ligure è uniformemente distribuito nelle altre tre province; la fascia costiera è sempre più popolata di quella interna.







**Popolazione al 1997 per classe di comuni in Liguria**

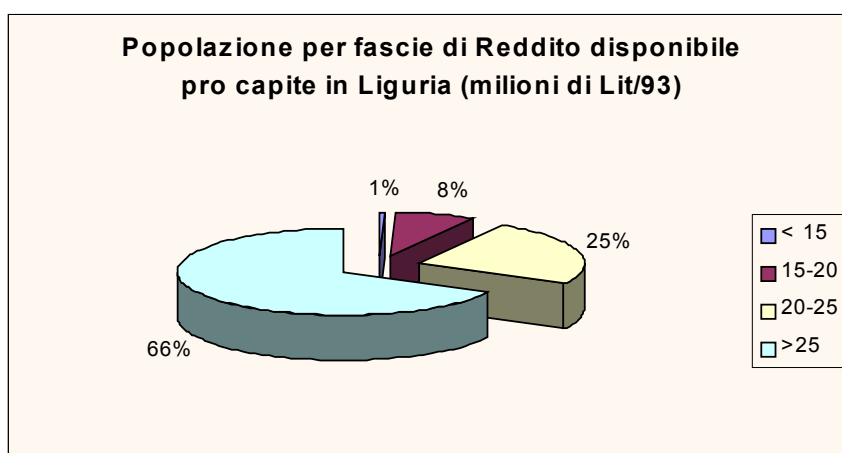
	< 5.000	%	5-50.000	%	> 50.000	%	Totale	% prov./reg.
GE	8.176	0,9%	264.477	28,7%	647.896	70,4%	920.549	56%
SV	62.385	22,2%	155.153	55,2%	63.559	22,6%	281.097	17%
IM	55.137	25,4%	105.484	48,7%	56.168	25,9%	216.789	13%
SP	34.178	15,3%	92.292	41,3%	96.930	43,4%	223.400	14%
<b>LIGURIA</b>	<b>159.876</b>	<b>9,7%</b>	<b>617.406</b>	<b>37,6%</b>	<b>864.553</b>	<b>52,7%</b>	<b>1.641.835</b>	<b>100%</b>

La popolazione ligure è distribuita in maniera piuttosto uniforme sui territori di collina e montagna: circa 786 mila persone risiedono in comuni collinari, 855 mila nei comuni montani.

Ad eccezione dei capoluoghi di provincia esistono pochi altri grandi comuni ma più della metà della popolazione ligure risiede in centri con più di 50.000 abitanti anche se il 60% dei comuni appartiene alla fascia 500-5.000 abitanti.

Dal punto di vista del reddito familiare pro-capite solo il 23% dei comuni della regione supera i 25 milioni di Lit/93 annui ma si osserva che a questa fascia di territorio corrisponde la maggior parte della popolazione (66% del totale, più di 1 milione di persone).

Il reddito pro-capite risulta più elevato nei grandi centri urbani e nelle zone di fascia costiera.



Le medie provinciali indicano in Genova la provincia più ricca con un reddito pro-capite disponibile di 25,9 milioni di Lit/93 annui, seguita da Savona che si attesta sulla media regionale e da La Spezia.

Fanalino di coda risulta essere la provincia di Imperia con 23,2 milioni di Lit/93 annui.

**Reddito disponibile pro capite per provincia (milioni di lire 1993)**

	Reddito disponibile	Numero indice
GE	25,9	104
SV	24,8	100
IM	21,9	88
SP	23,2	94
LIGURIA	24,8	100

Fonte: Nostre elaborazioni su dati Ancitel

**Comuni per classi di reddito disponibile  
delle famiglie 1993 pro capite(milioni)**

Classe di PIL pro-capite	Numero comuni	%	Popolazione 1997	%
<b>Provincia di Genova</b>				
< 15	-	0%	-	0%
15-20	4	6%	9.098	1%
20-25	38	57%	118.854	13%
>25	25	37%	792.597	86%
Totale	67	100%	920.549	100%
<b>Provincia di Imperia</b>				
< 15	16	24%	9.146	4%
15-20	32	48%	59.960	28%
20-25	14	21%	134.322	62%
>25	5	7%	13.361	6%
Totale	67	100%	216.789	100%
<b>Provincia di La Spezia</b>				
< 15	-	0%	-	0%
15-20	12	38%	40.098	18%
20-25	16	50%	72.720	33%
>25	4	13%	110.582	49%
Totale	32	100%	223.400	100%
<b>Provincia di Savona</b>				
< 15	-	0%	-	0%
15-20	20	29%	19.747	7%
20-25	30	43%	80.592	29%
>25	19	28%	180.758	64%
Totale	69	100%	281.097	100%
<b>Regione Liguria</b>				
< 15	16	7%	9.146	1%
15-20	68	29%	128.903	8%
20-25	98	42%	406.488	25%
>25	53	23%	1.097.298	67%
Totale	235	100%	1.641.835	100%

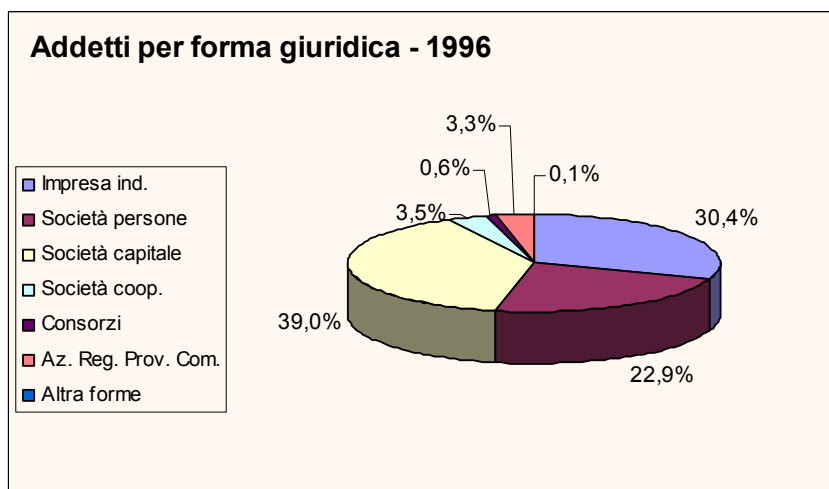
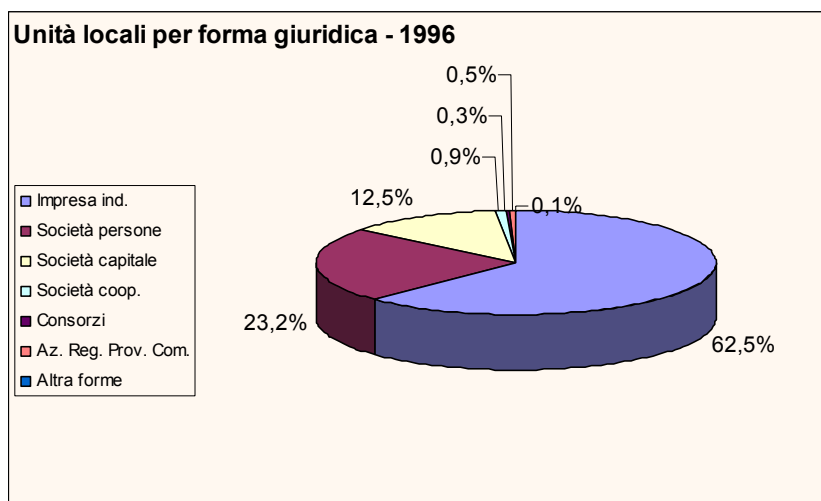
Fonte: Ancitel

Dal punto di vista occupazionale un dato abbastanza aggiornato è costituito dal Censimento Intermedio dell'Industria e dei Servizi (1996) pubblicato dall'ISTAT nel 1999 da cui risulta che i liguri con un'occupazione sono 389.700 (con un'incidenza del 8,2% sul Nord-Ovest italiano e del 2,8% sull'Italia) impegnati in 119.993 unità locali (il 10,6% del N-O ed il 3,1% dell'intera nazione).

Rispetto ai dati relativi al 1991 (anno del precedente censimento) si è registrato un calo di circa 143.600 addetti e 4.770 unità locali.

Attualmente quasi due terzi delle unità locali sono costituite da imprese individuali con larga prevalenza di quelle che operano nel settore del commercio, immobiliare e finanziario che impegnano circa il 30% della popolazione lavorativa.

Tuttavia, sebbene in calo, le società di persone e quelle di capitale occupano ancora la maggior parte delle persone (rispettivamente il 23% e il 39% del totale).



**Addetti per settore e classi addetti in Liguria**

	<15	16-49	50-250	251-499	>500	TOTALE
<b>Agricoltura, caccia</b>	17	25	-	-	-	42
<b>Pesca</b>	2	-	-	-	-	2
<b>Minerarie</b>	514	290	-	-	-	804
<b>Manufatturiere</b>	34.205	13.014	12.108	4.461	14.840	78.628
<b>Energia, gas, acqua</b>	637	1.160	2.505	428	1.339	6.069
<b>Costruzioni</b>	30.797	5.425	2.714	-	-	38.936
<b>Commercio</b>	88.474	8.165	4.025	890	600	102.154
<b>Alberghi</b>	27.216	3.266	736	-	-	31.218
<b>Trasporti</b>	15.122	7.654	13.690	8.519	4.820	49.805
<b>Intermediazioni</b>	8.692	3.699	4.372	673	1.221	18.657
<b>Immobiliari</b>	37.908	4.172	5.023	1.845	-	48.948
<b>Istruzione</b>	-	-	52	-	-	52
<b>Sanità</b>	10	-	-	-	-	10
<b>Altri</b>	11.354	863	667	-	1.491	14.375
<b>Totale</b>	254.948	47.733	45.892	16.816	24.311	389.700

**Unità locali per settore e classi addetti in Liguria**

	<15	16-49	50-250	251-499	>500	TOTALE
<b>Agricoltura, caccia</b>	8	1	-	-	-	9
<b>Pesca</b>	1	-	-	-	-	1
<b>Minerarie</b>	125	12	-	-	-	137
<b>Manufatturiere</b>	11.982	523	122	15	15	12.657
<b>Energia, gas, acqua</b>	114	42	24	1	2	183
<b>Costruzioni</b>	14.286	232	31	-	-	14.549
<b>Commercio</b>	42.687	338	47	3	1	43.076
<b>Alberghi</b>	9.701	135	9	-	-	9.845
<b>Trasporti</b>	6.663	298	134	24	7	7.126
<b>Intermediazioni</b>	3.165	152	41	2	1	3.361
<b>Immobiliari</b>	22.417	164	52	6	-	22.639
<b>Istruzione</b>	-	-	1	-	-	1
<b>Sanità</b>	5	-	-	-	-	5
<b>Altri</b>	6.365	32	6	-	1	6.404
<b>Totale</b>	117.519	1.929	467	51	27	119.993

Nell'ultimo quinquennio si è registrato un forte calo dell'occupazione essenzialmente dovuto ad una diminuzione delle unità locali di grossa consistenza.

Viceversa si osserva una tendenza all'aumento delle unità locali di piccola taglia che tuttavia non riescono ad assorbire il deficit lasciato dalla grande industria.

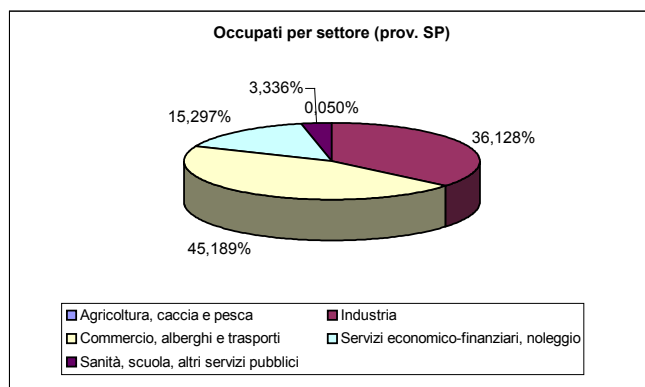
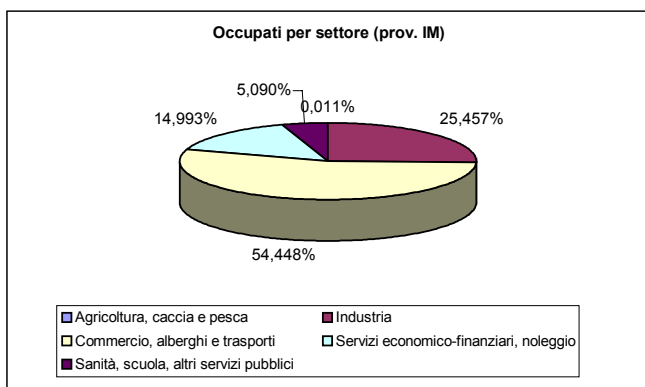
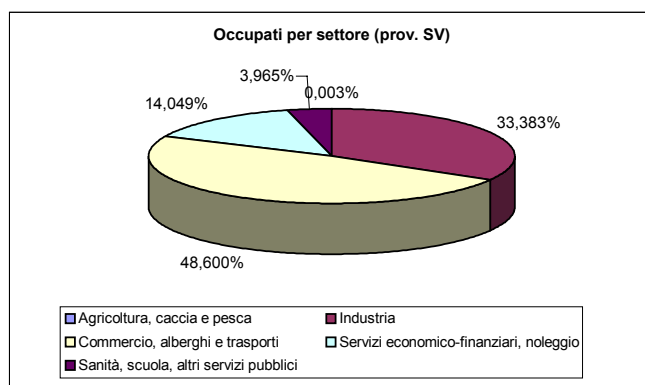
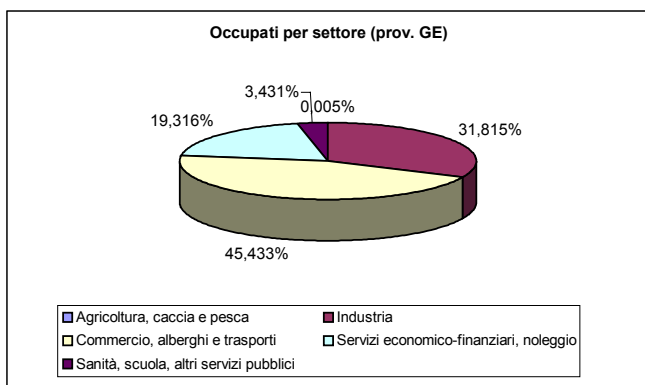
Dal punto di vista del peso delle varie province un'indicazione delle attività prevalenti in ognuna di esse è visualizzabile nei seguenti grafici:

<i>Provincia=Genova - ADDETTI</i>	
Agricoltura, caccia e pesca	11
Industria	71.186
Commercio, alberghi e trasporti	101.657
Servizi economico-finanziari, noleggio	43.220
Sanità, scuola, altri servizi pubblici	7.676
<b>TOTALE</b>	<b>223.750</b>

<i>Provincia=Savona - ADDETTI</i>	
Agricoltura, caccia e pesca	2
Industria	23.095
Commercio, alberghi e trasporti	33.622
Servizi economico-finanziari, noleggio	9.719
Sanità, scuola, altri servizi pubblici	2.743
<b>TOTALE</b>	<b>69.181</b>

<i>Provincia=Imperia - ADDETTI</i>	
Agricoltura, caccia e pesca	5
Industria	11.463
Commercio, alberghi e trasporti	24.517
Servizi economico-finanziari, noleggio	6.751
Sanità, scuola, altri servizi pubblici	2.292
<b>TOTALE</b>	<b>45.028</b>

<i>Provincia=La Spezia - ADDETTI</i>	
Agricoltura, caccia e pesca	26
Industria	18.693
Commercio, alberghi e trasporti	23.381
Servizi economico-finanziari, noleggio	7.915
Sanità, scuola, altri servizi pubblici	1.726
<b>TOTALE</b>	<b>51.741</b>



In conclusione, dal punto di vista occupazionale, si possono operare le seguenti considerazioni di sintesi:

- ⇒ Esiste una bassa incidenza occupazionale nel settore industriale in tutte le province rispetto al commercio in senso lato e ai trasporti, soprattutto in rapporto alla media nazionale e del Nord-Ovest italiano;
- ⇒ La provincia di La Spezia è quella che presenta il migliore rapporto occupati nell'industria/occupati totali mentre la provincia di Imperia ha caratteristiche occupazionali più orientate nel settore del commercio e soprattutto in quello alberghiero-ristorativo;
- ⇒ L'industria è fortemente caratterizzata dalla presenza consistente di unità locali di piccola dimensione da un lato e di grandi dimensioni dall'altro, soprattutto in provincia di Genova;
- ⇒ A livello di dimensione media delle aziende siamo in presenza di una diminuzione rispetto al dato del 1991: si riflette la forte presenza in Liguria di aziende medio/piccole soprattutto nel settore manifatturiero in cui oltre il 60% degli addetti è associato ad aziende con meno di 50 addetti, la cui porzione maggiore è costituita da unità locali piccole (<5 addetti) o con dimensione compresa fra 6-19 addetti;
- ⇒ A livello territoriale la provincia di Genova esercita ancora un netto predominio sulle altre, soprattutto a livello industriale in cui sono concentrati oltre il 60% degli addetti di settore;
- ⇒ Globalmente in Liguria il trend di crescita occupazionale è negativo rispetto al dato del 1991, solo la provincia di Imperia si presenta con un saldo positivo del 4,4% (sempre rispetto al 1991).

## **2.2 Situazione energetica attuale**

### *2.2.1 Struttura domanda e offerta di energia in Liguria*

La Liguria, come è noto, si caratterizza per essere un territorio di passaggio di combustibili come conseguenza delle attività portuali e per il fatto di essere una regione transfrontaliera.

Inoltre è molto presente un'industria della trasformazione delle fonti di energia correlata alla presenza di raffinerie, cokerie e grossi impianti termoelettrici.

La quantità complessiva di combustibili che viene trasformata nella regione è dell'ordine dei 6 Mtep, i cui prodotti finali per la gran parte vengono consumati fuori dai confini regionali.

In questo contesto le centrali termoelettriche con gli impianti di cogenerazione rappresentano la principale modalità di trasformazione con un'incidenza del 54% sulle fonti energetiche utilizzate nel suo complesso, seguite dal 24% dei prodotti in raffinazione e restante quota fra cokerie ed altoforno.

Riguardo alla tipologie delle fonti utilizzate il carbone incide per il 56% circa, greggio ed olio combustibile per il 38%.

In Liguria sono presenti tre grossi impianti termoelettrici dell'ENEL per una potenza efficiente lorda installata pari a 3.450 MW, che utilizzano come combustibile principalmente carbone ed olio, in misura minore gas metano. La produzione media annua lorda di energia elettrica è sui 13.000 GWh, a fronte di un consumo regionale dell'ordine dei 6.000 GWh all'anno.

#### **Principali caratteristiche delle centrali termoelettriche dell'ENEL in Liguria**

Centrale	Sezioni e potenza elettrica (MW)	Combustibile Utilizzato	Altezza camino (m)	Superficie occupata (mq)	Portata acqua Raffreddamento (m/s)
Genova	2 da 70 MW	Carbone/O.C.	60	47,000	13
	1 da 155 MW	Carbone/O.C.	60		
Vado Ligure	4 da 330 MW		200	470,000	42
LA Spezia	1 da 310 MW	Carbone/O.C.	125	1,100,000	60
	1 da 325 MW	Carbone/O.C.	125		
	2 da 600 MW	Carbone/gas/O.C.	175/220		

Accanto alle centrali ENEL sono presenti in Liguria altri 13 impianti per la produzione di energia elettrica con una potenza complessiva di 132 MW, rappresentati per il 70% circa dagli autoproduttori e la restante quota che fa riferimento ad altre imprese.

La produzione complessiva di questi impianti è di 563 GWh che rappresentano meno del 5% dell'intera produzione di energia elettrica della regione. Tale



percentuale è decisamente bassa se si pensa che a livello nazionale la produzione di energia elettrica da parte di operatori diversi dall'ENEL rappresenta un quarto circa del totale.

D'altro canto, a fronte del forte transito e trasformazione di energia nella regione, la produzione di fonti primarie di energia in Liguria è trascurabile. Infatti le uniche produzioni presenti fanno riferimento alla biomassa legnosa consumata direttamente dagli utenti finali e la produzione di energia elettrica di origine idraulica. Gli impianti idroelettrici in regione sono 35 di cui 14 di proprietà dell'ENEL, per una producibilità media annua 275 GWh ed una potenza efficiente lorda di 70 MW.

**Impianti idroelettrici in Liguria**

Categoria proprietà	Numero impianti	Potenza efficiente lorda (MW)	Potenza efficiente netta (MW)	Producibilità media annua (GWh)
ENEL	14	46	45	167
Autoproduttori	12	9	8	41
Municipalizzate	3	10	10	49
Altre imprese	6	5	5	18
<b>Totale Regione</b>	<b>35</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>275</b>

Gli impianti ENEL sono localizzati per la gran parte nella provincia di Genova (7 impianti per una potenza efficiente di 18 MW), seguita dalla provincia di Imperia (3 impianti per una potenza efficiente di 14 MW).

Infine due impianti sono situati nella provincia di Savona con potenza efficiente superiore a 7 MW e l'ultimo a La Spezia con 6 MW di potenza efficiente circa.

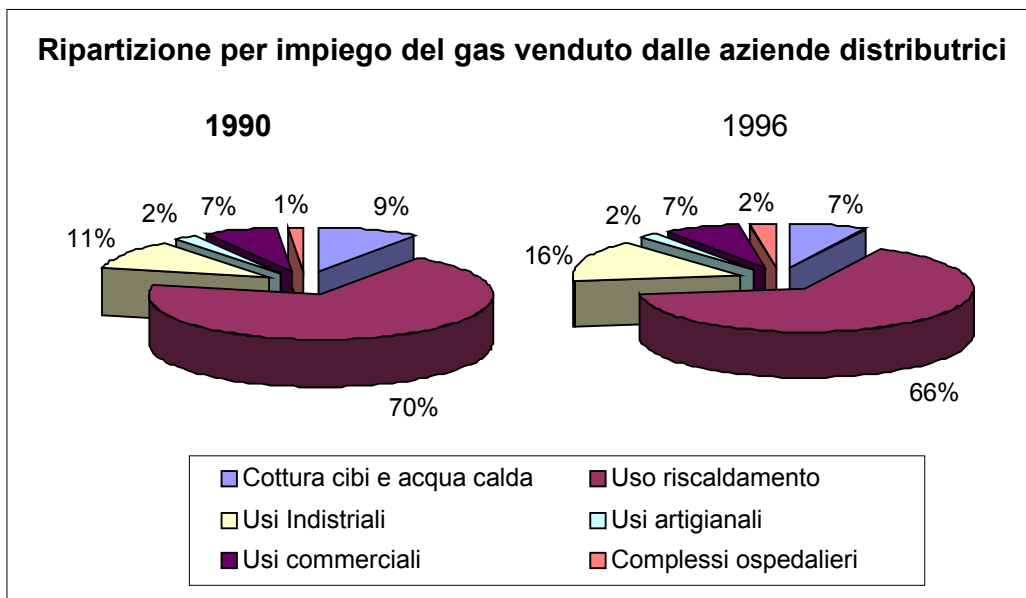
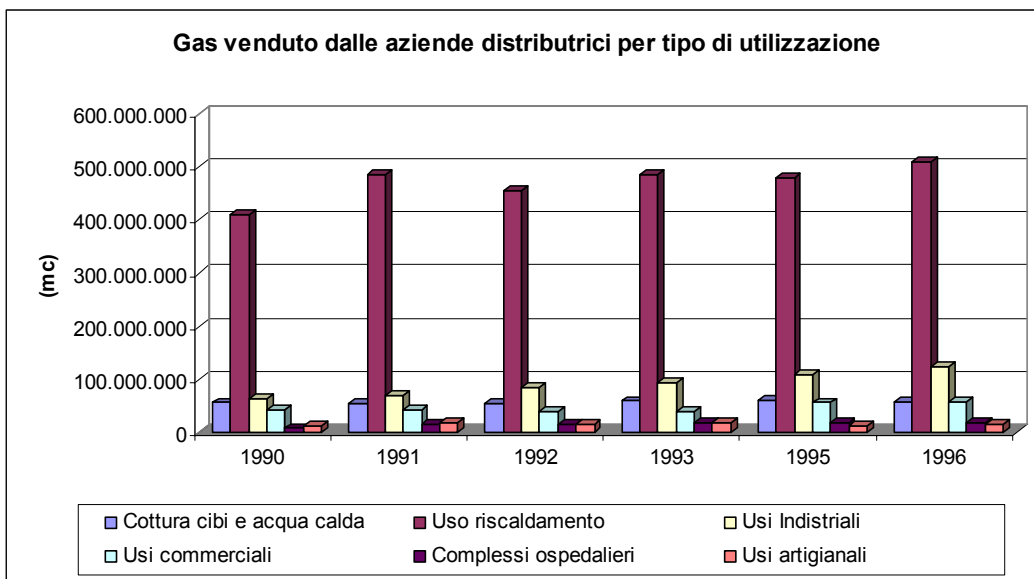
Per quanto riguarda i fabbisogni di energia in Liguria, escluso i bunkeraggi, sono stimati di poco inferiore ai 4 milioni di tep.

I settori industria e civile hanno un peso equivalente sui consumi complessivi (circa il 37%), ma si differenziano molto per il tipo di fonte richiesta. Infatti il settore industriale si caratterizza per la forte incidenza dei combustibili solidi e petroliferi (dell'ordine del 37% per ciascun tipo), mentre nel settore civile predomina l'uso del gas (poco meno del 50% sul consumo totale del settore).

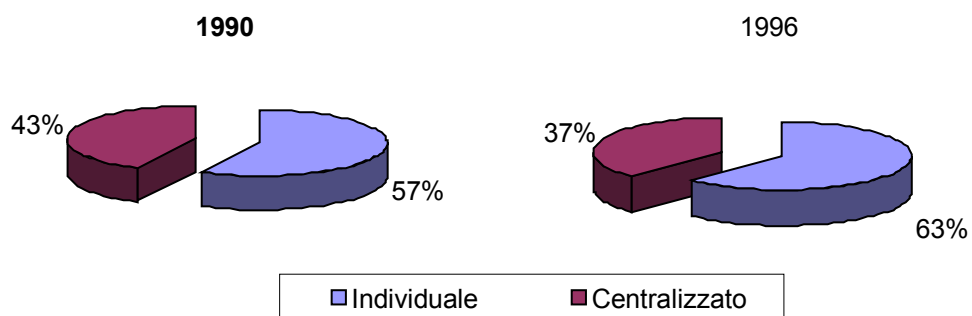
Altra caratteristica della regione, dal punto di vista dei consumi è la netta prevalenza di una provincia rispetto alle altre. Infatti il 60% circa dei consumi regionali si possono far risalire alla provincia di Genova, in relazione soprattutto alla vocazione industriale di questa provincia rispetto alle altre.

In riferimento agli usi finali si stima che più di un quarto dei consumi di combustibili è utilizzato per gli usi termici a bassa temperatura, che comprendono per la gran parte il riscaldamento nei settori civile, commercio e pubblica amministrazione, ed in misura minore nel settore industriale.

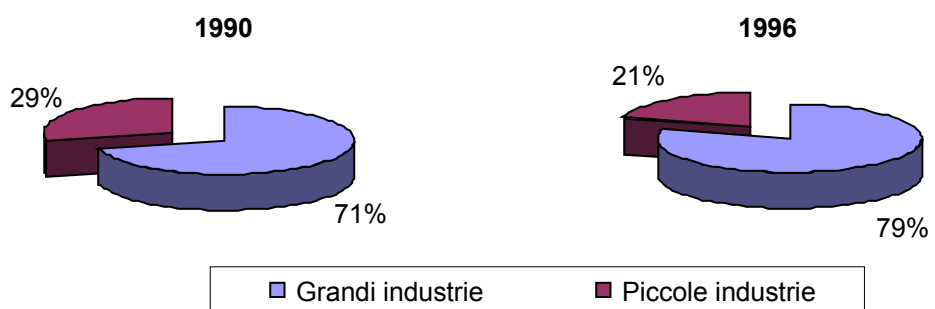
Il consumo di gas metano è imputabile per il 70% circa agli usi civili, con la restante parte concentrata negli usi industriali (compreso l'utilizzo per la produzione di energia elettrica), mentre è trascurabile l'autotrazione. Negli usi civili è ovviamente predominante il consumo per riscaldamento, soprattutto di tipo individuale che incide per oltre il 62% sul consumo complessivo per quest'uso quantificato in 420 ktep annui. Il consumo per cottura cibo ed acqua calda è stimato pari a circa 48 ktep all'anno equivalenti a 210 mc circa per utente.



### Ripartizione gas venduto da aziende distributrici per uso riscaldamento



### Ripartizione gas venduto da aziende distributrici per usi industriali



**Ripartizione per impiego del gas venduto dalle aziende distributrici (mc)**

Tipologia d'uso	1990	1991	1992	1993	1995	1996
Cottura cibi e acqua calda	56.243.390	55.736.157	54.673.731	59.355.690	59.788.303	57.923.791
Uso riscaldamento						
- Individuale	236.355.231	288.625.735	269.969.704	291.982.346	294.839.439	317.555.565
- Centralizzato	174.814.307	197.325.160	184.053.772	191.692.819	184.609.340	190.201.933
Usi Industriali						
- "Grandi industrie"	44.723.885	51.952.019	68.700.534	71.631.982	92.425.832	98.105.190
- "Piccole industrie"	17.930.056	19.164.197	17.123.811	21.628.761	15.862.063	25.599.121
Usi artigianali	12.429.058	17.780.983	15.561.518	17.286.136	13.231.999	14.618.832
Usi commerciali	41.902.865	43.668.802	39.046.073	38.741.766	56.256.322	58.261.405
Complessi ospedalieri	8.038.454	15.072.805	15.261.039	17.680.734	18.371.483	18.651.402
<b>Totale gas venduto</b>	<b>592.437.246</b>	<b>689.325.858</b>	<b>664.390.182</b>	<b>710.000.234</b>	<b>735.384.781</b>	<b>780.917.239</b>

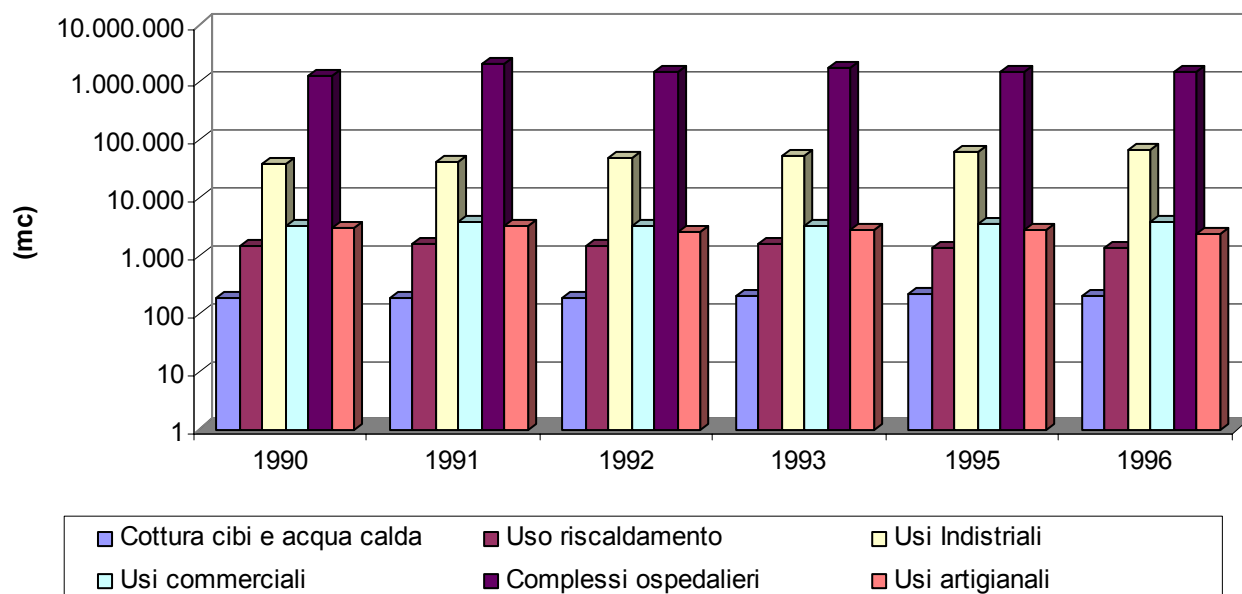
**Ripartizione degli Utenti per impiego del gas venduto dalle aziende distributrici (al 31 Dic.)**

Tipologia d'uso	1990	1991	1992	1993	1995	1996
Cottura cibi e acqua calda	291.899	293.306	290.140	290.140	275.370	280.482
Uso riscaldamento						
- Individuale	270.747	284.571	296.703	296.703	339.632	356.265
- Centralizzato	8.710	7.740	7.820	7.820	7.512	7.699
Usi Industriali						
- "Grandi industrie"	63	66	66	66	112	75
- "Piccole industrie"	1.535	1.600	1.683	1.683	1.667	1.744
Usi artigianali	3.950	5.535	5.954	5.954	4.646	5.889
Usi commerciali	12.382	11.662	11.955	11.955	15.501	15.296
Complessi ospedalieri	6	7	10	10	12	12
<b>Totale Utenti</b>	<b>589.292</b>	<b>604.487</b>	<b>614.331</b>	<b>614.331</b>	<b>644.452</b>	<b>667.462</b>
Famiglie servite da risc. Centr.	62.819	114.305	119.241	119.241		
Famiglie ISTAT al 31 Dicembre	751.725	691.695	691.695	709.217		

**Consumo per utente (mc)**

Tipologia d'uso	1990	1991	1992	1993	1995	1996
Cottura cibi e acqua calda	193	190	188	205	217	207
Uso riscaldamento						
- Individuale	873	1.014	910	984	868	891
- Centralizzato	20.071	25.494	23.536	24.513	24.575	24.705
Usi Industriali						
- "Grandi industrie"	709.903	787.152	1.040.917	1.085.333	825.231	1.308.069
- "Piccole industrie"	11.681	11.978	10.175	12.851	9.515	14.678
Usi artigianali	3.147	3.212	2.614	2.903	2.848	2.482
Usi commerciali	3.384	3.745	3.266	3.241	3.629	3.809
Complessi ospedalieri	1.339.742	2.153.258	1.526.104	1.768.073	1.530.957	1.554.284

**Gas venduto dalle aziende distributrici per utente**



**Ripartizione per impiego del gas venduto dalle aziende distributrici (Ktep)**

Tipologia d'uso	1990	1991	1992	1993	1995	1996
Cottura cibi e acqua calda	46	46	45	49	49	48
Uso riscaldamento	339	401	375	399	396	419
- Individuale	195	238	223	241	243	262
- Centralizzato	144	163	152	158	152	157
Usi Industriali	52	59	71	77	89	102
- "Grandi industrie"	37	43	57	59	76	81
- "Piccole industrie"	15	16	14	18	13	21
Usi artigianali	10	15	13	14	11	12
Usi commerciali	35	36	32	32	46	48
Complessi ospedalieri	7	12	13	15	15	15
<b>Totale gas venduto</b>	<b>489</b>	<b>569</b>	<b>548</b>	<b>586</b>	<b>607</b>	<b>644</b>

**Ripartizione per impiego del gas venduto dalle aziende distributrici (%)**

Tipologia d'uso	1990	1991	1992	1993	1995	1996
Cottura cibi e acqua calda	9,5%	8,1%	8,2%	8,4%	8,1%	7,4%
Uso riscaldamento	69,4%	70,5%	68,3%	68,1%	65,2%	65,0%
- Individuale	39,9%	41,9%	40,6%	41,1%	40,1%	40,7%
- Centralizzato	29,5%	28,6%	27,7%	27,0%	25,1%	24,4%
Usi Industriali	10,6%	10,3%	12,9%	13,1%	14,7%	15,8%
- "Grandi industrie"	7,5%	7,5%	10,3%	10,1%	12,6%	12,6%
- "Piccole industrie"	3,0%	2,8%	2,6%	3,0%	2,2%	3,3%
Usi artigianali	2,1%	2,6%	2,3%	2,4%	1,8%	1,9%
Usi commerciali	7,1%	6,3%	5,9%	5,5%	7,6%	7,5%
Complessi ospedalieri	1,4%	2,2%	2,3%	2,5%	2,5%	2,4%
<b>Totale gas venduto</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Nel 1998 il consumo di energia elettrica nella regione ammontava a 527 ktep, equivalenti a 6.127,5 GWh (2,3% del consumo complessivo in Italia in quell'anno). L'incidenza del consumo per categoria di utilizzatori nella regione si differenzia dall'equivalente italiano per la più marcata quote del terziario (36,7% contro il 22,8% dell'intero paese) e del domestico (28,7% contro il 22,7%), a fronte di un peso nettamente inferiore del settore industriale nel suo complesso (34% contro 52,8%).

A questo proposito il trend storico evidenzia un calo del consumo di energia elettrica nel settore industriale iniziato negli anni ottanta e che solo negli ultimi anni novanta sembra cambiare tendenza.

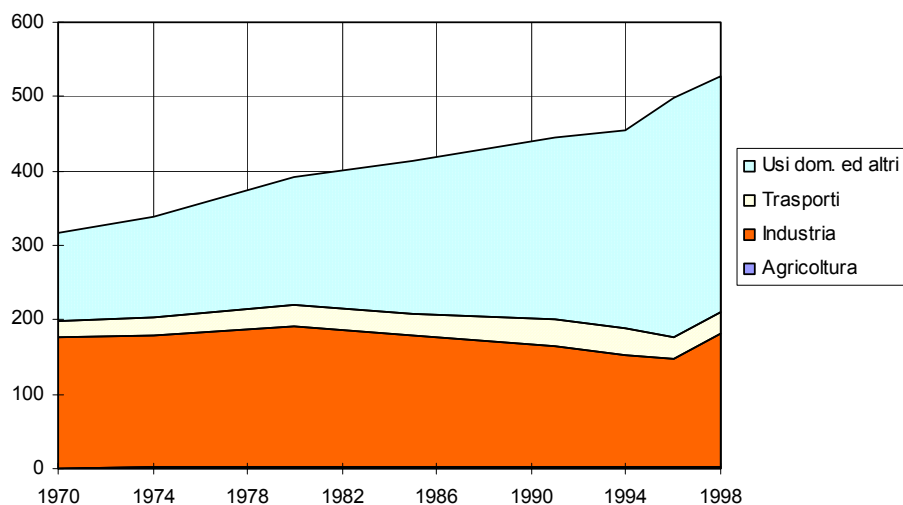
In costante crescita si presenta il settore civile.

**Trend storico consumo di energia elettrica per settori principali (Ktep)**

	1970	1974	1980	1985	1991	1994	1996	1998
Agricoltura	0	2	2	2	3	3	3	3
Industria	176	178	189	176	162	150	145	179
Trasporti	23	24	29	30	36	37	29	28
Usi dom. ed altri	119	134	173	206	245	265	320	317
<b>Totale</b>	<b>318</b>	<b>338</b>	<b>393</b>	<b>414</b>	<b>445</b>	<b>455</b>	<b>497</b>	<b>527</b>

Analogamente per il consumo di gas naturale viene evidenziata una forte incidenza del settore civile in Liguria rispetto alla nazione nel suo complesso (65,5% contro il 39,5%), con quote capovolte evidentemente nel settore industriale (34% contro il 43,5% dell'intera nazione).

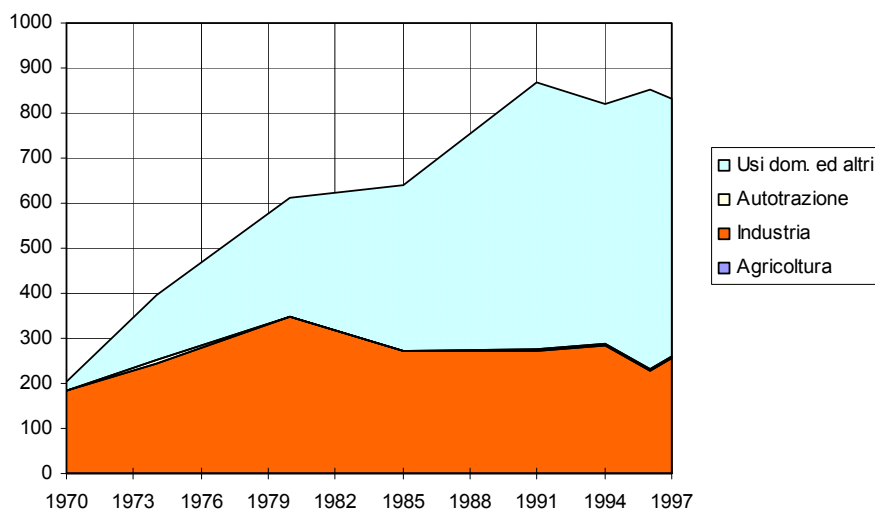
## CESEN



A livello di tendenza storica in Liguria viene evidenziata una forte crescita fino a fine anni ottanta con una stabilizzazione dei consumi sugli 850 ktep negli anni novanta. Tale crescita è legata al settore civile, mentre l'industria ha manifestato una contrazione rispetto ai primi anni ottanta.

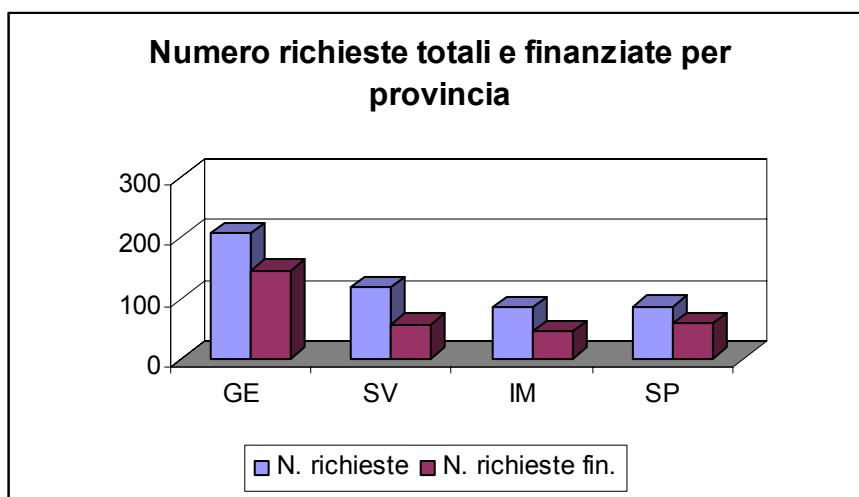
### Trend storico vendite di gas naturale per settori principali (Ktep)

	1970	1974	1980	1985	1991	1994	1996	1997
Agricoltura	0	0	0	0	0	0	1	0
Industria	183	245	347	271	274	285	226	257
Autotrazione	2	9	3	3	2	2	4	4
Usi dom. ed altri	21	144	264	367	592	531	620	571
<b>Totale</b>	<b>206</b>	<b>398</b>	<b>614</b>	<b>641</b>	<b>868</b>	<b>819</b>	<b>850</b>	<b>832</b>

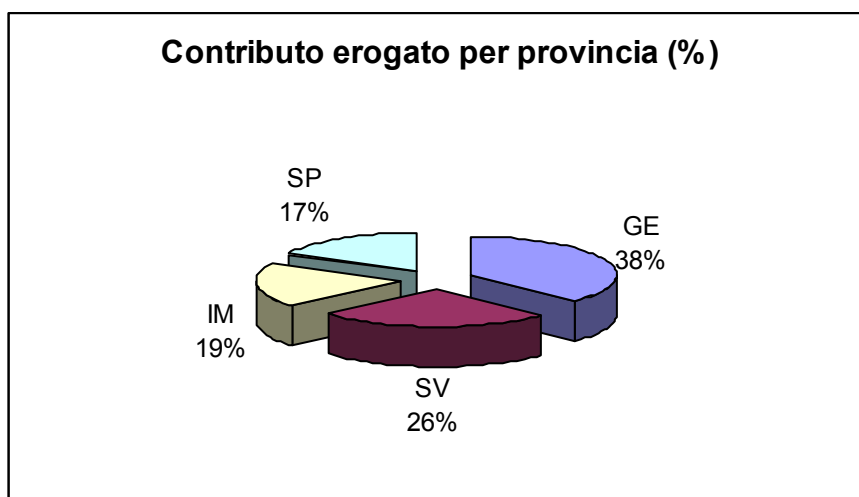


2.2.2 Ricadute iniziative regionali in relazione allo sviluppo delle FR

In questo paragrafo sono illustrati i risultati di due bandi che la Regione Liguria ha attivato negli ultimi anni riguardanti le fonti rinnovabili, di cui sono disponibili i risultati finali delle istruttorie eseguite dall'Amministrazione Regionale.



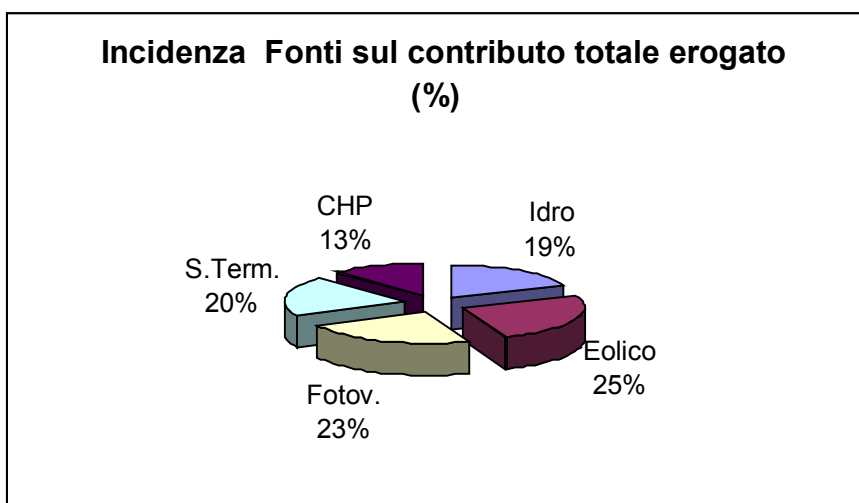
Complessivamente la Regione ha ricevuto quasi 500 richieste di finanziamento a fronte di altrettanti interventi per un investimento complessivo di oltre 25 miliardi. Di questi le richieste recepite ammontavano 308 (62% del totale) per un contributo erogato complessivo superiore agli 8 miliardi, che rappresenta il 32% dell'investimento complessivo proposto.



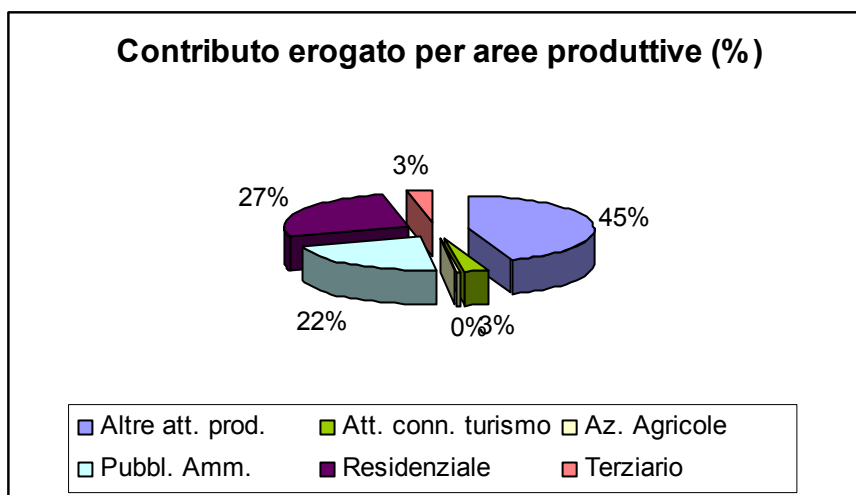
Ovviamente il numero ed il peso degli interventi recepiti dalla Regione varia fortemente fra le diverse tipologie. Infatti dei 308 interventi finanziati 271



riguardano l'installazione di pannelli termici, 29 pannelli fotovoltaici, 4 sono impianti di cogenerazione ed i restanti 4 sono suddivisi fra impianti eolici ed idro. Se si considera il contributo medio erogato per intervento ritroviamo un alto costo per impianto eolico (oltre un miliardo) ed idroelettrico (superiore ai 750 milioni), circa 260 milioni per impianto di cogenerazione, 67 milioni per il fotovoltaico ed infine una media di 6 milioni di contributo erogato per ciascun intervento con pannelli solari termici. Da tener presente che il contributo fornito dalla Regione, soprattutto fra fotovoltaico e termico, è a livelli diversi. Tenendo conto di questo, in linea di massima il contributo erogato dalla Regione risulta equilibrato fra le varie fonti energetiche.



La produzione annua di energia elettrica stimata con la messa in funzione degli impianti finanziati è quantificabile in circa 16.500 MWh all'anno, mentre l'energia termica producibile viene stimata sui 3.800 MWht all'anno.



Prendendo in considerazione solo gli interventi del solare termico, che rappresentano la grande maggioranza essendo piccoli impianti, emerge un netto predominio della provincia di Genova (quasi il 50% degli interventi finanziati), con

una sostanziale equilibrio fra le altre province. Ovviamente il settore dominante in questo caso è il residenziale con l'80% delle richieste attribuibili ad esso, si nota anche una discreta presenza di soggetti legati ad attività connesse con il turismo (20 interventi approvati che rappresentano il 7% del totale).

Riguardo al fotovoltaico sulle 29 richieste di finanziamento accolte il 10% circa fa riferimento alle Amministrazioni Pubbliche (Amministrazioni Comunali soprattutto), mentre una quota rilevante fa ancora riferimento al settore residenziale. Dal punto di vista territoriale gli interventi sono equamente distribuiti fra le province di Genova, Savona ed Imperia. Nella provincia di La Spezia non risultano richieste di finanziamento per impianti fotovoltaici.

**Richieste di finanziamento pervenute alla Regione nella provincia di Genova**

Settore	Idro	Eolico	Fotov.	S.Term.	CHP	Totale
<b>Numero di richieste di finanziamento</b>						
Altre att. prod.	2		10	5	2	19
Att. conn. turismo				14		14
Az. Agricole				5		5
Pubbl. Amm.			19	5		24
Residenziale			16	119		135
Terziario			2	9		11
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>		<b>47</b>	<b>157</b>	<b>2</b>	<b>208</b>
<b>Numero di richieste finanziate</b>						
Altre att. prod.	2		3	3	2	10
Att. conn. turismo				9		9
Az. Agricole				4		4
Pubbl. Amm.			1	4		5
Residenziale			5	110		115
Terziario				4		4
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>		<b>9</b>	<b>134</b>	<b>2</b>	<b>147</b>
<b>Investimento proposto (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.	3.109		1.109	113	465	4.797
Att. conn. turismo				332		332
Az. Agricole				61		61
Pubbl. Amm.			1.362	157		1.519
Residenziale			718	1.464		2.181
Terziario			146	522		669
<b>TOTALE</b>	<b>3.109</b>		<b>3.336</b>	<b>2.649</b>	<b>465</b>	<b>9.559</b>
<b>Contributo erogato (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.	1.555		221	8	233	2.017
Att. conn. turismo				106		106
Az. Agricole				21		21
Pubbl. Amm.			124	52		177
Residenziale			173	500		673
Terziario				76		76
<b>TOTALE</b>	<b>1.555</b>		<b>519</b>	<b>764</b>	<b>233</b>	<b>3.070</b>
<b>Produzione annua di en el stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.	8.706		61		1.618	10.385
Att. conn. turismo						
Az. Agricole						
Pubbl. Amm.			75			75
Residenziale			39			39
Terziario			8			8
<b>TOTALE</b>	<b>8.706</b>		<b>183</b>		<b>1.618</b>	<b>10.507</b>
<b>Produzione di en termica stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.				0	1.522	1.522
Att. conn. turismo				0		0
Az. Agricole				0		0
Pubbl. Amm.				0		0
Residenziale				1		1
Terziario				0		0
<b>TOTALE</b>				<b>1</b>	<b>1.522</b>	<b>1.523</b>

**Richieste di finanziamento pervenute alla Regione nella provincia di Savona**

Settore	Idro	Eolico	Fotov.	S.Term.	CHP	Totale
<b>Numero di richieste di finanziamento</b>						
Altre att. prod.			2	4	1	7
Att. conn. turismo			1	7		8
Az. Agricole			6	3		9
Pubbl. Amm.		1	27	2		30
Residenziale			16	43		59
Terziario			3	2		5
<b>TOTALE</b>		<b>1</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>1</b>	<b>118</b>
<b>Numero di richieste finanziate</b>						
Altre att. prod.				3	1	4
Att. conn. turismo				4		4
Az. Agricole				1		1
Pubbl. Amm.		1	1			2
Residenziale			7	36		43
Terziario			1	2		3
<b>TOTALE</b>		<b>1</b>	<b>9</b>	<b>46</b>	<b>1</b>	<b>57</b>
<b>Investimento proposto (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.			33	109	799	941
Att. conn. turismo			58	461		519
Az. Agricole			670	35		705
Pubbl. Amm.		1.900	1.829	25		3.754
Residenziale			757	624		1.381
Terziario			304	53		357
<b>TOTALE</b>		<b>1.900</b>	<b>3.651</b>	<b>1.307</b>	<b>799</b>	<b>7.658</b>
<b>Contributo erogato (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.				38	399	437
Att. conn. turismo				82		82
Az. Agricole				3		3
Pubbl. Amm.		950	9			959
Residenziale			327	180		507
Terziario			147	21		168
<b>TOTALE</b>		<b>950</b>	<b>483</b>	<b>323</b>	<b>399</b>	<b>2.156</b>
<b>Produzione annua di en el stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.			2		947	949
Att. conn. turismo			3			3
Az. Agricole			37			37
Pubbl. Amm.		1.200	100			1.300
Residenziale			42			42
Terziario			17			17
<b>TOTALE</b>		<b>1.200</b>	<b>200</b>		<b>947</b>	<b>2.347</b>
<b>Produzione di en termica stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.				0	1.577	1.577
Att. conn. turismo				0		0
Az. Agricole				0		0
Pubbl. Amm.				0		0
Residenziale				0		0
Terziario				0		0
<b>TOTALE</b>				<b>0</b>	<b>1.577</b>	<b>1.577</b>

**Richieste di finanziamento pervenute alla Regione nella provincia di Imperia**

Settore	Idro	Eolico	Fotov.	S.Term.	CHP	Totale
<b>Numero di richieste di finanziamento</b>						
Altre att. prod.			1	2		3
Att. conn. turismo				3		3
Az. Agricole			1			1
Pubbl. Amm.			7	2	1	10
Residenziale			24	41		65
Terziario			2			2
<b>TOTALE</b>			<b>35</b>	<b>48</b>	<b>1</b>	<b>84</b>
<b>Numero di richieste finanziate</b>						
Altre att. prod.				1		1
Att. conn. turismo				1		1
Az. Agricole						
Pubbl. Amm.			1	2	1	4
Residenziale			10	29		39
Terziario						
<b>TOTALE</b>			<b>11</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>45</b>
<b>Investimento proposto (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.			188	104		292
Att. conn. turismo				218		218
Az. Agricole			8			8
Pubbl. Amm.			1.169	93	801	2.063
Residenziale			1.539	661		2.200
Terziario			31			31
<b>TOTALE</b>			<b>2.935</b>	<b>1.076</b>	<b>801</b>	<b>4.812</b>
<b>Contributo erogato (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.				27		27
Att. conn. turismo				9		9
Az. Agricole						
Pubbl. Amm.			225	37	400	663
Residenziale			708	172		880
Terziario						
<b>TOTALE</b>			<b>933</b>	<b>245</b>	<b>400</b>	<b>1.579</b>
<b>Produzione annua di en el stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.			10			10
Att. conn. turismo						
Az. Agricole			0			0
Pubbl. Amm.			64		302	367
Residenziale			84			84
Terziario			2			2
<b>TOTALE</b>			<b>161</b>		<b>302</b>	<b>464</b>
<b>Produzione di en termica stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.				0		0
Att. conn. turismo				0		0
Az. Agricole						
Pubbl. Amm.				0	700	700
Residenziale				0		0
Terziario						
<b>TOTALE</b>				<b>0</b>	<b>700</b>	<b>700</b>

**Richieste di finanziamento pervenute alla Regione nella provincia di La Spezia**

Settore	Idro	Eolico	Fotov.	S.Term.	CHP	Totale
<b>Numero di richieste di finanziamento</b>						
Altre att. prod.			1	3	4	8
Att. conn. turismo					7	7
Az. Agricole				4	2	6
Pubbl. Amm.				1	1	2
Residenziale				13	47	60
Terziario				1	3	4
<b>TOTALE</b>			<b>1</b>	<b>22</b>	<b>64</b>	<b>87</b>
<b>Numero di richieste finanziate</b>						
Altre att. prod.			1		4	5
Att. conn. turismo					6	6
Az. Agricole					2	2
Pubbl. Amm.					1	1
Residenziale					42	42
Terziario					3	3
<b>TOTALE</b>			<b>1</b>		<b>58</b>	<b>59</b>
<b>Investimento proposto (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.		2.290	79		100	2.469
Att. conn. turismo					155	155
Az. Agricole			96		26	122
Pubbl. Amm.			186		20	206
Residenziale			263		489	752
Terziario			16		61	77
<b>TOTALE</b>		<b>2.290</b>	<b>639</b>		<b>851</b>	<b>3.780</b>
<b>Contributo erogato (M.ni di lire)</b>						
Altre att. prod.		1.145			40	1.185
Att. conn. turismo					58	58
Az. Agricole					10	10
Pubbl. Amm.					8	8
Residenziale					156	156
Terziario					24	24
<b>TOTALE</b>		<b>1.145</b>			<b>297</b>	<b>1.442</b>
<b>Produzione annua di en el stimata (kWh/a)</b>						
Altre att. prod.		3.600	4			3.604
Att. conn. turismo						
Az. Agricole			5			5
Pubbl. Amm.			10			10
Residenziale			14			14
Terziario			1			1
<b>TOTALE</b>		<b>3.600</b>	<b>35</b>			<b>3.635</b>
<b>Produzione di en termica stimata (kWht/a)</b>						
Altre att. prod.					0	0
Att. conn. turismo					0	0
Az. Agricole					0	0
Pubbl. Amm.					0	0
Residenziale					0	0
Terziario					0	0
<b>TOTALE</b>					<b>0</b>	<b>0</b>

**Richieste di finanziamento totali pervenute alla Regione Liguria**

Settore	Idro	Eolico	Fotov.	S.Term.	CHP	Totale	
<b>Numero di richieste di finanziamento</b>							
Altre att. prod.	2		1	16	15	3	37
Att. conn. turismo				1	31		32
Az. Agricole				11	10		21
Pubbl. Amm.			1	54	10	1	66
Residenziale				69	250		319
Terziario				8	14		22
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>159</b>	<b>330</b>	<b>4</b>	<b>497</b>
<b>Numero di richieste finanziate</b>							
Altre att. prod.	2		1	3	11	3	20
Att. conn. turismo					20		20
Az. Agricole					7		7
Pubbl. Amm.			1	3	7	1	12
Residenziale				22	217		239
Terziario				1	9		10
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>29</b>	<b>271</b>	<b>4</b>	<b>308</b>
<b>Investimento proposto (M.ni di lire)</b>							
Altre att. prod.	3.109	2.290	1.409	426	1.264		8.499
Att. conn. turismo			58	1.166			1.224
Az. Agricole			774	123			897
Pubbl. Amm.		1.900	4.547	294	801		7.542
Residenziale			3.277	3.237			6.515
Terziario			497	636			1.133
<b>TOTALE</b>	<b>3.109</b>	<b>4.190</b>	<b>10.561</b>	<b>5.883</b>	<b>2.065</b>		<b>25.809</b>
<b>Contributo erogato (M.ni di lire)</b>							
Altre att. prod.	1.555	1.145	221	113	632		3.666
Att. conn. turismo				255			255
Az. Agricole				34			34
Pubbl. Amm.		950	359	98	400		1.807
Residenziale			1.208	1.009			2.217
Terziario			147	121			268
<b>TOTALE</b>	<b>1.555</b>	<b>2.095</b>	<b>1.935</b>	<b>1.629</b>	<b>1.033</b>		<b>8.246</b>
<b>Produzione annua di en el stimata (kWh/a)</b>							
Altre att. prod.	8.706	3.600	77		2.565		14.948
Att. conn. turismo			3				3
Az. Agricole			42				42
Pubbl. Amm.		1.200	250		302		1.752
Residenziale			180				180
Terziario			27				27
<b>TOTALE</b>	<b>8.706</b>	<b>4.800</b>	<b>580</b>		<b>2.867</b>		<b>16.953</b>
<b>Produzione di en termica stimata (kWh/a)</b>							
Altre att. prod.					0	3.098	3.098
Att. conn. turismo					0		0
Az. Agricole					0		0
Pubbl. Amm.					0	700	700
Residenziale					1		1
Terziario					0		0
<b>TOTALE</b>					<b>2</b>	<b>3.798</b>	<b>3.800</b>

## 2.3 Studi specifici regionali disponibili

### 2.3.1 Premessa

Come accennato nella premessa, nell'ambito del presente lavoro sono stati presi in esame gli studi disponibili presso la Regione Liguria che hanno affrontato la tematica delle fonti di energia rinnovabili.

In questa sede si vuole operare una sintetica descrizione di quegli elaborati ritenuti più utili e significativi indicando le caratteristiche salienti del materiale ad oggi a disposizione.

### 2.3.2 Studio sulle disponibilità "idroenergetiche" della Regione Liguria

Lo studio ha analizzato la disponibilità "idroenergetiche" della Regione Liguria per impianti di taglia inferiore ai 3 MW a valle di un quadro generale tutto sommato già noto e risale alle pubblicazioni dell'ENEL relative alle centraline dismesse o inattive e ad uno studio già commissionato dalla Regione Liguria nel 1985 su tale argomento.

L'informazione storica disponibile è stata pertanto arricchita dei dati relativi alle nuove realizzazioni delle quali si è a conoscenza anche grazie alle informazioni reperite presso società private di progettazione o proposte da enti interessati.

I dati riassuntivi dell'analisi condotta sono riportati nella tabella seguente:

**Stato delle centraline idro in Liguria**

	Provincia	Potenza nominale (MW)	Potenza efficiente (MW)	Producibilità media annua (GWh)
<i>Centrali attive</i>	Genova	8.13	12.81	45.60
	Imperia	3.31	5.80	34.90
	La Spezia	0.11	0.00	0.00
	Savona	0.50	0.78	3.70
	<b>TOTALE</b>	<b>12.06</b>	<b>19.39</b>	<b>84.20</b>
<i>Centrali dismesse o inattive</i>	Genova	2.77	3.27	11.73
	Imperia	0.09	0.06	0.35
	La Spezia	3.71	1.02	5.40
	Savona	0.24	0.13	1.07
	<b>TOTALE</b>	<b>6.82</b>	<b>4.48</b>	<b>18.55</b>

Per quanto relativo agli studi di fattibilità condotti si è tenuto conto del fatto che la realizzazione di nuovi impianti idroelettrici, al di là delle situazioni particolari, dovrebbe essere vista in funzione dello sviluppo di un'attitudine al presidio dei corsi d'acqua, con una conseguente maggiore conoscenza dei problemi connessi alla salvaguardia dei sistemi fluviali.



Lo studio elaborato ha altresì incorporato nel suo ambito la realizzazione di un modello di bilancio idrologico in ambiente GIS – Windows Nt che consente l'analisi, distribuita sul territorio, del ciclo integrale dell'acqua, fornendo bilanci previsionali sulla disponibilità della risorsa idrica e sul suo stato di sfruttamento.

Le prime prove del modello sono stati alcuni studi di fattibilità per interventi nel settore idrico inerenti il Consorzio Val d'Aveto e i Comuni di Pigna, Borgomaro, Castelvittorio, Montalto, Osiglia, Pallare, Torriglia, Né e Varese Ligure.

### *2.3.3 Piano locale per lo sviluppo e la promozione dell'uso energetico delle biomasse*

L'Amministrazione Regionale della Liguria, nell'ambito di un'analisi generale finalizzata all'aggiornamento della situazione energetica regionale e alla programmazione delle attività future in contesto di risparmio energetico e di progetti sostenibili in materia di energia rinnovabile, ha svolto un piano per la definizione di alcune azioni pilota finalizzate alla creazione di una metodologia che possa essere utilizzata per la verifica delle opportunità della produzione energetica da biomassa.

A tal fine sono state individuate due realtà d'analisi ben definite dal punto di vista amministrativo e geografico ritenute le più rappresentative di due diversi estremi della realtà boschiva ligure: le Comunità Montane dell'Alta Val Bormida e dell'Alta Valle Scrivia comprensive di alcuni comuni limitrofi.

La prima parte del lavoro, realizzato con ENEA e in collaborazione con le suddette Comunità Montane, è stata dedicata ad una definizione della superficie territoriale ligure e della sua popolazione a cui ha fatto seguito una descrizione del bilancio energetico regionale (produzione e consumi di energia) e della disponibilità di biomassa (forestale, agro-industriale e da RSU) sfruttabile a fini energetici nella Liguria.

Nella seconda parte dello studio è stata condotta un'analisi territoriale, idro-climatologica e demografica relativa ai bacini prescelti correlata con una valutazione dei consumi energetici d'ogni natura e mediante un'analisi della disponibilità locale di biomassa e di RSU.

Il lavoro si conclude, dopo una descrizione delle tecnologie per lo sfruttamento energetico delle biomasse e della normativa energetica ed ambientale, con l'analisi tecnico economica di alcuni progetti quali un impianto per la cartiera di Murialdo, un impianto per la zona industriale di Cairo Montenotte e un sistema di teleriscaldamento per Ronco Scrivia.

Le conclusioni riportate dalle attività eseguite sono sintetizzate come segue:

- Il territorio delle due Comunità Montane è caratterizzato dalla presenza di significative risorse forestali che non vengono attualmente utilizzate a causa della presenza di vincoli e norme che non ne consentono un'efficace valorizzazione. Tale fatto ha comportato un progressivo deterioramento dell'assetto idrogeologico complessivo a causa dell'invecchiamento dei boschi che, se non contrastato, potrà innescare pericolosi dissesti. Il corretto sfruttamento della risorsa forestale impedirebbe il protrarsi di fenomeni di dissesto del territorio;
- Allo stato attuale esistono, soprattutto in riferimento all'Alta Valle Bormida, aziende che già operano, seppure con difficoltà, nel settore forestale mentre nel tratto intermedio e nei fondovalle sono presenti installazioni che sono legate alla risorsa legno;
- La necessità di dover provvedere all'approvvigionamento di rilevanti quantità di biomassa forestale rende indispensabile l'organizzazione di una struttura che operi localmente al reperimento di questa fonte a costi industriali accettabili; ciò comporta anche l'adozione di una normativa che, nel rispetto dei pur necessari vincoli ambientali e naturalistici, non costituisca un ostacolo insormontabile per lo svolgimento delle attività connesse al settore forestale;
- L'installazione di unità di produzione di energia elettrica di piccola-media taglia sono economicamente fattibili solo in presenza di un incentivo finanziario;
- Gli investimenti risultano maggiormente redditizi quando è possibile lo sfruttamento di energia termica ma appare opportuno operare in maniera tale da rendere tale opzione fattibile, individuando i siti industriali in cui sono presenti utenti disponibili per questo tipo di energia per un arco di tempo il più possibile ampio.

#### *2.3.4 L'energia solare sul territorio della Liguria*

Lo scopo dello studio in oggetto è stata la messa a punto di una procedura di calcolo idonea alla valutazione della radiazione solare in ogni sua componente per ogni superficie del territorio.

Il risultato ottenuto tiene conto delle condizioni di orizzonte orografico naturale reale e viene fornito con un'approssimazione dei rilievi su una rete discretizzata di 200 m x 200 m.

L'elaborazione effettuata consente pertanto di simulare le condizioni di soleggiamento di qualsiasi area situata sul territorio regionale e di determinare l'energia solare (diretta, diffusa, collimata) giornaliera, su tutto l'arco dell'anno e su superfici comunque orientate, corretta dagli ombreggiamenti orografici.

La correzione orografica operata per la determinazione degli eventuali ostacoli che impediscono il ricevimento della luce solare diretta, si basa sul modello digitale del

terreno elaborato dal Servizio Geologico Nazionale – Archivio Quote Medie e sui dati delle fasce bioclimatiche liguri.

Il modello sviluppato può essere utilizzato per effettuare una zonizzazione dei livelli energetici simulati con la possibilità di calcolare dati e informazioni per svariati scopi applicativi quali l'individuazione dei siti più adatti per l'installazione di pannelli solari e di sistemi fotovoltaici ma anche per la progettazione di edifici termicamente ottimizzati o per l'individuazione di aree idonee a coltivazioni specialistiche.

Tra gli esempi applicativi più significativi si evidenziano:

- L'analisi della potenzialità della radiazione solare al suolo;
- Uno studio inerente la solarizzazione su tutto l'arco dell'anno e su tutto l'ambito territoriale degli insediamenti agricoli finalizzato all'allocazione ottimale delle serre;
- Una microzonizzazione del tessuto edificato con l'individuazione dei livelli energetici degli edifici;
- La pubblicazione di alcune tavole della radiazione solare per zone climatiche omogenee.

L'affidabilità dei dati disponibili nello studio, esclusivamente dedotti con modelli di simulazione matematica, varia dal 6% al 20% di scostamento dai valori rilevati attraverso misurazioni effettuate in sito.

### *2.3.5 Studio sul potenziale eolico in Liguria*

Lo studio in questione si suddivide in due sessioni condotte organicamente ma separatamente dall'Istituto di Macchine e Sistemi Energetici e dal Dipartimento di Fisica.

Nella prima parte trova posto un'analisi dell'energia contenuta dal vento e dell'ingegneria delle turbine eoliche.

Le misure anemologiche cui si fa riferimento sono essenzialmente quelle rilevate presso il Forte Begato di Genova integrate con ulteriori misurazioni dell'Aeronautica Militare e della Marina Militare sul territorio regionale.

L'indagine sullo stato dell'arte delle turbine eoliche è integrata con un'analisi della situazione di mercato e una stima dell'impatto ambientale delle macchine in questione; inoltre sono suggerite alcune soluzioni tecnologiche adatte per i siti potenzialmente più interessanti quali Forte Begato medesimo, il Passo dei Giovi, Capo Mele e Palmaria.

Nella seconda sessione del lavoro è stata svolta una ricerca e una raccolta con verifica critica dei dati climatici, topografici, geologici ed urbanistici con una definizione dettagliata del potenziale eolico di tutta la regione.

Le succitate valutazioni sono state basate sui dati rilevati nelle principali centraline di rilevamento collocate sul territorio ed estese a tutta la regione con una simulazione dei campi di vento tramite il modello di calcolo WINDS che costituisce altresì una delle componenti del modello di diffusione degli inquinanti disponibile in Regione.

WINDS oltre ad elaborare i dati misurati relativi alla direzione e alla velocità del vento prende in considerazione anche l'orografia della regione mediante l'utilizzo di file di copertura del terreno realizzati dalla società Datasiel che derivano dall'elaborazione di immagini satellitari.

Il risultato del lavoro è la disponibilità di uno strumento capace di simulare su una rete discretizzata di 200 m x 200 m il potenziale eolico della regione.

Pertanto per ogni zona considerata è possibile una stima della distribuzione effettiva della velocità e della direzione del vento e la distribuzione delle frequenze con cui i fenomeni anemologici si presentano.

I dati calcolati, considerando che la velocità media del vento in un sito può avere di anno in anno scarti contenuti sull'ordine del 10%, sono suscettibili di una fluttuazione d'errore del contenuto energetico pari a circa il 30%.

### **3. POTENZIALE DELLE RINNOVABILI IN LIGURIA**

#### **3.1 Metodologia**

##### *3.1.1 Premessa*

Nell'ambito del Piano Energetico Ambientale Regionale della Liguria assume un'importanza rilevante la determinazione del potenziale teorico delle fonti d'energia rinnovabili per definire in maniera appropriata le prossime linee di sviluppo strategico nei confronti delle tecnologie più idonee ad essere ulteriormente potenziate sul territorio della regione.

La realizzazione del lavoro, operata con una disaggregazione delle valutazioni condotta a livello comunale, consente un maggiore specificità nell'individuazione delle risorse maggiormente disponibili a livello locale e una migliore capillarità nella scelta delle succitate strategie.

Sono state pertanto condotte elaborazioni riguardanti tutte le principali risorse energetiche che possono avere uno sviluppo tecnologico ed economico sostenibile nella regione Liguria:

- Biomasse (risorse forestali, residui agricoli e zootecnici);
- Rifiuti solidi urbani
- Risorse solari (solare termico e fotovoltaico);
- Risorse eoliche;
- Risorse idriche.

Nella prima parte del presente capitolo sarà descritta la metodologia che è stata utilizzata per la valutazione del potenziale teorico delle varie risorse: si fa presente che, ove possibile, è stato fatto riferimento a studi precedentemente condotti e già in possesso della Regione Liguria, integrandoli con ulteriori informazioni e stime solo dove le lacune della fonte l'hanno reso necessario.

Nella seconda parte del lavoro saranno riportati in forma sintetica i risultati delle valutazioni effettuate e i commenti ad essi relativi.

##### *3.1.2 Descrizione della metodologia di valutazione adottata*

Il potenziale teorico si riferisce all'intera risorsa presente sul territorio ma va sottolineato come solo una parte di questa, il cosiddetto potenziale effettivo, è in realtà sfruttabile nelle condizioni tecnologiche, economiche e sociali al contorno.

Solo nel caso delle risorse idriche si fa riferimento al potenziale effettivo incrementale rispetto a quello già sfruttato nella regione, in quanto sono stati ripresi i risultati di antecedenti studi sull'idroelettricità ligure attraverso un censimento di tutti gli impianti esistenti attivi, dismessi o di cui esistono precedenti analisi di progetto/fattibilità.

### **3.1.2.1 Biomasse**

La valutazione del potenziale energetico delle biomasse è stata condotta mediante l'analisi delle tre fondamentali tipologie di combustibile che possono essere adottate:

- Residui zootecnici;
- Residui agricoli;
- Residui forestali.

Per ognuna delle tre risorse considerate è stato calcolato un potenziale teorico a livello comunale sulla base delle metodologie di seguito descritte fonte per fonte.

#### a) Residui zootecnici

Il potenziale energetico dei residui zootecnici a livello comunale è stato valutato come contenuto energetico degli escrementi prodotti dai principali animali d'allevamento.

Il numero dei capi di bestiame presenti a livello comunale fa riferimento ai dati disponibili più recenti e più completi che sono quelli riportati nel Censimento dell'ISTAT del 1993.

Il succitato censimento fornisce il numero dei capi di bestiame d'allevamento per le seguenti principali categorie di animali:

- Vacche e bovini in generale;
- Suini;
- Ovini;
- Caprini;
- Equini;
- Avicoli.

Per quanto riguarda la produzione di escrementi e la valutazione dei residui solidi volatili di ciascun tipo di bestiame, sono stati utilizzati coefficienti unitari di varia fonte a seconda della razza e del peso dell'animale.

Per il contenuto energetico dei residui solidi volatili è stato assunto un valore medio uguale a 3.998 Kcal/kg, valore misurato in una serie di esperimenti calorimetrici effettuati nell'ambito di precedenti studi di settore.

I valori unitari considerati nell'analisi suddivisi per le varie categorie animali sono illustrati nella tabella riportata nel seguito.

Questi dati permettono di ricavare un valore medio della produzione di residui solidi volatili a livello comunale per ciascuna delle specie animali considerate.

Sulla base del potere calorifico assunto per le deiezioni animali e della relativa produzione è stato calcolato il valore del potenziale energetico della fonte considerata nell'ambito di ciascuna comune.

<b>Residuo solido volatile prodotto per capo nelle principali categorie di animali (dato regionale)</b>				
<b>Categoria</b>	Res.Sol. Volatile (Kg/capo)	N. capi	Res.Sol. Vol. Med. (Kg/capo)	
<b>bovini</b>		<b>12.311</b>		<b>737,9</b>
vitelli	639,9	52%	6.360	
vitelloni (>1 an.)	830,0	45%	5.559	
manzi	1.022,0	3%	392	
vacche	1.570,0		<b>5.001</b>	<b>1.570,0</b>
<b>suini</b>		<b>3.337</b>		<b>125,2</b>
lattanzoli	37,0	33%	1.089	
da crescita	66,0	10%	333	
da ingrasso	172,0	47%	1.584	
scrofe	197,0	7%	235	
scrofe montate	318,0	0%	-	
verri	383,0	3%	96	
<b>equini</b>		<b>2.571</b>		<b>648,3</b>
cavalli	715,0	80%	2.046	
muli	447,0	10%	262	
asini	330,0	10%	262	
<b>ovini</b>	96,0			<b>96,0</b>
<b>caprini</b>	85,0			<b>85,0</b>
<b>pollame</b>	6,0			<b>6,0</b>

b) Residui agricoli

Il potenziale energetico teorico derivante dai residui della lavorazione agricola a livello comunale è stato stimato in funzione della superficie agricola coltivata (SAU) delle diverse specie prodotte, della corrispondente produzione annua, della

quantità dei diversi residui per unità di prodotto e del contenuto energetico di tali residui.

Le fonti statistiche accessibili forniscono solo alcune tra le informazioni necessarie al livello comunale: in particolare, sono disponibili a tale risoluzione solo la SAU totale, la SAU coltivata a cereali, a vite e a olivo in corrispondenza dell'ultimo Censimento sull'Agricoltura effettuato dall'ISTAT nel 1993.

Per gli altri elementi di calcolo si è dovuto procedere sulla base di ipotesi di omogeneità tra le variabili più significative a un livello inferiore di risoluzione territoriale: regionale, provinciale e per fascia d'altitudine.

Le statistiche censuarie sono state pertanto utilizzate per definire a livello comunale l'estensione territoriale delle superfici coltivate.

Per quanto concerne i valori della produzione, i dati utilizzati provengono dal più recente Annuario di Statistica Agraria<sup>1</sup> del 1999 che riporta valutazioni relative all'annata 1996.

La valutazione della produzione specifica dei residui agricoli è basata sull'elaborazione di dati provenienti da fonti diverse per le quali si è tenuto presente le condizioni particolari che caratterizzano la produzione agricola nella regione.

Per il contenuto energetico dei residui, è stato fatto riferimento a studi e rilevazioni effettuate nell'ambito di precedenti esperienze di campo in condizioni simili a quelle prevalenti nella regione Liguria.

La valutazione del potenziale a livello comunale viene effettuata per approssimazioni successive che riguardano l'articolazione per principali coltivazioni a livello provinciale e regionale, la distribuzione delle coltivazioni per livello altimetrico e l'utilizzo della superficie agricola per grandi classi di prodotti a livello comunale.

Le principali coltivazioni per le quali risultano disponibili statistiche istituzionali della forma e del tipo necessarie sono 27 di cui 7 cereali, 13 ortivi e 7 frutticoli inclusi la vite e l'olivo.

Tali prodotti vengono elencati nella tabella seguente che indica i principali residui, la loro umidità media alla raccolta, il rapporto di peso tra residuo tal quale e prodotto principale, il potere calorifico inferiore (PCI) sul tal quale e sul secco e il contenuto di ceneri sulla sostanza secca.

---

<sup>1</sup> Annuario di Statistica Agraria, ISTAT - ROMA 1999.



L'applicazione di questi valori alla produzione comunale delle varie colture ha consentito di trovare la quantità di scarto agricolo conseguente e il corrispondente potenziale energetico complessivo derivante dall'utilizzo dei suddetti residui.

Poiché per ogni coltura esiste un habitat climatico maggiormente idoneo in funzione dell'altitudine, si osserva che per la valutazione della produzione delle diverse coltivazioni agricole a livello comunale, é stato necessario ricorrere a metodi di stima fondati soprattutto sulle caratteristiche altimetriche di ogni comune considerato: pianura, collina e montagna.

Umidità, produzioni, unità foraggiere, contenuto in ceneri e P.C.I. sulla sostanza secca per residui agricoli

specie prodotte	prodotto di scarto	umidità med. alla raccolta (%H <sub>2</sub> O)	residuo* tal q. x t di prod. princ.	unità foraggiere x 100 kg (U.F.)	ceneri su sost. secca (%)	p.c.i. sul secco (kcal/kg)	p.c.i. sul tal q. (kcal/kg)
grano duro	paglia	15,0	1,25	15,0	5,5	4.200	3.480
grano tenero	paglia	15,0	1,42	17,5	5,5	4.200	3.480
segale	paglia	15,0	2,25	15,0	3,5	4.300	3.565
orzo	paglia	15,0	1,50	15,0	6,0	4.100	3.395
avena	paglia	15,0	3,00	25,0	6,5	4.100	3.395
riso	paglia	25,0	1,10	12,5	14,5	3.800	2.700
	lolle	10,0	0,20	-	17,3	3.600	3.180
mais	culmi	60,0	1,50	27,0	5,5	4.200	1.320
	tutoli	45,0	0,30	25,0	2,3	4.400	2.150
fava	paglia	16,0	1,50	27,6	6,0	4.150	3.390
fagiolo secco	paglia	18,0	1,50	29,0	6,3	4.150	3.295
pisello secco	steli, foglie	17,0	1,50	26,0	4,8	4.250	3.426
cece	paglia	17,0	1,50	20,0	5,0	4.250	3.426
patata	steli, foglie	60,0	0,50	-	6,0	4.150	1.300
fava fresca	paglia	77,0	2,00	27,6	6,0	4.150	493
fagiolo fresco	paglia	75,0	1,60	29,0	6,3	4.150	588
pisello fresco	steli, foglie	76,0	2,50	26,0	4,8	4.250	564
cipolle	foglie	60,0	1,00	-	6,0	4.150	1.300
carciofo	foglie,fusti	85,0	2,50	8,0	2,5	4.350	143
cavolfiore	foglie,fusti	87,0	2,50	10,5	2,0	4.400	50
pomodoro	steli,foglie	70,0	0,30	-	6,0	4.150	825
barb. da zucchero	foglie,colletti	77,0	0,40	10,0	5,0	4.250	516
arancio	potature	30,0	0,30	-	4,0	4.300	2.830
mandarino	potature	30,0	0,30	-	4,0	4.300	2.830
limone	potature	30,0	0,30	-	4,0	4.300	2.830
pesco	potature	40,0	0,10	-	4,0	4.300	2.340
mandorlo	potature	30,0	0,60	-	4,0	4.300	2.830
	gusci	12,0	4,00	-	4,0	4.300	3.712
vite	foglie fresche	70,0	0,80	18,1	3,0	4.300	870
	tralci	40,0	0,50	9,5	5,5	4.200	2.280
olivo	potature	35,0	0,40	-	5,0	4.250	2.553
	sansa esausta	12,0	0,35	37,0	4,0	4.800	4.152

In particolare, per la valutazione della produzione a livello comunale, si è proceduto classificando i comuni secondo la classe di altimetria prevalente.

Dato che una prima valutazione della SAU comunale coltivata a vite e a olivo é disponibile dal Censimento del 1991, il problema della distribuzione della SAU comunale per tipo di coltivazione ha riguardato esclusivamente il gruppo dei cereali e degli ortofrutticoli.

Per ciascuno di questi due gruppi eterogenei la distribuzione della SAU comunale tra i vari tipi di coltivazione è stata stimata nella stessa proporzione verificata a livello provinciale per la classe di altimetria di appartenenza.

Ai valori così ottenuti sono state applicate le produttività per ettaro di prodotto principale e, quindi, i rapporti di scarto e i contenuti energetici per ottenere una prima stima del potenziale energetico dei residui agricoli a livello comunale.

L'ultimo passaggio è stato la normalizzazione del potenziale comunale ai valori globali riferiti al livello aggregato provinciale e regionale.

c) Residui forestali

Ai fini del presente studio, il potenziale teorico delle biomasse forestali è stato valutato sulla base della superficie boschiva annualmente tagliabile che determina la quantità di biomassa che in via teorica potrebbe essere prelevata lasciando intatto il patrimonio forestale.

Il dato utilizzato relativo alle superfici forestali presenti a livello comunale è stato estratto dal Piano Regionale per la Difesa e la Conservazione del Patrimonio Boschivo della Regione Liguria.

Tale scelta si basa sul fatto che i dati riportati risultano più compatibili di quelli del censimento dell'ISTAT del 1991 sia con i più recenti elaborati annuali dell'ente statistico stesso che riportano dati più aggiornati riguardo il patrimonio forestale della regione ma soltanto con disaggregazione provinciale e regionale, sia con le elaborazioni tratte dal Programma CORINE<sup>2</sup>.

Le discrepanze rilevate sono illustrate nella seguente tabella:

Provincia	Superficie boschiva (ha)		
	Piano Regionale Bosc.	Cens. ISTAT 1991	Progr. CORINE
<b>GENOVA</b>	99.669	47.993	121.212
<b>IMPERIA</b>	44.295	31.549	51.077
<b>LA SPEZIA</b>	52.139	32.319	58.357
<b>SAVONA</b>	98.458	80.011	106.201
<b>TOTALE</b>	294.561	191.872	336.847

Il materiale disponibile nel succitato Piano permette di effettuare una valutazione del potenziale energetico delle biomasse forestali in funzione delle quattro

<sup>2</sup> CORINE: COOrdination de l'Information pour l'Environnement – Regione Liguria, Datasiel (C.E.E. 1985)

principali forme di governo: fustaie latifoglie, fustaie resinose, fustaie miste e cedui (semplici e composti).

Per la determinazione delle superfici tagliabili di bosco si è fatto riferimento al recente lavoro della Regione Liguria realizzato in collaborazione con ENEA e le Comunità Montane dell'Alta Val Bormida e dell'Alta Valle Scrivia<sup>3</sup> che ipotizzava una percentuale di superficie tagliata annualmente pari al 2% per ogni tipo di fustaia e del 4% per il ceduo.

Tale ipotesi, corrispondente ad un turno di taglio degli alberi rispettivamente di 50 e di 25 anni, tiene conto di operare un taglio del bosco che non comporti alterazioni alla sua naturale fisiologia.

La stessa fonte suggerisce per le fustaie l'adozione di una massa volumetrica su sostanza secca di 0,45-0,60 t/mc (a seconda del tipo), a fronte di una produzione legnosa pari a 300-400 mc/ha, mentre nel caso del bosco ceduo la massa volumetrica da considerare è 0,70 t/mc (su sostanza secca) e la produzione legnosa vale 140 mc/ha.

<b>Massa volumica, produzione legnosa ed ipotesi di taglio del bosco</b>			
TIPO DI BOSCO	%/ANNO	Massa volumica s.s. (t/mc)	Prod. Legnosa (mc/ha)
FUSTAIA RESINOSA	2%	0,45	400
FUSTAIA LATIFOGLIA	2%	0,60	300
FUSTAIA MISTA	2%	0,50	300
CEDUO	4%	0,70	140

Per quanto riguarda il contenuto energetico da associare alle risorse tagliabili, l'elaborato di cui sopra indica di assumere un Potere Calorifico Inferiore medio per tutte le biomasse forestali pari a 17,5 GJ/t.

La valutazione del potenziale energetico delle biomasse forestali a livello comunale viene completata applicando alle superfici individuate le produttività annue stimate nel modo sopra indicato e il relativo P.C.I.

### **3.1.2.2 Rifiuti Solidi Urbani (RSU)**

Per la valutazione del potenziale energetico dei rifiuti solidi urbani a livello comunale è stato necessario fare ricorso a stime sulla quantità di rifiuto prodotto nell'ambito dei vari comuni.

Infatti, sebbene in molti comuni siano state condotte indagini relative alla produzione di RSU, i risultati solo raramente sono disponibili a livello centralizzato

---

<sup>3</sup> Piano Locale per lo sviluppo e la promozione dell'uso energetico delle fonti rinnovabili – CONTRATTO ALTENER 4.1030/Z/95-131

ed in ogni caso non garantiscono affatto la copertura completa del territorio regionale.

Per la stima a livello comunale si è partiti dall'ipotesi che la produzione dei rifiuti solidi urbani è strettamente legata alla popolazione residente, al suo livello di reddito e alla potenzialità turistica della località in esame.

In particolare, ai livelli più bassi di reddito corrisponde un più elevato tasso di riciclo interno del rifiuto per riutilizzarlo al massimo che non nel caso delle famiglie più abbienti nelle quali invece si recupera di meno.

Nei rifiuti delle famiglie a basso reddito predominano pertanto i residui organici di origine alimentare che difficilmente trovano usi alternativi, mentre in corrispondenza dei redditi più elevati questi si sommano ad una maggiore quantità di residui cartacei, materiale in plastica e prodotti metallici.

Si sottolinea inoltre che ciò non dipende soltanto da ciò che le famiglie gettano nella spazzatura ma anche dalla forma in cui vengono effettuati gli acquisti che nelle famiglie a più alto reddito sono più ricchi di prodotti confezionati, dove giocano un ruolo importante gli imballaggi, mentre nelle famiglie a più basso reddito sono per lo più prodotti sfusi.

Una variabile non meno importante da considerare, oltre al reddito pro-capite medio del comune, è costituita dalla densità urbana, misurata in termini di abitanti/kmq.

Ciò trova una spiegazione nel fatto che nei piccoli comuni dove prevale uno stile di vita prevalentemente agricolo, molti residui non appaiono più come rifiuti urbani in quanto vengono smaltiti nel territorio circostante (in particolare i rifiuti organici che vengono generalmente integrati nel territorio o somministrati ad animali domestici).

Un'altra considerazione importante si ottiene introducendo tra le variabili determinanti un indice che tenga conto del flusso turistico dei vari comuni.

Le località caratterizzate da un elevato afflusso turistico registrano infatti notevoli incrementi stagionali della produzione di RSU causati dall'aumento considerevole di popolazione che si verifica soprattutto nei mesi estivi per quanto concerne la regione ligure.

Dall'analisi degli arrivi e delle presenze turistiche si può determinare tale incidenza che spesso è notevole dal momento che il turista in vacanza solitamente non ricicla nulla e si serve soprattutto di prodotti confezionati ricchi di imballaggi.

Considerando la natura limitata dei dati disponibili ed essendo difficile arrivare a conclusioni senza un'accurata indagine sul territorio, nell'ambito del presente studio ci si è serviti di una simulazione per determinare il valore della produzione

di RSU pro-capite in funzione del dato medio stimato a livello provinciale<sup>4</sup> e delle tre variabili sopra enunciate.

Si evidenzia in questa sede che il maggior contributo di residui fornito dal flusso turistico è stato considerato come valore incrementale del pro-capite della produzione di RSU relativa ai residenti.

I dati utilizzati relativi agli arrivi e alle presenze turistiche sono stati forniti dalle cinque Aziende per la Promozione Turistica<sup>5</sup> della regione Liguria e si riferiscono alla stagione 1997. Tali dati sono per lo più disaggregati a livello comunale ma laddove sono disponibili soltanto per aree di due o tre comuni sono stati disaggregati proporzionalmente alla popolazione residente.

Per quanto concerne il PIL pro-capite della popolazione residente nei vari comuni della Liguria si è riscontrata una grossa difficoltà a recuperare i dati necessari con un buon aggiornamento.

Sono stati pertanto utilizzati i valori resi disponibili da Ancitel che si riferiscono alle dichiarazioni dei redditi relative all'anno 1993.

I dati sulla popolazione residente e quelli relativi alle superfici comunali necessari per la valutazione della densità demografica sono quelli delle statistiche ISTAT sulla popolazione nel 1997.

Mediante l'utilizzo di questi parametri e grazie alla simulazione condotta sono stati trovati valori di produzione pro-capite di RSU a livello comunale che variano a seconda del tipo di comune considerato: i valori più elevati si riscontrano nei comuni costieri più popolosi e maggiormente turistici, mentre i valori più bassi si hanno nei piccoli centri rurali dell'entroterra dove ad una bassa incidenza turistica spesso si somma anche un minore reddito pro-capite.

L'uso di questo fattore e la conoscenza della popolazione residente hanno consentito di valutare la produzione annua complessiva di RSU per ogni comune che è stata infine quadrata per omogeneità sul valore provinciale e regionale presente sul Piano di Gestione dei Rifiuti.

Per la valorizzazione energetica di questa quantità di rifiuti si è tenuto conto delle novità apportate dal Decreto Legislativo n° 22/1997 (Decreto Ronchi) che costituisce il riferimento normativo riguardo produzione, raccolta, trasporto, recupero, riutilizzo e smaltimento finale di RSU.

La nuova normativa indica l'adozione di misure innovative per la gestione dei rifiuti solidi urbani e impone che il rifiuto sia concepito come una risorsa della quale si deve privilegiare il riutilizzo.

---

<sup>4</sup> Ci si riferisce ai dati pubblicati sul *Piano di Gestione dei Rifiuti* della Regione Liguria, Dipartimento Ambiente e Territorio.

<sup>5</sup> APT Riviera dei Fiori, APT Riviera delle Palme, APT Genova, APT Tigullio, APT Cinque Terre e APT Golfo dei Poeti.

Il Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Liguria ha recepito tali direttive estrapolando una previsione a livello provinciale sulla raccolta differenziata fino all'anno 2003.

Ne deriva che non è ipotizzabile valorizzare energeticamente tutto il quantitativo di rifiuti prodotti ma solo quella parte che resterà a valle della raccolta differenziata.

Sono allora stati elaborati diversi scenari da oggi fino al 2003 seguendo le indicazioni espresse dagli obiettivi del succitato piano: anno dopo anno la quantità di rifiuti rimanente a valle della raccolta differenziata decremerà e con il realizzarsi degli obiettivi previsti cambia anche il contenuto energetico dei rifiuti che subirà una lieve diminuzione a causa dell'impoverimento del RSU rimanente.

Mediamente il contenuto energetico dei rifiuti in Liguria è stato valutato intorno a 2.000 kcal/kg.

Il calcolo, basato sulle considerazioni inerenti il Piano di Gestione dei Rifiuti e sui poteri calorifici degli elementi costitutivi del rifiuto, ha preso come base di partenza, per quanto concerne la composizione del rifiuto in Liguria, la medesima fonte sulla quale l'unico dato disponibile è relativo all'intero contesto regionale.

Tale composizione, in mancanza di ulteriori e più specifiche informazioni, è stata applicata a tutto il territorio della regione:

<b>Materiale</b>	<b>%</b>
Carta	23
Vetro	8
Materie plastiche	9
Metalli	5
Frazione Organica	25
Ingombranti	7
Assimilabili	5
Frazione non recuperabile	18
<b>Totale</b>	<b>100</b>

Il P.C.I. del combustibile-rifiuto risultante, associato alla corrispondente quantità calcolata a livello di singolo comune, ha consentito la valutazione del potenziale energetico derivante dalla combustione degli RSU tal quali.

Tuttavia, per completezza d'analisi e in conformità con le nuove , sono stati prese in esame altre forme di smaltimento del rifiuto e di suo sfruttamento energetico:

- Termovalorizzazione per combustione (già accennata);
- Termovalorizzazione tramite gassificazione;

- Impianto secco-umido + Termovalorizzazione del secco;
- Impianto secco-umido + Termovalorizzazione del secco e dell'umido;
- Impianto CDR + Termovalorizzazione del CDR;
- Impianto CDR + Termovalorizzazione del CDR e dell'umido.

Per ognuna delle succitate soluzioni impiantistiche è stata condotta un'analisi per definire il contributo energetico che possono apportare sulla base delle indicazioni espresse sul Piano di Gestione dei Rifiuti e sintetizzate nella tabella che segue:

<b>DIVERSE SOLUZIONI DI RECUPERO ENERGETICO</b>						
<b>PROVINCIA</b>	Termovalorizzazione		Termovalorizzazione + Imp. Secco-Umido		Termovalorizzazione + CDR	
	Comb.	Gass.	Termoval. Secco	Termoval. Secco + umido	Termoval. CDR	Termoval. CDR + umido
<b>Prov. IM</b>	78.500	78.500	47.100	56.500	23.500	35.500
<b>Prov. SV</b>	107.000	107.000	64.000	77.000	32.000	48.000
<b>Prov. GE</b>	295.000	295.000	176.500	211.500	88.000	132.500
<b>Prov. SP</b>	70.500	70.500	42.000	50.500	21.000	31.500
<b>Prov. IM</b>	100%	100%	60%	72%	30%	45%
<b>Prov. SV</b>	100%	100%	60%	72%	30%	45%
<b>Prov. GE</b>	100%	100%	60%	72%	30%	45%
<b>Prov. SP</b>	100%	100%	60%	72%	30%	45%
<b>Media</b>	100%	100%	60%	72%	30%	45%
<b>PCI [kcal/kg]</b>	2.700	1.200	3.100	3.000	4.000	3.500

Si osserva che il PCI del combustibile rifiuto tal quale adoperato in combustione risulta più elevato di quello calcolato nell'ambito del presente studio.

Lo sfruttamento delle altre soluzioni di recupero energetico, ad eccezione della gassificazione, consentono un aumento del PCI ma riducono la quantità di combustibile che può essere valorizzato.

Eventuali scelte tra le diverse soluzioni tecnologiche di smaltimento del rifiuto saranno operate non soltanto sulla redditività della soluzione dal punto di vista energetico ma soprattutto in un'ottica di minimizzazione dell'impatto ambientale conseguente.

### **3.1.2.3 Solare (termico e fotovoltaico)**

Il calcolo del potenziale dell'energia solare viene elaborato attraverso due passaggi distinti:

- Valutazione dell'energia solare specifica incidente sulle superfici
- Stima delle superfici utilizzabili al fine di captare tale energia

Il valore dell'energia incidente su superficie piana e su superficie verticale è stato rilevato, per ogni comune, tramite l'utilizzo della procedura di calcolo appositamente predisposta dal Servizio Energia della Regione Liguria.

In questo caso la componente della radiazione solare tiene conto delle condizioni di orizzonte orografico naturale reale e viene fornita come valore medio di quella elaborata informaticamente per celle di una rete discretizzata di 200 m x 200 m.

L'elaborazione effettuata ha consentito di simulare le condizioni di soleggiamento di ogni comune per un giorno tipo di ogni mese per tutto l'arco dell'anno e la conseguente durata delle ore d'insolazione sulla superficie territoriale presa in esame.

Giova ricordare che l'affidabilità dei dati raccolti varia dal 6% al 20% di scostamento dai valori rilevati attraverso misurazioni effettuate in sito e che la mancanza di informazioni sulla componente diretta o diffusa della totale radiazione incidente non consente di operare, anche se nota l'inclinazione dei raggi solari, un'estrapolazione dei dati ricevuti su superfici inclinate a 45° che rappresentano la condizione migliore di operabilità dei sistemi solari alla latitudine della Liguria.

Oltre che dal grado d'insolazione disponibile, l'analisi della potenzialità della radiazione al suolo dipende anche dalla superficie che può essere utilizzata per la captazione dei raggi solari.

L'ipotesi fatta in questa sede è quella di una stima del potenziale solare a partire dalla disponibilità di superficie coperta.

In tal senso, e in mancanza di un censimento aggiornato relativo alle metrature dei tetti delle abitazioni a livello comunale, un buon supporto è costituito dall'utilizzo del programma CORINE che, sulla base delle indicazioni espresse da foto satellitari, può fornire una disaggregazione del territorio di ogni comune in circa 40 classi, tra le quali il tessuto urbano continuo e quello discontinuo.

Poiché, in corrispondenza dei comuni che hanno meno di 1.000 abitanti, i risultati del programma CORINE non sembrano molto precisi è stata operata su di esso una correzione regressiva per rendere più compatibili i risultati verificati per i comuni più grandi con quelli relativi ai comuni più piccoli.

Tale accorgimento ha consentito una maggiore omogeneità dei risultati in corrispondenza di piccole variazioni.

Il tessuto urbano comunale così quantificato ha permesso la determinazione della superficie realmente occupata dalle case stimata nel 30% del totale sulla base delle indicazioni degli studi di settore che indicano percentuali del 25-35% a seconda che si tratti di centri residenziali o centri storici.

Successivamente, facendo riferimento alla tipologia, i tetti sono stati distinti tra quelli realizzati a falde e quelli a terrazza: sulla base della conformazione dell'edilizia ligure si è ipotizzato che solo il 20% delle abitazioni hanno un tetto a terrazza mentre le rimanenti (80%) sono costituite da tetti a falda.

Se si prevede un'inclinazione media delle falde di 30° sull'orizzontale, la superficie di questi tetti va ulteriormente maggiorata mediante un coefficiente correttivo trigonometrico di 1,15.

Bisogna poi definire la superficie libera dei tetti che non coincide con quella totale per via della presenza di ostacoli di varia natura quali scale, camini, abbaini: nel caso dei tetti a falde gli studi di settore indicano in percentuale dell'85% tale



superficie mentre per i tetti a terrazza viene assunta una quota del 70% in considerazione della forte abitabilità dei tetti in Liguria soprattutto nel periodo estivo.

Sono stati considerate a questo punto tutte le superfici piane così calcolate mentre per le superfici inclinate sono state ritenute utili soltanto quelle con un'esposizione verso sud e stimate essere il 25% del totale. Tuttavia, per ragioni d'idoneità d'inclinazione ed estetiche, solo il 30% dei tetti a falda rimanenti può ritenersi compatibile con l'installazione di pannelli solari.

In conclusione sul totale di tutte le superfici libere e disponibili va ulteriormente detratta una quota del 50% per tenere conto dei vincoli architettonici, ambientali e di ombreggiatura vigenti nei vari siti.

Tali considerazioni consentono di stimare, per tutta la regione, circa 6 milioni di mq di superficie di tetti su cui potenzialmente è possibile installare un sistema di captazione dell'energia solare.

#### a) Solare termico

Note le superfici idonee all'installazione dei pannelli solari e il grado di insolazione a livello comunale, per la determinazione del potenziale del solare termico bisogna eseguire il calcolo del rendimento dei captatori nei diversi mesi dell'anno.

A tale scopo sono state associate ad ogni comune delle temperature medie diurne per un giorno tipo di ogni mese in relazione alla fascia climatica di appartenenza (come da DPR 412/93).

Inoltre dalla disponibilità delle ore di luce determinate per ogni comune è stata calcolata la durata giornaliera dell'insolazione in proporzione alle ore di sole sperimentalmente misurate nella città di Genova.

Il rendimento dei pannelli è stato determinato sulla base della relazione che segue:

$$\eta = 0,83 - 7,58 \times \delta / I$$

In cui:

- ✓  $\delta$  è il salto di temperatura tra la media del pannello e la media diurna dell'ambiente (in conformità agli standard vigenti è stata assunta come temperatura media del pannello quella di 38° C considerando che l'acqua al suo interno varia nel range di 13-53 °C e che di norma il gradiente termico acqua pannello si fissa sui 5°C)
- ✓ I = intensità della radiazione solare

Mediante l'utilizzo di questa funzione e dei fattori precedentemente indicati è stato possibile simulare un rendimento mensile dei pannelli solari per ogni comune e quindi l'effettiva energia utile mensile e totale annua che i pannelli solari termici sono in grado di fornire per ogni metro quadrato di superficie.

La moltiplicazione di questo fattore per la superficie disponibile ad essere impiegata fornisce il potenziale annuo del solare termico per ogni comune.

È evidente che suddetto potenziale è soltanto teorico e prevede l'impiego della tecnologia in oggetto limitatamente ai tetti delle abitazioni.

In realtà il solare termico ben si adatta anche ad altri impieghi quali la produzione d'acqua calda per i bagni marini, le piscine scoperte (quelle coperte sono comprese nella valutazione), ecc. ed inoltre può essere installato non solo sui tetti ma anche nei giardini delle case o in spazi analoghi laddove è possibile.

#### b) Solare fotovoltaico

La valutazione del potenziale da fotovoltaico è stata eseguita con la stessa metodologia impiegata per la determinazione del potenziale da solare termico, sulla base dell'insolazione giornaliera, delle superfici disponibili e di un rendimento tipico della tecnologia PV.

L'efficienza tipica delle celle fotovoltaiche oscilla tra il 13% e il 16% in concomitanza delle condizioni ideali di funzionamento.

Nel caso in esame è stato considerato un valore medio pari al 10% che tiene conto d'ipotesi di funzionamento differenti in cui spesso l'impianto si trova ad operare a temperature diverse da quelle di massima efficienza o con inclinazioni non ideali per il sistema captatore della luce.

Anche in questo caso il potenziale identificato a livello comunale risulta puramente teorico e per nulla definitivo.

In prima analisi bisogna considerare che, essendo state impiegate come superfici disponibili quelle dei tetti utilizzate anche per il calcolo del potenziale da solare termico, l'utilizzo di una tecnologia tende ad escludere l'altra indicando che i due potenziali valutati non sono raggiungibili contemporaneamente.

Inoltre il potenziale teorico da PV, calcolato come precedentemente indicato, risulta sottostimato in maggior misura di quello valutato nel caso del solare termico.

Infatti nel corso di questo esame non sono state considerate molte applicazioni ulteriormente possibili, quali lampioni e segnalazioni stradali, mezzi mobili, ponti radio e ripetitori televisivi, sistemi di segnalazione e raccolta dati, ecc.

Non è stata altresì considerata la possibilità di realizzare delle centrali elettriche fotovoltaiche con l'installazione delle celle direttamente sul terreno.

#### **3.1.2.4 Eolico**

La valutazione dell'energia eolica potenzialmente sfruttabile su un territorio esteso come quello della regione Liguria si presenta difficile e comunque con grossi margini di incertezza.

La prestazioni di un impianto eolico sono infatti fortemente legate alle caratteristiche anemologiche (e quindi orografiche) dei singoli siti e tali informazioni sono ottenibili solo con misurazioni da effettuare sul posto e non certo mediante una mappa eolica delle aree.

Ciò comporta che l'effettivo potenziale eolico può essere valutato esclusivamente per i siti prescelti su cui sono state fatte opportune misurazioni.

A livello comunale è possibile ottenere delle stime indicative, ma solo tramite un'indagine diretta è possibile valutare la fattibilità e di conseguenza il potenziale della fonte (oltre alle rilevazioni anemologiche vanno verificate sia l'accessibilità al sito che la distanza dalla rete elettrica).

A questo proposito sono molto utili le linee guida elaborate dalla Associazione Europea per l'Energia Eolica riguardanti la costruzione degli impianti eolici.

Tali linee guida seguono un flusso cronologico attraverso il processo di sviluppo, articolato in sette fasi<sup>6</sup>.

1. Selezione del sito;
2. Pre-fattibilità;
3. Valutazioni di dettaglio;
4. Autorizzazioni;
5. Costruzione;
6. Esercizio;
7. Smantellamento.

Per quanto riguarda la prima fase della selezione del sito, un utile strumento è costituito dal già citato studio regionale sul potenziale eolico della Liguria che fornisce una mappatura della risorsa vento su tutto il territorio di competenza.

L'analisi condotta nell'ambito di questo lavoro verterà sulla stima del potenziale eolico nei singoli comuni della regione sulla base delle informazioni sin qui disponibili.

La metodologia utilizzata in questa sede ha seguito i seguenti passi successivi:

- Identificazione delle classi di territorio più idonee;
- Valutazione della risorsa eolica con riferimento a tali classi;
- Stima del numero di sistemi eolici potenzialmente installabili;
- Valutazione della potenzialità annua espressa dalle macchine teoricamente installate.

L'identificazione delle classi di territorio più idonee all'installazione dei sistemi eolici è stata condotta mediante l'utilizzo del programma CORINE.

---

<sup>6</sup> Per ulteriori informazioni in proposito, oltre allo studio della Regione Liguria sul potenziale eolico della regione già citato, si possono consultare "Energia Eolica – aspetti tecnici, ambientali e socio-economici" dell'ENEA e "Wind Energy the Facts – A plan for action in Europe" European Commission.

Attraverso la suddivisione territoriale proposta dal programma è stata individuata, comune per comune, l'estensione di quelle aree che meglio si prestano ad essere analizzate per ragioni di convenienza economica, di disponibilità, di rugosità delle superfici, ecc.

I gruppi CORINE considerati sono quelli che fanno riferimento alle aree a pascolo, alle praterie naturali, alle brughiere e ai cespuglieti.

Sovrapponendo le zone considerate con le mappe eoliche elaborate dal codice WINDS si è fornita ad ogni gruppo una caratterizzazione eolica.

È stato pertanto possibile associare ad ogni comune ed ai gruppi Corine prescelti un valore percentuale di ogni classe di vento prestabilita rispetto alla superficie totale del gruppo Corine stesso.

Nella seguente tabella sono riportate le classi predefinite della velocità del vento media di ogni zona calcolata su base annua:

Classe	Velocità del vento (m/s)
classe_1	< 5
classe_2	5 - 6,5
classe_3	6,5 - 8
classe_4	8 - 9,5
classe_5	9,5 - 11
classe_6	> 11

Un'analoga tabella riporta le classi predefinite della densità di potenza del vento media di ogni zona calcolata su base annua:

Classe	Densità di potenza (W/mq)
classe_1	< 85
classe_2	85 - 190
classe_3	190 - 350
classe_4	350 - 580
classe_5	580 - 880
classe_6	> 880

Si osserva che il codice WINDS utilizzato per la definizione di questo studio ha tenuto conto sia della correzione di Betz che della rugosità del terreno così come suggerita dal programma CORINE.

Il numero di motori eolici teoricamente installabili per ogni area è stato calcolato sulla base della seguente formulazione:

$$N^{\circ} = S / (L \times D)^2$$

In cui:

- ✓ S è la superficie dell'area considerata (mq)
- ✓ D è il diametro del rotore della macchina (m)
- ✓ L è il rapporto fra la distanza tra le macchine e il diametro del rotore di esse

Nell'elaborazione si è fatto riferimento al caso di una macchina standard con pale rotoriche da 30 metri di diametro e si è ipotizzato che il rapporto tra la distanza degli eolici e suddetto diametro sia di 10 metri.

Per quanto relativo alla superficie è stato necessario condurre alcune ipotesi: infatti non tutta l'area comunale che corrisponde ai gruppi Corine considerati può definirsi sfruttabile poiché soltanto una parte di essa risulta essere idonea.

Usualmente, per sfruttare i migliori regimi anemologici, gli eolici vengono sistemati esclusivamente sui crinali che non sono nemmeno del tutto sfruttabili per ragioni di copertura delle scie.

Pertanto nella presente elaborazione, oltre a non essere state considerate quelle porzioni di aree che cadono nella prima classe anemologica (che corrisponde a caratteristiche di vento non economicamente sfruttabili), si è operata una riduzione della superficie rimanente considerandone unicamente una percentuale del 10%.

A seguito del calcolo del numero e della concentrazione della macchine eoliche teoricamente installabili e applicando valori di producibilità media annua, si ottiene la producibilità teorica massima relativa all'intero comune.

Poiché i dati a disposizione si riferiscono a situazioni mediate sull'intero arco dell'anno, il calcolo della producibilità teorica si è basato su un totale di 8.760 ore annue.

Il potenziale così calcolato è stato ulteriormente corretto in relazione alla effettiva efficienza delle turbine eoliche.

### **3.1.2.5      *Idroelettrico***

La metodologia utilizzata per il potenziale idroelettrico si basa essenzialmente sull'utilizzo del patrimonio informativo esistente che risulta essere idoneo alle specifiche esigenze di pianificazione.

Esistono in merito studi a carattere nazionale e regionale che definiscono il potenziale della risorsa presente sul territorio; l'attenzione è stata rivolta alla definizione del potenziale realmente utilizzabile in una Regione che non presenta le caratteristiche ideali per l'energia idroelettrica. Il carattere torrentizio dei corsi con una forte stagionalità della portata, lo sviluppo ridotto dei bacini idrografici rendono difficile un approccio intensivo allo sfruttamento della risorsa

In questa fase si è preferito riassumere ed analizzare il patrimonio di studi e progetti disponibili al fine di individuare alcune linee di indirizzo che la Regione

Liguria potrebbe intraprendere nei confronti della risorsa "acqua". Particolare attenzione dovrà essere posta all'aspetto dell'inserimento ambientale sia in riferimento alle risorse idriche che al territorio in cui si va ad inserire il nuovo impianto (dissesti idrogeologici, stabilità dei versanti, trasporto solido, ecc.).

## **3.2 Il potenziale delle Fonti Rinnovabili nella regione**

### *3.2.1 Premessa*

Nell'ambito del presente paragrafo vengono descritte le potenzialità delle risorse energetiche rinnovabili all'interno del territorio regionale con l'obiettivo di evidenziare le eventuali aree di concentrazione che possono favorire o meno lo sviluppo dei progetti energetici.

Una conoscenza approfondita della distribuzione territoriale delle principali caratteristiche delle risorse energetiche consente infatti una valutazione immediata della loro collocazione geografica nell'ambito delle aree di maggiore o minore concentrazione, ovvero l'appartenenza o meno ai bacini energetici.

Allo scopo di visualizzare in modo immediato la distribuzione delle risorse sul territorio della Liguria sono state predisposte delle mappature per ognuna delle risorse energetiche rinnovabili.

Tali mappature, riportate nell'allegato conclusivo, costituiscono una rappresentazione grafica dei dati valutati sulla base delle metodologie descritte nei precedenti paragrafi ed evidenziano le classi di intensità di ciascuno dei tipi di risorsa presi in considerazione a livello comunale.

La distribuzione delle risorse viene presentata utilizzando come unità di misura la tonnellata equivalente di petrolio (tep) e, per ragioni di uniformità, la stessa unità di misura viene usata anche per l'energia elettrica.

Si fa presente che il potenziale delle fonti è solamente teorico e prescinde da considerazioni sulla reale disponibilità delle risorse poiché si riferisce all'intera risorsa presente sul territorio.

In realtà solo una parte di questa, il cosiddetto potenziale effettivo, è effettivamente sfruttabile nelle condizioni tecnologiche, economiche e sociali al contorno.

Come già accennato nella fase di presentazione metodologica, nel caso delle risorse idriche si è invece fatto riferimento ad un potenziale effettivo incrementale rispetto a quello già sfruttato nella regione.

### 3.2.2 Biomasse

#### a) Residui zootecnici

A causa della modesta presenza in Liguria di grandi allevamenti i residui zootecnici non rappresentano una risorsa molto interessante per la maggior parte dei comuni appartenenti al territorio.

Come si osserva dalla tabella riportata nel seguito si è stimato che, su base regionale, il potenziale energetico annuo teoricamente raggiungibile con lo sfruttamento di tutti i residui solidi volatili ammonta a circa 13 ktep/anno.

<b>Potenziale energetico da residui solidi animali</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	5.668	43%
<b>Imperia</b>	1.464	11%
<b>La Spezia</b>	2.939	22%
<b>Savona</b>	3.151	24%
<b>LIGURIA</b>	13.222	100%

La provincia di Genova contribuisce con il 43% del totale regionale, quella di Savona al 24%, quella di La Spezia al 22% e l'imperiese per il restante 11%.

Soltanto 12 comuni, per lo più dislocati nell'entroterra della regione, vantano un potenziale energetico teoricamente raggiungibile superiore ai 200 tep/anno. Osservando la mappa tematica relativa alla risorsa complessiva si può notare che a questi comuni con il maggior potenziale corrisponde spesso anche una maggiore estensione territoriale (Genova per esempio).

Tuttavia se si considera il potenziale energetico specifico, vale a dirsi valutato sull'estensione della superficie comunale, si può osservare che la risorsa zootecnica è maggiormente importante per comuni di fascia più piccola e comunque sempre appartenenti all'entroterra ligure come nel caso di Aquila d'Arroscia, Chiusavecchia e Diano San Pietro nell'imperiese, Cosseria in provincia di Savona, Zignago e Sarzana in quella di La Spezia.

#### b) Residui agricoli

Rispetto ai residui zootecnici e pur in assenza di aziende agricole di forte taglia, la biomassa agricola indica la teorica possibilità d'accedere ad un potenziale energetico quasi doppio.

Come visualizzato dalla seguente tabella, in Liguria sono infatti teoricamente producibili più di 23 ktep/anno da questa fonte.

<b>Potenziale energetico da residui agricoli</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
	<b>Genova</b>	5.068	22%
	<b>Imperia</b>	5.810	25%
	<b>La Spezia</b>	5.993	26%
	<b>Savona</b>	6.514	28%
<b>LIGURIA</b>		23.385	100%

Il potenziale risulta quasi equamente suddiviso fra le varie province e indica che nelle province più piccole (Imperia e La Spezia) l'agricoltura ha mantenuto radici più forti che non in quelle più estese (Genova e Savona).

Anche in questo caso la mappa tematica della risorsa complessiva indica che i comuni con il maggior potenziale sono quelli più vasti.

Tra questi si evidenziano le località di Imperia, Albenga, Dego, Genova e Sarzana che presentano un potenziale superiore ai 500 tep/anno, mentre soltanto altri 14 comuni dislocati nella fascia interna della regione hanno un potenziale superiore ai 250 tep/anno.

Considerando però il potenziale energetico specifico, cioè quello valutato in base all'estensione della superficie comunale, si osserva che i residui agricoli costituiscono una risorsa importante anche per alcuni piccoli comuni appartenenti a tutta la fascia litoranea e collinare quali Chiusavecchia, Pontedassio, Civezza, Diano Castello, Cervo e Soldano nell'imperiese dove è forte la coltivazione di vite e olivo, Cogorno e Leivi in provincia di Genova, Arcola e Santo Stefano di Magra in quella di La Spezia.

c) **Residui forestali**

Dal momento che la Liguria presenta forti caratteristiche montagnose, addirittura con carattere alpino nella sua parte occidentale, e poiché più di un terzo del territorio risulta coperto da boschi, è facilmente prevedibile che le biomasse forestali costituiscano una risorsa decisamente importante per essere sfruttata a scopi energetici.

<b>Potenziale energetico da biomassa forestale</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
	<b>Genova</b>	155.959	34%
	<b>Imperia</b>	69.244	15%
	<b>La Spezia</b>	81.865	18%
	<b>Savona</b>	156.545	34%
<b>LIGURIA</b>		463.613	100%



È stato stimato che per tutta la regione il potenziale teorico derivante dallo sfruttamento delle biomasse forestali possa ammontare a più di 460 ktep/anno.

Come sarà evidenziato in seguito il contributo teorico che può derivare dallo sfruttamento dei boschi risulta il maggiore tra quelli accessibili tramite fonte rinnovabile.

Anche se la risorsa bosco risulta uniformemente distribuita su tutto il territorio, le provincie di Genova e Savona – certamente per la loro maggiore estensione – sono quelle che presentano il potenziale più elevato (per entrambe pari al 34% del totale), mentre in misura minore incidono le provincie di La Spezia (18%) e Imperia (15%).

Per ben 5 comuni (Cairo Montenotte e Sassello nel savonese, Genova e Rezzoaglio in provincia di Genova e Varese Ligure in quella di La Spezia) il potenziale annuo complessivo è superiore a 10 ktep mentre per altre 10 località è comunque superiore a 5 ktep/anno.

Si nota però dalla mappa tematica che questi comuni, che comprendono tra l'altro anche il capoluogo di regione, presentano un elevato valore più legato alle dimensioni che alla densità locale della risorsa stessa.

La mappa che riporta l'ammontare della risorsa in funzione della superficie comunale evidenzia invece che le località più interessate allo sfruttamento del patrimonio forestale sono quelle dell'entroterra savonese e della Valle Bormida in particolare.

Sotto questo aspetto presentano un notevole interesse anche i comuni appartenenti alla zona limitrofa al passo del Bracco tra la provincia di Genova e quella di La Spezia.

### 3.2.3 Rifiuti Solidi Urbani (RSU)

Per quanto relativo ai RSU bisogna sottolineare la necessità di studiare più scenari relativi alla raccolta differenziata poiché, nell'ottica del necessario potenziamento di questa attività coerentemente con le direttive espresse nel decreto Ronchi, non si può pensare di valorizzare dal punto di vista energetico tutto il rifiuto prodotto ma soltanto la quantità rimanente a valle della raccolta differenziata.

Sono stati pertanto creati 6 scenari di riferimento di RD progressivamente crescenti ai quali è stata associata una valorizzazione energetica sulla base della metodologia descritta ai precedenti paragrafi.

Scenario 1

Il primo scenario si riferisce ad una percentuale di raccolta differenziata così come evidenziato dalla seguente tabella:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 1</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	20.889	4,80%
<b>Imperia</b>	3.831	3,20%
<b>La Spezia</b>	3.506	3,21%
<b>Savona</b>	5.820	3,56%
<b>LIGURIA</b>	34.046	4,11%

Sotto queste premesse l'ipotesi di termovalorizzazione del rifiuto tal quale ha permesso di identificare il potenziale che segue:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 1</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	86.138	52%
<b>Imperia</b>	23.980	15%
<b>La Spezia</b>	22.035	13%
<b>Savona</b>	33.114	20%
<b>LIGURIA</b>	165.267	100%

Si osserva che dei 165 ktep/anno teoricamente producibili più del 50% sono imputabili alla provincia di Genova in cui è predominante il contributo della città capoluogo (>64 ktep/anno) che con il suo elevato numero di abitanti contribuisce in maniera determinante alla produzione del rifiuto.

Seguono poi le altre province: Savona (per il 20%), Imperia (15%), La Spezia (13%).

Osservando la mappa tematica si può notare che i comuni più interessanti sono quelli di grande dimensione e molto popolosi con un netto predominio di quelli di fascia costiera rispetto a quelli più interni ove un reddito pro-capite solitamente più basso impone un più alto riuso del rifiuto prodotto.

Questa osservazione è tanto più evidente ragionando in termini di incidenza del potenziale in base alla superficie territoriale.

Dalla relativa mappa si può vedere la netta differenza fra i comuni appartenenti alle due fasce.

## Scenario 2

Il secondo scenario prende in esame una raccolta differenziata organizzata come segue:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 2</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	65.354	15,03%
<b>Imperia</b>	17.973	15,03%
<b>La Spezia</b>	16.422	15,03%
<b>Savona</b>	20.581	14,03%
<b>LIGURIA</b>	120.330	14,53%

Dalla valorizzazione energetica del rifiuto restante si è quantificato il seguente potenziale:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 2</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	75.708	52%
<b>Imperia</b>	20.816	14%
<b>La Spezia</b>	19.024	13%
<b>Savona</b>	29.184	20%
<b>LIGURIA</b>	144.732	100%

La diminuzione dei RSU disponibili ha fatto scendere a 144 ktep/anno l'energia teoricamente producibile suddivisa sul territorio regionale all'incirca nelle stesse proporzioni misurate nello scenario precedentemente.

Le considerazioni da farsi sulla mappa tematica della risorsa complessiva e sul tematismo in termini di densità territoriale della risorsa stessa rimangono per lo più inalterate.

## Scenario 3

Lo scenario n° 3 considera la seguente RD:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 3</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	87.139	20,04%
<b>Imperia</b>	23.366	19,54%
<b>La Spezia</b>	21.350	19,54%
<b>Savona</b>	29.631	19,00%
<b>LIGURIA</b>	161.486	19,51%

I risultati della valorizzazione energetica del rifiuto restante sono i seguenti:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 3</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	71.142	52%
<b>Imperia</b>	19.770	15%
<b>La Spezia</b>	18.068	13%
<b>Savona</b>	26.884	20%
<b>LIGURIA</b>	135.864	100%

Il potenziale energetico da RSU è sceso fino a 135 ktep/anno ma la mappa tematica della risorsa complessiva e il tematismo della densità territoriale della risorsa indicano sempre nei comuni più grandi e costieri le aree più interessanti.

#### Scenario 4

Viene considerato il seguente scenario di RD:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 4</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	113.271	26,05%
<b>Imperia</b>	29.955	25,05%
<b>La Spezia</b>	27.370	25,05%
<b>Savona</b>	38.681	26,05%
<b>LIGURIA</b>	209.277	25,28%

I risultati teorici della termovalorizzazione del rifiuto restante sono i seguenti:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 4</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	65.293	52%
<b>Imperia</b>	18.371	15%
<b>La Spezia</b>	16.789	13%
<b>Savona</b>	24.674	20%
<b>LIGURIA</b>	125.127	100%

Il potenziale complessivo regionale è sceso a 125 ktep/anno.

Anche per questo scenario vengono riportate in allegato la mappa tematica della risorsa complessiva e il tematismo della densità territoriale della risorsa .

**Scenario 5**

Viene considerato il seguente scenario di RD:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 5</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	132.838	30,55%
<b>Imperia</b>	35.964	30,08%
<b>La Spezia</b>	32.860	30,08%
<b>Savona</b>	46.119	28,08%
<b>LIGURIA</b>	247.781	29,93%

I risultati teorici della termovalorizzazione del rifiuto restante sono i seguenti:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 5</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>		61.488	52%
<b>Imperia</b>		17.116	15%
<b>La Spezia</b>		15.642	13%
<b>Savona</b>		23.236	20%
<b>LIGURIA</b>		117.482	100%

Il potenziale regionale è sceso a 117 ktep/anno.

In allegato vengono riportate la mappa tematica della risorsa complessiva e il tematismo della densità territoriale della risorsa relative allo scenario in oggetto.

**Scenario 6**

Viene considerato il seguente scenario di RD:

<b>Raccolta differenziata RSU - Scenario 6</b>		
<b>Provincia</b>	<b>RD - RSU (t)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	156.754	36,05%
<b>Imperia</b>	42.571	35,60%
<b>La Spezia</b>	38.897	35,60%
<b>Savona</b>	53.652	32,66%
<b>LIGURIA</b>	291.874	35,25%

I risultati teorici della valorizzazione energetica del rifiuto tal quale sono i seguenti:

<b>Potenziale energetico da RSU - Scenario 6</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
	<b>Genova</b>	55.770	52%
	<b>Imperia</b>	15.597	15%
	<b>La Spezia</b>	14.241	13%
	<b>Savona</b>	21.436	20%
<b>LIGURIA</b>		107.044	100%

Il potenziale regionale è sceso a 107 ktep/anno.

Anche per questo scenario vengono riportate la mappa tematica della risorsa complessiva e il tematismo della densità territoriale della risorsa in allegato.

A questo punto del lavoro giova ricordare che oltre alla termovalorizzazione per combustione del rifiuto tal quale esistono ulteriori tecniche di sfruttamento della risorsa che sono state analizzate in alternativa a quella più tradizionale:

- Termovalorizzazione tramite gassificazione;
- Impianto secco-umido + Termovalorizzazione del secco;
- Impianto CDR + Termovalorizzazione del CDR;
- Impianto CDR + Termovalorizzazione del CDR e dell'umido.

Per ogni comune della regione è stato calcolato pertanto un potenziale energetico da RSU anche in relazione alle suddette tecnologie.

Nel seguito sono riportati i risultati provinciali di tale analisi.

È evidente che l'utilizzazione delle succitate tecnologie consente di stimare potenziali energetici inferiori a quelli calcolati nel caso della combustione del tal quale imputabili soprattutto alla minore quantità di combustibile impiegabile.

Tuttavia si sottolineano le minori ricadute d'impatto ambientale conseguenti alla diminuzione delle emissioni rilasciate in atmosfera e al maggior recupero del materiale estraneo.

## CESEN

Provincia	Gassificazione	Termovalorizzazione solo del secco e umido a discarica	Termovalorizzazione CDR e umido a discarica	Termovalorizzazione CDR e umido
<i>Scenario 1</i>				
GE	49.678	76.750	49.454	65.086
IM	13.889	21.457	13.826	18.196
SP	12.691	19.608	12.634	16.628
SV	19.018	29.381	18.932	24.916
LIGURIA	95.275	147.196	94.847	124.826
<i>Scenario 2</i>				
GE	44.339	68.502	44.140	58.092
IM	12.191	18.835	12.137	15.973
SP	11.142	17.213	11.091	14.597
SV	16.953	26.191	16.876	22.210
LIGURIA	84.625	130.741	84.244	110.872
<i>Scenario 3</i>				
GE	41.725	64.463	41.538	54.666
IM	11.544	17.835	11.492	15.125
SP	10.550	16.299	10.503	13.822
SV	15.767	24.360	15.697	20.658
LIGURIA	79.587	122.958	79.229	104.271
<i>Scenario 4</i>				
GE	38.589	59.618	38.415	50.558
IM	10.754	16.614	10.705	14.089
SP	9.828	15.183	9.783	12.876
SV	14.582	22.529	14.517	19.105
LIGURIA	73.753	113.944	73.421	96.628
<i>Scenario 5</i>				
GE	36.241	55.990	36.078	47.481
IM	10.032	15.499	9.987	13.143
SP	9.168	14.164	9.127	12.012
SV	13.695	21.158	13.633	17.943
LIGURIA	69.136	106.811	68.825	90.579
<i>Scenario 6</i>				
GE	33.371	51.556	33.221	43.721
IM	9.240	14.275	9.198	12.106
SP	8.444	13.046	8.406	11.063
SV	12.709	19.634	12.652	16.650
LIGURIA	63.764	98.512	63.477	83.541

### 3.2.4 Solare (termico e fotovoltaico)

Sulla base delle elaborazioni condotte conformemente alla metodologia indicata nei precedenti paragrafi risulta che il potenziale dell'energia solare sul territorio regionale è fortemente significativo come del resto facilmente preventivabile da un'attenta analisi della collocazione geografica della regione e del clima che la caratterizza.

Lo studio è stata condotto separatamente per le due tecnologie principali di sfruttamento della risorsa sole:

- Utilizzo di pannelli solari termici (produzione di calore);
- Utilizzo di moduli fotovoltaici (produzione di energia elettrica).

È stato calcolato un potenziale teorico a livello comunale derivante dall'utilizzo di entrambe le tecnologie.

a) Solare termico

L'energia messa a disposizione dal sole e sfruttata mediante i pannelli solari termici costituisce, dopo la biomassa forestale, la risorsa più significativa presente sul territorio regionale.

Le elaborazioni condotte hanno evidenziato che complessivamente si possono produrre ogni anno circa 345 ktep di energia, per il 41% nella provincia di Genova, per il 30% in quella di Savona mentre la restante quota è suddivisa nelle province più piccole (17% Imperia e 13% La Spezia).

<b>Potenziale energetico da solare termico</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
	<b>Genova</b>	141.308	41%
	<b>Imperia</b>	57.505	17%
	<b>La Spezia</b>	43.492	13%
	<b>Savona</b>	103.847	30%
<b>LIGURIA</b>		346.152	100%

La mappa tematica di distribuzione territoriale del potenziale indica che sono di grande interesse quasi tutti i comuni dislocati sulla fascia litoranea della Liguria con maggiore prevalenza di quelli caratterizzati da una maggiore estensione di tessuto urbano che determina un maggior numero di tetti idonei all'installazione dei pannelli.

Ben 13 comuni costieri presentano un potenziale annuo superiore ai 5 ktep ed altri 21 si attestano su cifre superiori ai 2 ktep/anno.

I suggerimenti che vengono espressi da un'analisi più specifica sulla densità di distribuzione della risorsa in base alla superficie territoriale sono quasi analoghi salvo fatta la considerazione che i comuni che appartengono alla prima fascia d'interesse (> 80 tep/kmq) aumentano considerevolmente fino al numero di 64.



Ciò sta a significare che il solare termico costituisce una grande opportunità anche per le località più piccole e non soltanto per quelle di maggiore dimensione.

b) Solare fotovoltaico

Alla stessa maniera del solare termico pure il solare fotovoltaico, sebbene coi suoi limiti legati ad uno sfruttamento economico della risorsa, risulta presentare aspetti decisamente significativi.

Il lavoro svolto ha evidenziato un potenziale teoricamente raggiungibile di circa 60 ktep/anno, suddiviso per provincia sulla base di percentuali analoghe a quelle viste nel caso del solare termico.

<b>Potenziale energetico da solare PV</b>		
<b>Provincia</b>	<b>(tep)</b>	<b>%</b>
<b>Genova</b>	24.925	41%
<b>Imperia</b>	10.130	17%
<b>La Spezia</b>	7.672	13%
<b>Savona</b>	18.308	30%
<b>LIGURIA</b>	61.036	100%

Anche in questo caso la mappa tematica evidenzia che i comuni più interessanti sono quelli collocati in riviera.

Ben 8 di questi presentano un potenziale superiore a 1 ktep/anno.

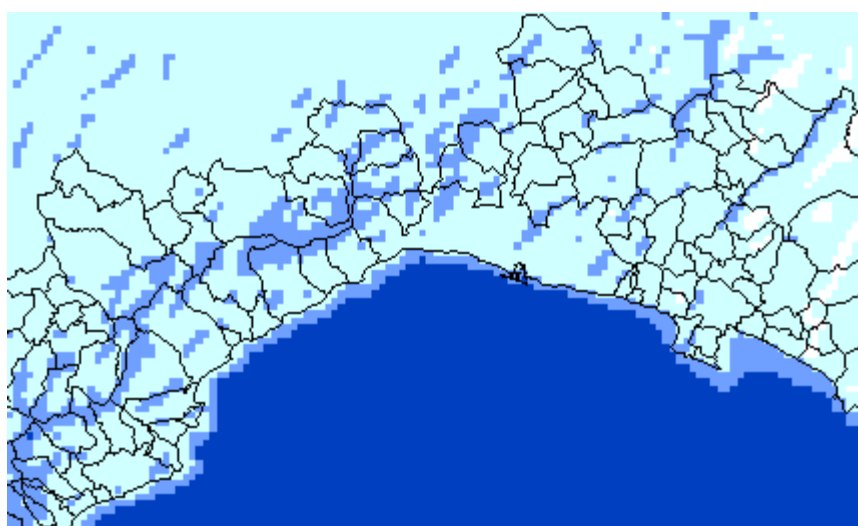
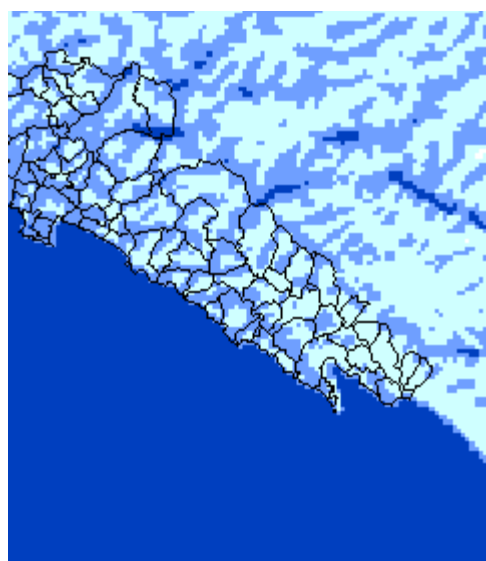
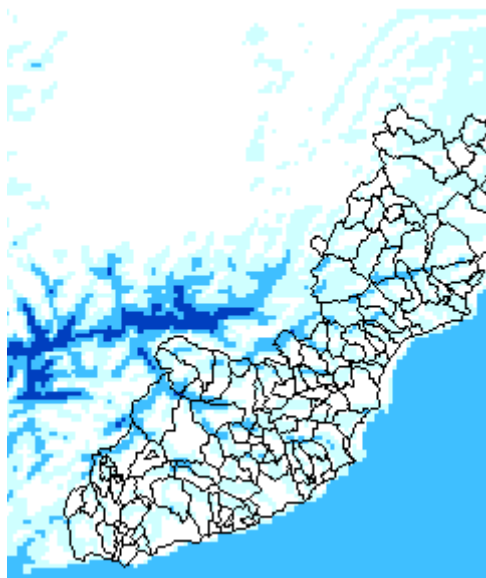
Tuttavia il tematismo condotto specificatamente in relazione all'estensione dei comuni indica più di 60 località litoranee che potrebbero essere interessate ad iniziative nel settore fotovoltaico presentando valori superiori a 15 tep/kmq.

### 3.2.5 Eolico

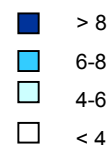
Per quanto relativo al potenziale eolico della regione, una prima indicazione si ottiene dalle mappe eoliche relative alla Liguria da cui si evince che non esistono molti siti di grande interesse per l'applicazione di esperienze relative all'approvvigionamento di energia dal vento.

Si può infatti osservare che tanto le mappe eoliche relative alla velocità media annua del vento quanto quelle inerenti la densità di potenza media annua evidenziano pochi siti con un elevato potenziale che costituiscono una porzione minima del territorio regionale.

## CESEN



Velocità media del vento  
in Liguria - (m/s)



Soprattutto preme evidenziare il fatto che nell'ambito di un territorio comunale si può verificare la presenza di siti di interesse che non necessariamente sono stati oggetto della nostra analisi che ha considerato, per ragioni di maggiore disponibilità del territorio, soltanto le aree libere adibite a pascolo, prateria brughiera ed affini.

Può infatti risultare che un sito di particolare interesse appartenga ad una fascia territoriale non considerata non comparando pertanto nel presente lavoro eseguito sulla base della metodologia precedentemente indicata.

Con riferimento alle aree a pascolo, alle praterie e alle brughiere può inoltre risultare che alcuni comuni non abbiano per nulla un potenziale eolico perché privi di territorio con le caratteristiche sopra descritte.

L'elaborazione condotta ha portato ai seguenti risultati:

<b>Potenziale energetico da fonte eolica</b>			
<b>Provincia</b>		<b>(tep)</b>	<b>%</b>
	<b>Genova</b>	5.877	46%
	<b>Imperia</b>	3.646	28%
	<b>La Spezia</b>	922	7%
	<b>Savona</b>	2.437	19%
<b>LIGURIA</b>		12.881	100%

Globalmente in Liguria il potenziale teorico da fonte eolica non risulta elevato e non supera i 13 ktep su base annua.

La provincia con il maggiore potenziale in assoluto risulta quella di Genova che contribuisce con il 46%, seguono quella di Imperia (28%), Savona (19%) e La Spezia (7%).

Osservando la mappa tematica che riporta le elaborazioni condotte comune per comune si può notare che soltanto 17 località hanno un potenziale annuo superiore a 150 tep/anno e spesso sono località di grande dimensione (quali Genova e i suoi principali comuni limitrofi) e quindi con maggiore disponibilità del territorio considerato.

Da osservare inoltre le buone potenzialità espresse da alcuni comuni dell'entroterra imperiese (Triora, Mulini di Triora, Carpasio, ecc.) e dal comune di Varese Ligure (provincia di La Spezia).

Tuttavia, se si fa riferimento alla mappa specifica del potenziale in relazione alla superficie territoriale disponibile, si evidenzia come in realtà soltanto pochissime località presentino dati interessanti che suggeriscono ulteriori approfondimenti.

### 3.2.6 *Idroelettrico*

La Regione Liguria, pur presentando caratteristiche geo-morfologiche particolari, presenta un potenziale idroelettrico di rilievo che ha consentito lo sviluppo di impianti in generale serviti da serbatoio di compenso per far fronte ai periodi di magra. Il regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua e la loro ridotta lunghezza rappresentano il fattore di maggior ostacolo alla diffusione dello sfruttamento del potenziale.

Nel presente paragrafo si riporta una sintesi dei principali studi che hanno interessato il settore idroelettrico nella Regione Liguria.

Una **ricerca dell'IRSA** (Istituto di Ricerche sulle Acque) - Indagine sulle risorse idroelettriche italiane - (1973), portava ad una stima del potenziale lordo dei bacini imbriferi pari a 4.585 GWh/anno, mentre il potenziale lordo relativo alle aste principali si riduceva a 3.017 GWh/anno.

Questi valori, decisamente rilevanti, rappresentano un indicatore puramente teorico; l'energia idroelettrica prodotta si colloca mediamente attorno al 10 % del potenziale disponibile mentre il valore massimo raggiungibile arriva al 15-20% (la Lombardia ad esempio arriva al 12 %). La Regione Liguria per le note ragioni l'idroelettrico prodotto non dovrebbe superare il 5 - 6 % del potenziale teorico.

In precedenza erano stati effettuati altri studi rivolti alla individuazione di possibili siti per l'installazione di impianti idroelettrici; si fa riferimento allo studio dell'Ufficio Idrografico del Genio Civile del 1932 che aveva individuato ben 81 siti di interesse.

Si riportano, nella tabella allegata, i dati riepilogativi dello studio al fine di un dato storico che non può e non deve essere utilizzato ai fini pratici in quanto i criteri progettuali dell'epoca mal si conciliano con le esigenze di impatto ambientale e territoriale. Rappresentano ancora un "potenziale teorico" anche se con un livello di approfondimento maggiore della precedente valutazione ma con seri problemi nel passaggio alla fase realizzativa.

Risorse idroelettriche:  
indagine dell'Ufficio Idrografico del Genio Civile.

Provincia	Numero Impianti	Potenza (MW)
<i>Bacini con foce al Mar Ligure</i>		
Imperia	24	44.6
Savona	9	10.6
Genova	18	21.1
La Spezia	15	41.0
<i>Totale parziale</i>	<i>66</i>	<i>117.3</i>
<i>Bacini del Po regione emiliana</i>		
Genova	10	40.3
<i>Bacini del Po regione piemontese</i>		
Savona - Genova	5	13.3
<b>Totale generale</b>	<b>81</b>	<b>171.0</b>

L'energia teoricamente producibile da questi impianti è pari a circa 684 GWh/anno nell'ipotesi di un funzionamento per 4000 ore.

Lo **studio CESEN** sulla valutazione delle potenzialità idroelettriche da piccoli impianti (1985), ha costituito un momento di sintesi delle informazioni disponibili relativamente agli impianti idroelettrici in Liguria con un approfondimento per le cosiddette "minidrauliche" (al di sotto dei 3 MW - a livello europeo il limite smallhydro è collocato a 10 MW).

I risultati di sintesi dello studio avevano evidenziato una forte presenza di piccoli impianti che erano "potenzialmente" realizzabili anche alla luce delle dismissioni Enel di alcuni impianti ed alla presenza di incentivazioni (Legge 308/82).

Gli impianti attivi erano 23 con una potenza complessiva di 14.5 MW ed una producibilità media annua pari a 53.9 GWh.

Gli impianti inattivi erano 59 con una potenza complessiva di 7.7 MW ed una producibilità media annua stimata pari a 33 GWh.

Nello stesso studio era stata effettuata valutazioni relativamente agli impianti proposti e non realizzati (limitatamente alla taglia compresa tra 220 e 3.000 KW), evidenziando la fattibilità tecnica di 46 impianti citati nell'indagine del 1932; nel corso delle analisi effettuate erano stati considerati altri 15 impianti (per una potenza complessiva di 13.1 MW) per i quali era stata avviata la pratica di richiesta di concessione presso il competente Genio Civile.

In totale risultavano essere "fattibili" 61 impianti proposti per una potenza complessiva di 74.7 MW con una producibilità stimata di 299 GWh di energia.

Nelle tabelle seguenti si riportano, in dettaglio, i risultati dello studio.

CENTRALINE ATTIVE						
	ENEL		PRIVATI		TOTALE	
	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)
Genova	5	4.500	12	8.309	17	12.809
Imperia	1	700			1	700
La Spezia			1	113	1	113
Savona			2	780	2	780
<b>Totale</b>	<b>6</b>	<b>5.200</b>	<b>15</b>	<b>9.202</b>	<b>21</b>	<b>14.402</b>

**CESEN**

CENTRALINE INATTIVE						
	<i>ENEL</i>		<i>PRIVATI</i>		<i>TOTALE</i>	
	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)
Genova	6	1.073	10	1.628	16	2.701
Imperia						
La Spezia	2	1.016	2	2.090	4	3.916
Savona						
<b>Totale</b>	<b>8</b>	<b>2.089</b>	<b>12</b>	<b>4.528</b>	<b>20</b>	<b>6.617</b>

CENTRALINE PROPOSTE						
	<i>Genio Civile</i>		<i>MIN.LL.PP.</i>		<i>TOTALE</i>	
	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)	N°	Potenza (KW)
Genova	5	2.627	13	22.398	18	25.025
Imperia	1	591	15	19.975	16	20.566
La Spezia			9	7.449	9	7.449
Savona	9	9.917	9	11.765	18	21.682
<b>Totale</b>	<b>15</b>	<b>13.135</b>	<b>46</b>	<b>61.587</b>	<b>61</b>	<b>74.722</b>

Successivamente la Regione Liguria, come riportato al punto 2.3.2, si è dotata di uno strumento informatico in grado di determinare la disponibilità di risorsa idrica in un determinato bacino idrografico.

Il modello, sviluppato in ambiente GIS - Windows Nt, è in grado di generare la curva di durata delle portate medie mensili del corso d'acqua che è "proporzionale" all'energia idroelettrica (l'energia è, a meno di costanti, proporzionali alla portata ed al salto disponibile).

Le prime prove del modello sono stati alcuni studi di fattibilità per interventi nel settore idrico inerenti il Consorzio Val d'Aveto e i Comuni di Pigna, Borgomaro, Castelvittorio, Montalto, Osiglia, Pallare, Torriglia, Né e Varese Ligure.

Nel recente passato, un'iniziativa sviluppata dall'Agenzia Regionale per l'Energia, ha permesso di sviluppare alcuni studi di fattibilità di impianti mini-idraulici nei Comuni inseriti nelle aree dell'Obiettivo Vb. Sono pertanto disponibili 18 studi di pre-fattibilità per altrettanti impianti. Le caratteristiche più importanti degli impianti sono riassunti nella tabella seguente.

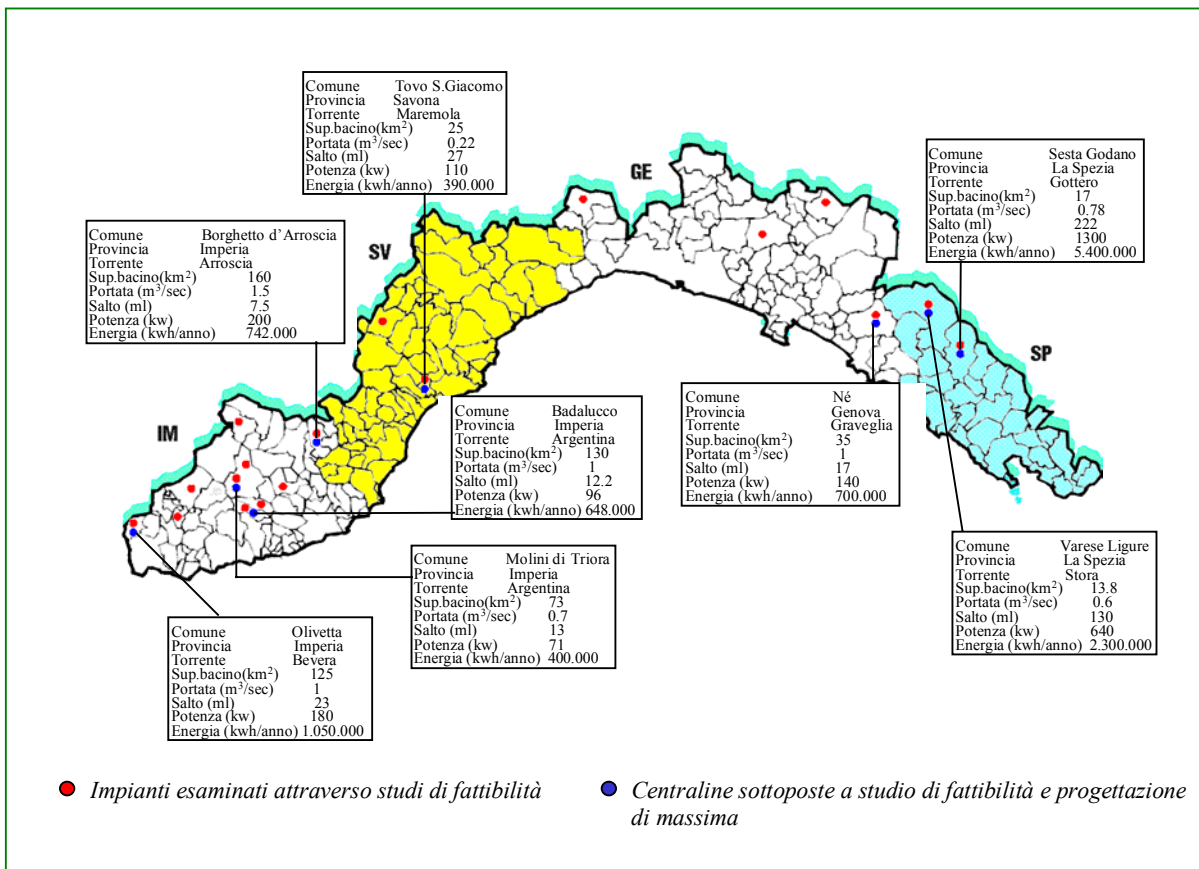
Provincia	Impianto	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Salto (m)	Potenza (KW)	Energia (GWh/a)
Imperia	Badalucco	1.0	12	96	0.65
	BorghettoD'Arroscia	1.5	7.5	200	0.74
	Borgomaro	0.6	150	700	2.50
	Isolabona	3.5	5	143	0.60
	Mendatica	0.2	41	64	0.30
	Molini Triora Fognini	0.8	10	65	0.38
	Molini Triora Sambuco	0.7	13	71	0.40
	Montaldo	0.3	200	440	1.00
	Olivetta S. Michele	1.0	23	180	1.05
	Pigna	0.7	30	165	0.60
Savona	Com.Mon. Val Borm.	0.7	43	281	0.87
	Tovo S. Giacomo	0.2	27	110	0.39
Genova	Né	1.0	17	140	0.70
	Rossiglione	1.6	7	100	0.43
	Rovegno	0.02	27	12	0.06
	Torriglia	0.17	14	20	0.06
La Spezia	Sesta Godano	0.8	222	1.300	5.40
	Varese Ligure	0.6	130	640	2.50
<b>TOTALE</b>				<b>4.727</b>	<b>18.68</b>

Gli impianti individuati nel corso dello studio rappresentano una potenzialità reale, che potrebbero essere sfruttata salvo una verifica sulla fattibilità economica.

Nello stesso studio erano stati selezionati 8 impianti che presentavano buone caratteristiche relativamente agli aspetti tecnici, economici e procedurali (percorso sulla cantierabilità definito) sui quali è stato effettuato un supplemento di analisi con un vero e proprio studio di fattibilità con progettazione di massima. I risultati sono presentati nella tabella seguente e sono evidenziati nella successiva figura.

Impianto	Portata (mc/s)	Salto (m)	Potenza (KW)	Energia (GWh)
Olivetta S. M	1.0	23	170	1.05
Molini Triora	0.7	12	71	0.40
Badalucco	1.0	12	96	0.65
Borghetto d'A.	1.5	7	200	0.74
Tovo S. Giac.	0.2	27	110	0.39
Né	1.0	17	140	0.70
Varese Ligure	0.6	130	640	2.30
Sesta Godano	0.8	220	1300	5.40

## Caratterizzazione di alcuni potenziali impianti mini-idraulici in Liguria



Nel corso degli ultimi anni la Regione Liguria ha attuato misure specifiche per la incentivazione della realizzazione di impianti minidraulici nell'ambito dei Fondi strutturali relativamente ai Comuni situati nelle aree dell'Obiettivo Vb.

Sono state dichiarate ammissibili le pratiche relative ad una decina di impianti e per due impianti è stato approvato il finanziamento per la realizzazione.

Nell'ambito di un altro provvedimento normativo, la stessa Regione Liguria, con la Legge 48, ha in istruttoria la realizzazione di alcuni progetti per la realizzazione di ulteriori impianti.

L'andamento degli ultimi decenni conferma una vitalità del comparto idroelettrico pur in presenza di fattori territoriali limitanti; esistono risorse potenzialmente sfruttabili e soprattutto esiste un tessuto imprenditoriale sensibile a questo tipo di energia rinnovabile. Il passato ha confermato che l'idroelettrico può coesistere e svilupparsi anche in condizioni difficili.



Vale la pena ricordare, come anticipato al paragrafo 2.2.1, che nella Regione Liguria sono presenti 35 impianti idroelettrici con una potenza di 68 MW installati ed una producibilità di 275 GWh (pari al 4.6 % dell'energia consumata).

Sulla base degli studi e dei progetti a disposizione le informazioni di sintesi relative al settore idroelettrico in Regione Liguria possono essere così riassunte.

↪	Potenziale teorico lordo	4.585 GWh
↪	Potenziale teorico aste principali	3.017 "
↪	Potenziale reale ( 5 - 6 %)	230 - 275 "
↪	Impianti individuati dal Genio Civile (1932)	684 "
↪	<b>Impianti idroelettrici attivi (1998)</b>	<b>35</b>
	<b>Producibilità media annua</b>	<b>275 GWh</b>

Il potenziale idroelettrico "reale" della Regione Liguria si può attestare attorno ai 350-400 GWh; la conformazione geo-morfologica, il regime idrologico dei corsi d'acqua e le aumentate esigenze di inserimento ambientale rendono difficile una espansione significativa del comparto idroelettrico.

### 3.3 Considerazioni complessive

La Liguria è una regione con caratteristiche esclusivamente collinari e/o montagnose in cui più di un terzo del territorio risulta coperto da boschi (circa il 35% secondo l'ultimo censimento agricolo-forestale dell'ISTAT).

Questa considerazione rende del tutto evidente che le biomasse forestali costituiscono una risorsa distribuita piuttosto uniformemente sul territorio e nelle stime eseguite viene indicata come predominante fra tutte le fonti rinnovabili d'energia.

Ben 41 comuni presentano un potenziale annuo superiore a 2 ktep derivanti dalla possibile gestione energetica della fonte.

Spesso si osserva che tra questi comuni i nuclei più grandi, quali i capoluoghi provincia, presentano un alto valore del potenziale più legato all'estensione territoriale che alla densità locale della risorsa.

Tuttavia, osservando in dettaglio il livello della densità specifica della risorsa, è facile constatare come lo sfruttamento energetico del patrimonio boschivo costituisca una grande opportunità per gran parte dei comuni liguri.

La valorizzazione delle biomasse agricole non costituisce invece un'opportunità altrettanto valida.

Solo pochi comuni (14) esprimono un potenziale annuo superiore ai 300 tep e sovente si presenta l'anomalia" costituita dai grossi comuni in cui la dimensione territoriale consente un potenziale energetico molto elevato anche in presenza di una bassa densità locale della risorsa.

L'opportunità di un corretto sfruttamento di questo potenziale è da vedersi soltanto in concomitanza di una forte concentrazione della risorsa che va analizzata, caso per caso, valutando l'interesse che possono esprimere più aziende agricole dislocate su un territorio limitrofo o parallelamente ad un'iniziativa finalizzata allo sfruttamento di biomasse forestali.

Ancor più dei residui agricoli sono i residui solidi animali ad esprimere bassissime potenzialità in Liguria.

Soltanto cinque comuni vantano un potenziale annuo superiore a 300 tep e tantissimi sono quelli che non raggiungono neppure il limite dei 50 tep/anno.

Il livello di distribuzione della fonte e la mancanza di una concentrazione minima di allevamenti non sembrano avvallare l'ipotesi di uno sfruttamento a fini energetici dei residui animali soprattutto in considerazione del fatto che sovente nella realtà ligure i capi di bestiame appartengono a piccoli agricoltori che utilizzano le deiezioni per concimare i seminativi.

Sicuramente di maggior rilievo sono i risultati espressi dalla teorica valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani nelle sue diverse forme.

In quest'ottica non bisogna dimenticare che i RSU costituiscono solo in ultima fase un bene da valorizzare energeticamente, privilegiandone in ogni caso il recupero ed il riuso tramite raccolta differenziata.

Dal punto di vista del potenziale energetico i comuni esprimono capacità proporzionali al reddito pro-capite della popolazione, alla densità abitativa e soprattutto in funzione del numero di abitanti.

È pertanto ovvio che i comuni più popolosi debbano prendere in considerazione forme di smaltimento differenti dalle tradizionali anche in un'ottica di recupero energetico.

Per i comuni più piccoli è invece necessario pensare a forme di aggregazione delle utenze per bacini in modo da costituire nuclei di dimensione tale da rendere efficiente il sistema di valorizzazione energetica soprattutto dal punto di vista economico.

A livello di disponibilità teorica della risorsa si sottolinea che ben 25 comuni dispongono di un potenziale annuo superiore a 1ktep in corrispondenza del primo scenario.

Per quanto relativo all'energia solare va detto da principio che essa costituisce una risorsa enorme distribuita su quasi tutto il territorio.

Una teorica valorizzazione energetica per usi termici (pannelli solari) esprime un potenziale di rilievo in 34 comuni che dispongono di un potenziale annuo superiore a 2ktep.

Altri 32 comuni hanno un potenziale superiore a 1 ktep/anno.

Giova ricordare che la valorizzazione condotta ha tenuto conto dell'eventualità d'installare sistemi solari termici sui tetti delle abitazioni ma un'ulteriore disponibilità, e quindi un maggior contributo della risorsa, può derivare dallo sfruttamento della tecnologia anche in altra maniera.

Per esempio nelle località di mare può essere interessante l'opportunità di dotare con tali dispositivi i bagni marini e le piscine scoperte, senza dimenticare che i pannelli solari ben si adattano ad essere installati anche nei giardini o in spazi analoghi limitrofi all'utenza.

Pur in presenza di caratteristiche climatologiche idonee, l'utilizzo del solare per la produzione di elettricità (fotovoltaico) esprime ovviamente potenzialità inferiori a quelle valutate per il solare termico a causa dello stato della tecnologia che non ha ancora raggiunto gli stessi livelli di prestazione oltre che di economicità.

Tuttavia, sempre considerando la teorica installazione sui tetti dei moduli PV, si possono verificare buone potenzialità.

Infatti per ben 39 comuni è stato valutato un potenziale annuo maggiore di 300 tep da fotovoltaico.

Si osserva anche in questo caso che i risultati delle valutazioni condotte possono non essere del tutto esaurienti perché non sono state prese in esame tutte le molteplici utilizzazioni tipiche del PV quali l'uso nell'illuminazione pubblica, nelle case sparse isolate, ecc.

Visto il ruolo strategico che gli indirizzi nazionali e internazionali hanno affidato alla tecnologia del fotovoltaico soprattutto l'ultimo aspetto può risultare non trascurabile ma si evidenzia altresì che in Liguria le abitazioni non elettrificate sono un numero talmente esiguo che in occasione dell'ultimo Censimento sulle Abitazioni dell'ISTAT (1991) il dato ad esse relativo non è stato neppure raccolto.

Il potenziale eolico della regione risulta sicuramente basso ma conforme alle aspettative conseguenti all'analisi delle mappe eoliche.

La valorizzazione condotta della risorsa vento ha evidenziato che per alcune località (11) esiste un potenziale teorico non trascurabile superiore a 300 tep/anno.

Tuttavia va aggiunto che studi più approfonditi nel settore dell'energia eolica non vanno eseguiti su base comunale bensì in sito, alla ricerca della risorsa effettiva e tramite misurazioni dettagliate che superano il carattere generico delle elaborazioni condotte a tavolino.

Per quanto attiene al comparto idroelettrico non sono ipotizzabili incrementi significativi rispetto alla installazioni esistenti per le caratteristiche dei corsi d'acqua e di territorio.

Esistono progetti interessanti sotto il profilo tecnico, economico ed ambientale che potrebbero attirare l'attenzione del tessuto imprenditoriale che dimostra una certa vitalità ed interesse. Sotto il profilo **industriale** appare interessante completare gli interventi in atto e gli impianti dotati di una cantierabilità certa; allo stesso tempo è necessario avviare un attento monitoraggio sui mutamenti che l'avvento della liberalizzazione del mercato porterà in Liguria. Alcuni impianti idroelettrici saranno ceduti da ENEL ed i nuovi acquirenti potrebbero intraprendere azioni di potenziamento e/o dismissioni che vanno ad interessare direttamente gli aspetti pianificatori delle risorse.

Relativamente all'aspetto **pianificazione energetica** si ritiene opportuno attuare un approccio rivolto all'utilizzo della risorsa idrica per tenere conto di tutti gli aspetti collegati con il territorio; si fa riferimento alla redazione dei piani di bacino che affrontano gli aspetti della tutela del suolo, all'applicazione della legge Galli che analizza il ciclo integrato dell'acqua. Un approccio quindi *integrato* rivolto alla definizione dei livelli di sostenibilità delle utilizzazioni esistenti evidenziando le disponibilità presenti per altri usi (idropotabile, irriguo ed energetico); rientrerebbe in tale quadro la definizione del minimo deflusso vitale.

In questo quadro di riferimento trova spazio la necessità di un approfondimento di natura **scientifica** a supporto della pianificazione delle risorse idroelettriche. L'implementazione e lo sviluppo della modellistica dovrebbe consentire di fornire all'Ente pianificatore indicazioni dettagliate ed esaustive di ciò che sta avvenendo sul territorio; si fa riferimento ai modelli afflussi e deflussi su scala giornaliera, alla definizione delle portate di esaurimento e di minimo deflusso vitale. Un momento di sintesi e di raccordo tra i vari strumenti in corso di elaborazione a livello regionale e provinciale potrà consentire di avere sotto controllo la gestione della risorsa idrica anche per un potenziamento delle energia idroelettrica in armonia con le altre utilizzazioni, con il territorio e l'ambiente.

Nel suo complesso il potenziale da fonti rinnovabili per l'intera regione è stato quantificato superiore al milione di tep, di cui l'80% circa che fa riferimento alle biomasse forestali ed al solare.

**Potenziale teorico da FR in Liguria (tep)**

PROVINCIA	Residui zootecnici	Residui agricoli	Biomassa forestale	RSU <sup>1</sup>	Solare <sup>2</sup>	Eolico	Idro <sup>3</sup>	TOTALE
GENOVA	5.668	5.068	155.959	71.142	141.308	5.877	6.020	391.041
IMPERIA	1.464	5.810	69.244	19.770	57.505	3.646	7.525	164.964
LA SPEZIA	2.939	5.993	81.865	18.068	43.492	922	9.030	162.309
SAVONA	3.151	6.514	156.545	26.884	103.847	2.437	7.525	306.902
<b>LIGURIA</b>	<b>13.222</b>	<b>23.385</b>	<b>463.613</b>	<b>135.864</b>	<b>346.152</b>	<b>12.881</b>	<b>30.100</b>	<b>1.025.217</b>

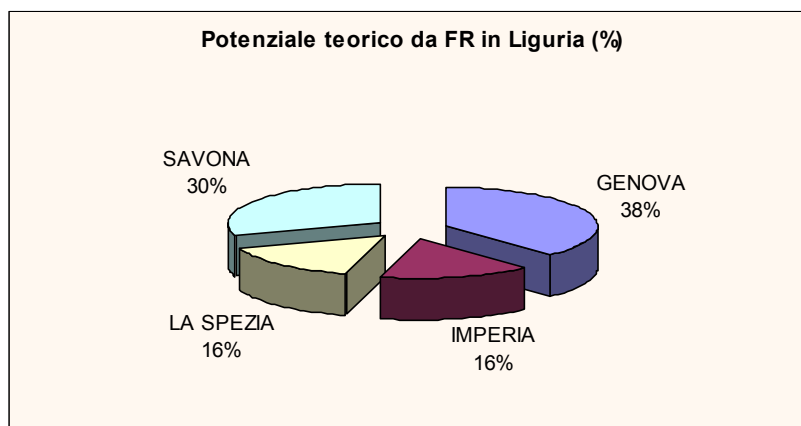
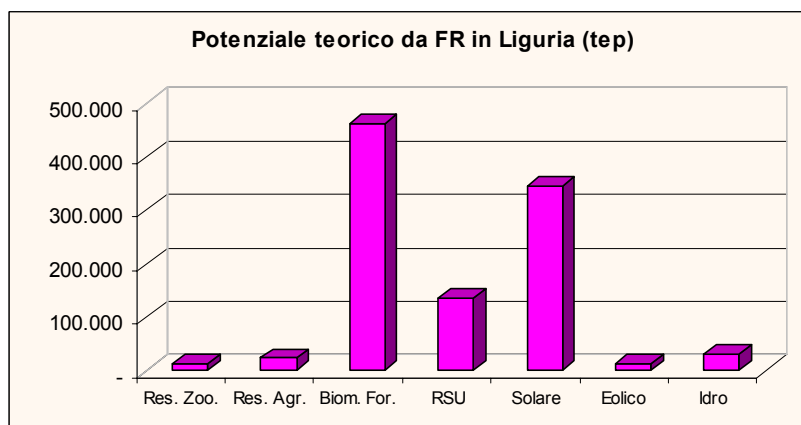
**Potenziale teorico da FR in Liguria (%)**

PROVINCIA	Residui zootecnici	Residui agricoli	Biomassa forestale	RSU <sup>1</sup>	Solare <sup>2</sup>	Eolico	Idro <sup>3</sup>	TOTALE
GENOVA	1%	1%	40%	18%	36%	2%	2%	100%
IMPERIA	1%	4%	42%	12%	35%	2%	5%	100%
LA SPEZIA	2%	4%	50%	11%	27%	1%	6%	100%
SAVONA	1%	2%	51%	9%	34%	1%	2%	100%
<b>LIGURIA</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>45%</b>	<b>13%</b>	<b>34%</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>	<b>100%</b>

(1) è stato considerato lo scenario 3 in quanto intermedio dei sei scenari analizzati

(2) è stato inserito soltanto il potenziale maggiore tra quello termico e PV

(3) è stato inserito il potenziale reale complessivo (comprensivo impianti esistenti)



**ALLEGATO A : POTENZIALE ENERGETICO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI  
PER PROVINCIA E COMUNI DELLA LIGURIA**

**ALLEGATO B : MAPPE TEMATICHE A LIVELLO COMUNALE**