



Figura 4.17: Dislocazione regionale degli impianti fotovoltaici di GD (Potenza efficiente lorda totale: 7 MW; Produzione lorda totale: 4 GWh).

4.2.4 Gli impianti termoelettrici nell'ambito della GD

Nel 2005 la produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della GD, è risultata essere pari a 6 TWh con 725 impianti in esercizio per 1.212 sezioni ed una potenza efficiente lorda totale pari a 1.577 MW, di cui circa 136 MW (165 sezioni) con una produzione nel 2005 nulla.

Come già sottolineato nel paragrafo 4.1, nel caso di impianti termoelettrici risulta più opportuno effettuare l'analisi considerando le singole sezioni dell'impianto, piuttosto che l'impianto medesimo nella sua interezza. Questo perché esistono impianti termoelettrici con più sezioni tra loro diverse sia per tecnologia impiantistica, sia per combustibile di alimentazione utilizzato. Questo è ancor più vero nel caso degli impianti ibridi. Infatti tra i 15 impianti ibridi indicati in tabella 4.A uno non ha sezioni ibride, ma più sezioni di cui alcune alimentate da fonti rinnovabili e altre da fonti non rinnovabili, e due impianti hanno sia sezioni monocombustibile, sia sezioni policombustibile ibride. Proprio in virtù di queste considerazioni nel caso dell'analisi di dettaglio effettuata per il termoelettrico si sono prese in esame le sezioni degli impianti e non i singoli impianti.

Considerando quindi le sezioni, su 1.212 sezioni termoelettriche 416 sezioni sono alimentate da biomasse, rifiuti o biogas per complessivi 441 MW, 778 sezioni sono alimentate da fonti non rinnovabili per complessivi 1.104 MW (di cui 184 MW in grado di essere alimentati con più combustibili, per un totale di 71 sezioni) e 18 sono sezioni ibride per circa 32 MW. Queste ultime sono sezioni alimentate da diversi combustibili sia rinnovabili che non rinnovabili (per lo più gas naturale utilizzato nei periodi in cui la fonte rinnovabile non è disponibile o per sostenere la combustione).

Complessivamente, quindi, in termini di potenza efficiente lorda, circa il 70% del parco termoelettrico nell'ambito della GD è alimentato da fonti non rinnovabili, il 2% può essere alimentato da fonti rinnovabili e non rinnovabili (sezioni ibride) ed il restante 28% da biomasse, rifiuti e biogas. Una situazione che rispecchia fedelmente, sebbene in termini percentuali, la situazione del 2004.

Confrontando questi dati con la totalità degli impianti termoelettrici installati in Italia nel 2005 si osserva che, mentre la potenza termoelettrica distribuita non rinnovabile rappresenta meno del 2% del totale termoelettrico non rinnovabile, la potenza termoelettrica distribuita rinnovabile rappresenta il 22% del totale termoelettrico rinnovabile italiano, segno evidente che gran parte degli impianti di generazione elettrica utilizzando biomasse, rifiuti o biogas presentano dimensioni contenute.

Anche sul fronte della distribuzione degli impianti sul territorio nazionale non è cambiato molto, con una stretta corrispondenza fra la potenza installata e l'industrializzazione regionale ([figura 4.18](#)).

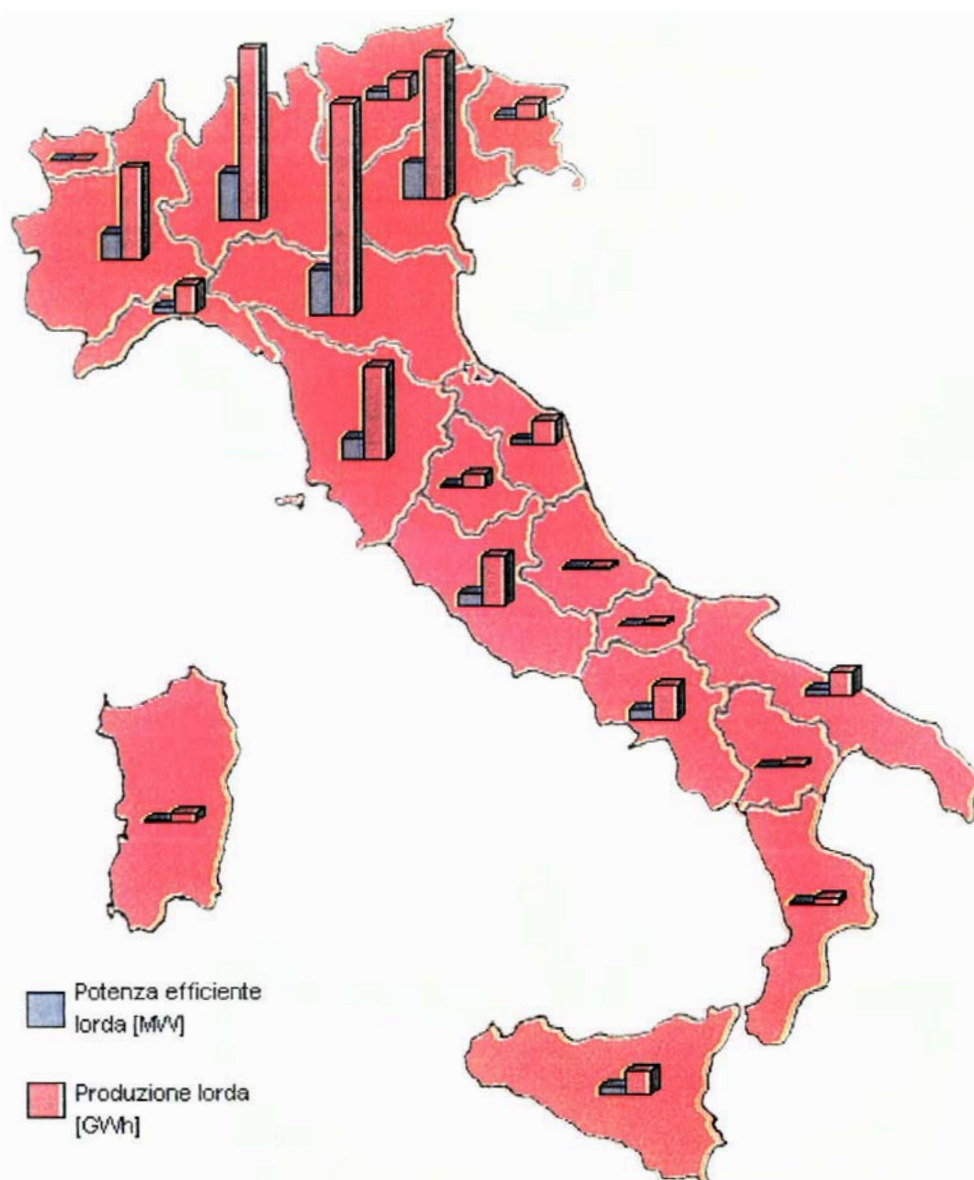


Figura 4.18: Dislocazione regionale degli impianti termoelettrici di GD (Potenza efficiente lorda totale: 1.577 MW; Produzione lorda totale: 6.094 GWh).

Sul versante della **produzione di energia elettrica** si può osservare che permane la forte dipendenza dall'utilizzo di gas naturale (circa il 61% dei complessivi 6 TWh lordi prodotti dal termoelettrico distribuito), mentre la produzione da fonti rinnovabili rappresenta, con i suoi 1,9 TWh solo il 31% del totale di energia termoelettrica da GD, figura 4.19. Un mix di fonti primarie, quindi, molto diverso da quello che caratterizza l'intera produzione termoelettrica italiana dove circa il 59% di energia elettrica è prodotta utilizzando gas naturale, il 14% utilizzando altri prodotti petroliferi, il 17% utilizzando combustibili solidi (per lo più carbone), il 2% utilizzando fonti

rinnovabili (biomasse, rifiuti e biogas) ed il restante 8% utilizzando altre fonti non rinnovabili (figura 4.20).

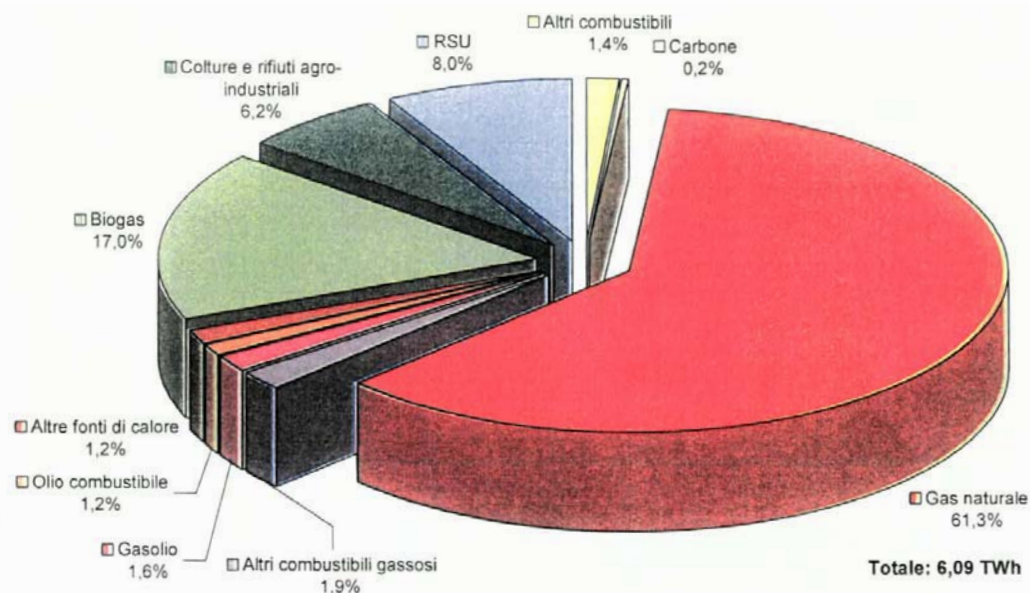


Figura 4.19¹³: Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita.

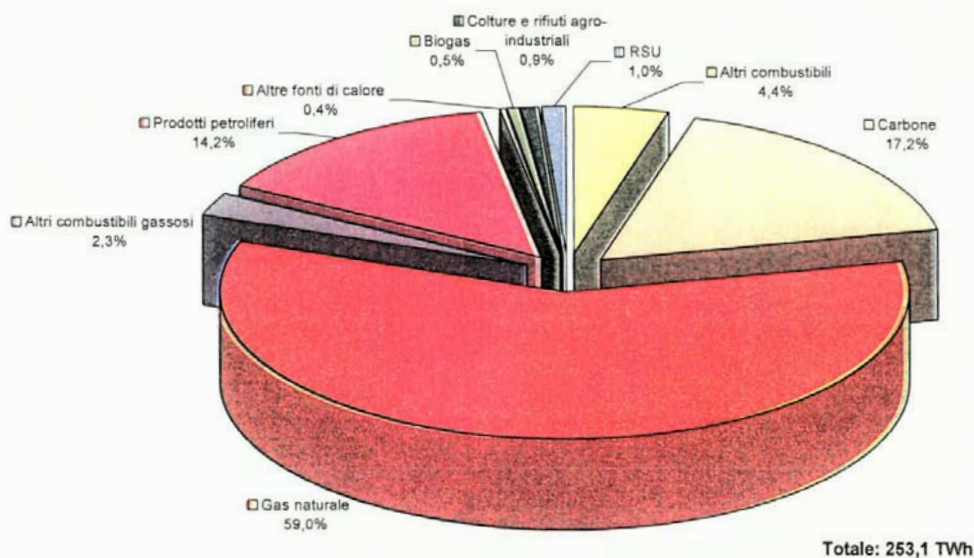


Figura 4.20¹³: Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica nazionale totale.

¹³ Nelle figure riportate nel presente capitolo con il termine “altri combustibili gassosi” si intendono il gas da estrazione, i gas da cokeria, i gas da petrolio liquefatto, i gas da residui di processi chimici, i gas di raffineria e tutti gli altri combustibili gassosi diversi dal gas naturale. I singoli apporti di tali combustibili gassosi nell'ambito della GD sono esplicitati nelle tabelle in Appendice.

Passando all'analisi delle differenze riscontrabili fra gli impianti di produzione di sola energia elettrica e degli impianti di cogenerazione si confermano ancora le differenze riscontrate nel 2004 relativamente al diverso mix di fonti primarie utilizzato. Infatti, mentre nel caso di sola produzione di energia elettrica più dell'84% della produzione lorda da questi impianti termoelettrici prodotta è ottenuta tramite l'utilizzo di fonti rinnovabili, per lo più RSU (circa il 70% della produzione da termoelettrico distribuito non combinato, di cui il 78% sottoforma di biogas), e il restante 16% è prodotto tramite altre fonti di calore (5%) e combustibili fossili (11%), per lo più gasolio (4%) e gas naturale (3%), nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore il mix è molto più spostato verso le fonti non rinnovabili (più dell'88%), per lo più gas naturale (83%), mentre le fonti rinnovabili sono utilizzati per produrre meno del 12% della produzione elettrica da termoelettrico combinato ([figure 4.21 e 4.22](#)).

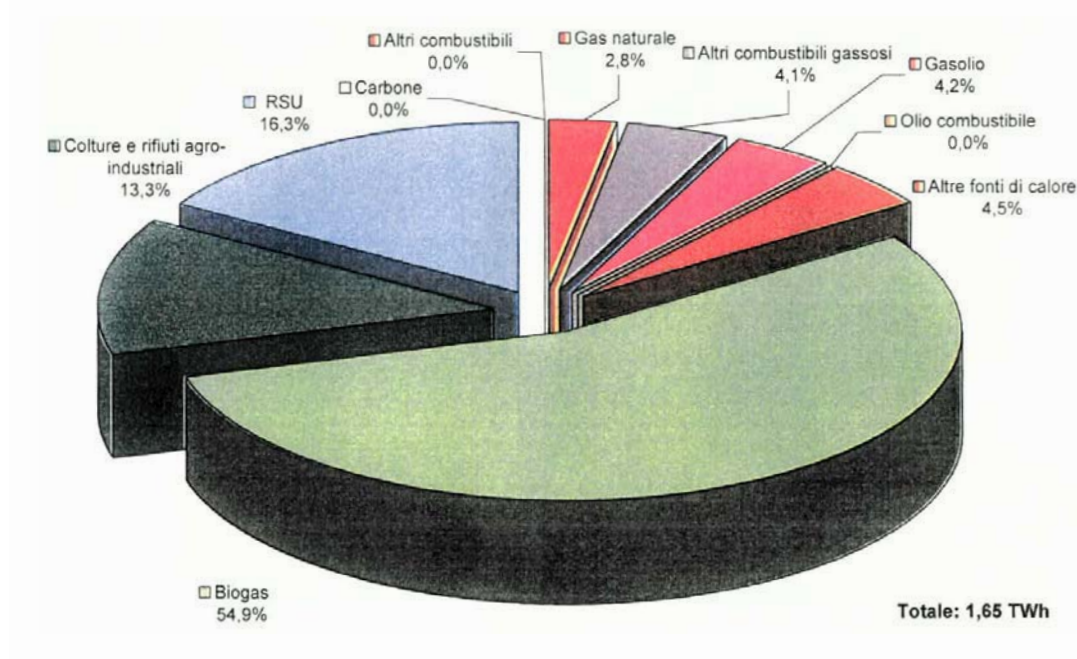


Figura 4.21 ¹³: *Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la sola produzione di energia elettrica.*

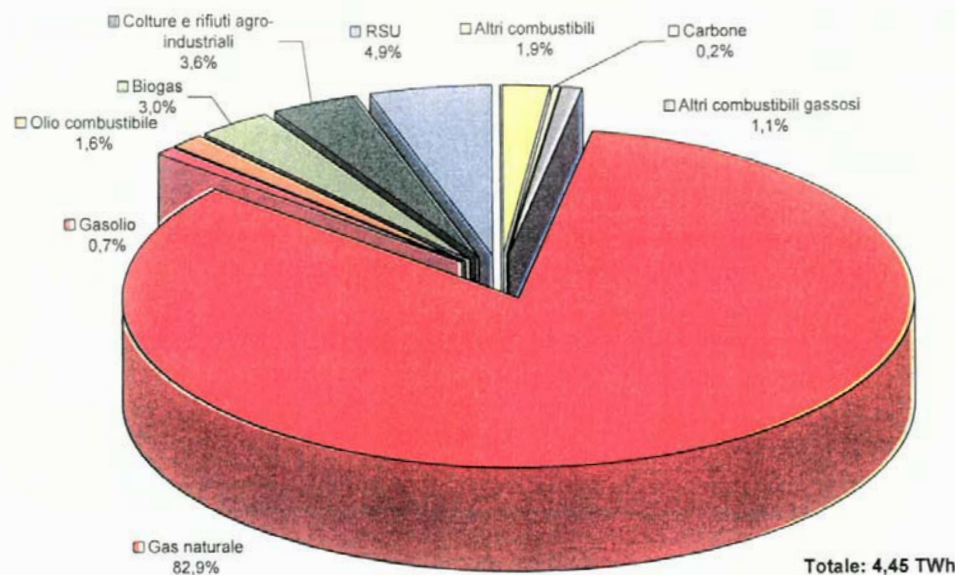


Figura 4.22 ¹³: Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la produzione combinata di energia elettrica e calore.

Sul piano regionale le percentuali relative alla produzione di energia elettrica da fonti non rinnovabili oscillano tra il 60% e l'80% con le uniche eccezioni di Trentino Alto Adige, Umbria, Campania, Puglia e Sicilia dove la produzione da biomasse, biogas e rifiuti supera quella da fonti non rinnovabili. Da sottolineare però anche la posizione della Lombardia che con una percentuale del 40,5% di produzione da fonti rinnovabili (circa 447 GWh) copre circa il 23% dell'intera produzione termoelettrica da rinnovabile italiana (ci si riferisce sempre alla produzione da GD). Produzione questa concentrata per lo più al nord (circa 1,2 TWh pari al 65% della produzione totale) ed in particolare, oltre che in Lombardia, in Emilia Romagna (16%), Veneto (11%) e Piemonte (8%) ed effettuata per lo più utilizzando i rifiuti solidi urbani (con percentuali fra il 70 e l'80% della produzione termoelettrica rinnovabile regionale) sia in forma solida che gassosa; minore è la percentuale degli RSU in Lombardia dove risulta molto sviluppato anche l'utilizzo come combustibile di residui di colture ed altri rifiuti agro-industriali (31% circa della produzione lombarda da biomasse, biogas e rifiuti).

Anche la produzione da fonti non rinnovabili risulta essere concentrata nelle regioni più industrializzate d'Italia ed in particolare al nord che, con più di 3 TWh, produce circa il 50% dell'intera produzione distribuita nazionale da fonti non rinnovabili. Tale produzione da fonti non rinnovabili viene ottenuta utilizzando soprattutto il gas naturale con percentuali ovunque superiori al 90% se si eccettuano Piemonte, Liguria, Trentino, Lazio, Umbria, Puglia (tra il 74% e l'89%) e soprattutto Sicilia (0%). In Sicilia la produzione da termoelettrico non rinnovabile si basa su gasolio (37%), gas da estrazione (36%), olio combustibile (10%) e gas di raffineria (17%). La Sicilia rappresenta un'eccezione, come mix energetico, all'interno del quadro generale, tuttavia si sottolinea che la produzione è limitata, infatti viene prodotto solo l'1,6% dell'energia elettrica da termoelettrico non rinnovabile. Inoltre andando ad analizzare i fattori di utilizzo di questi impianti si nota ad esempio che quelli alimentati a gasolio presentano fattori di utilizzo molto bassi.

Esaminando il rapporto fra la **produzione consumata in loco** e quella immessa in rete, sostanzialmente la situazione resta simile a quella registrata nel 2004, con un consumo in loco dell'energia prodotta globalmente pari a circa il 52% dell'intera produzione termoelettrica lorda distribuita, e con una forte riduzione di questa quota nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili. In particolare nel caso di impianti alimentati da fonti non rinnovabili il consumo in loco di energia autoprodotta raggiunge percentuali del 71% (l'88% nel caso di impianti policombustibile), con punte minime del 34% per il gasolio e del 9% per gli "altri combustibili". Viceversa nel caso di impianti utilizzando fonti rinnovabili le percentuali di energia prodotta e consumata in loco sono sensibilmente inferiori, attestandosi intorno ad un valore medio di circa il 9% della produzione lorda da termoelettrico rinnovabile.

Ancor più evidenti appaiono le differenziazioni se si analizzano separatamente gli impianti termoelettrici destinati alla sola produzione di energia elettrica e gli impianti termoelettrici destinati alla produzione combinata di energia elettrica e termica. Nel primo caso infatti l'energia consumata in loco è circa l' 11% della produzione totale lorda, mentre nel secondo caso rappresenta il 67% circa del totale prodotto. Ciò è giustificato dal fatto che gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e termica, nell'ambito della GD, nascono dove vi sono utenze termiche che, spesso, sono contestuali alle utenze elettriche, soprattutto nel caso in cui tali impianti vengono realizzati presso siti industriali (figura 4.23).

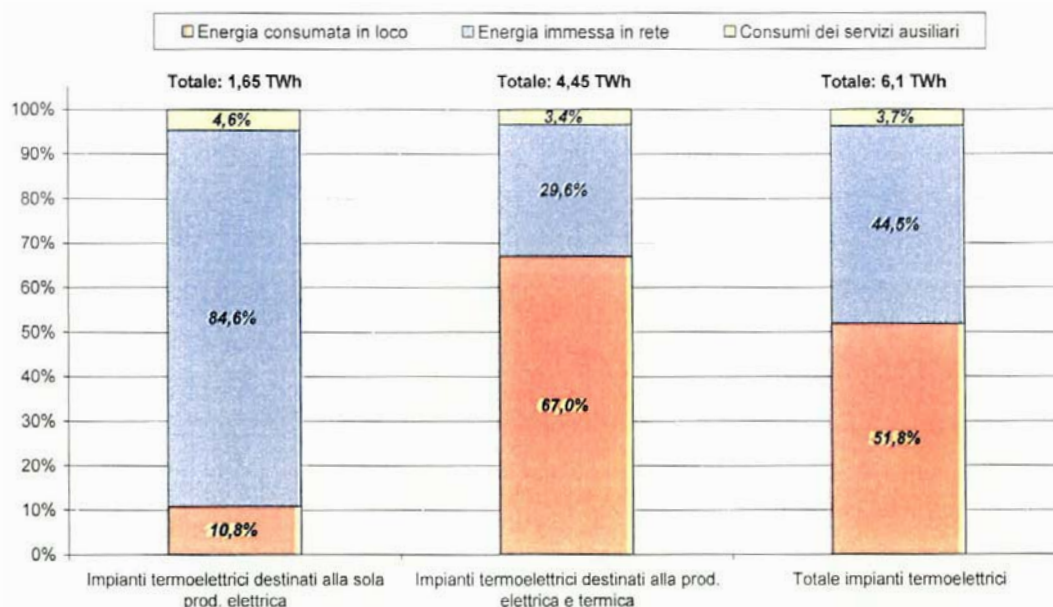


Figura 4.23: Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della GD.

Anche per quanto riguarda i **fattori di utilizzo** le differenziazioni riscontrate nel 2004 continuano a perdurare, così come la diversità di utilizzo dell'impianto in funzione della fonte primaria utilizzata. In particolare si nota che, mentre nel caso del termoelettrico rinnovabile i fattori di utilizzo si attestano tra le 4000 e le 5000 ore annue senza alcuna sensibile differenza tra le fonti e tra l'utilizzo dell'impianto per la sola produzione di energia elettrica o per la produzione combinata di energia elettrica e calore, nel caso di produzione da impianti che utilizzano fonti non rinnovabili esistono

forti differenze a seconda del combustibile utilizzato e del tipo di produzione realizzata. In particolare si osserva che nel caso di impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore i fattori di utilizzo risultano molto elevati (dalle 3000 alle 6000 ore annue) e si osserva anche una sostanziale indipendenza dal tipo di fonte primaria utilizzata (unica eccezione sono gli impianti a gasolio che hanno fattori di utilizzo intorno alle 1500 – 2000 ore annue). Viceversa nel caso di impianti con produzione di sola energia elettrica da fonte non rinnovabile i fattori di utilizzo si riducono fortemente attestandosi intorno alle 1000 - 2500 ore, con l'eccezione degli impianti che utilizzano gas residui di processi chimici.

Concentrandosi sui **motori primi** impiegati nella generazione distribuita si nota che circa il 73% delle sezioni degli impianti utilizzano **motori a combustione interna**, per una potenza pari a circa il 44% del totale ed una produzione di circa 2,2 TWh (più del 36% dell'intera produzione termoelettrica da GD). Ancor più interessante è notare che di queste sezioni circa il 77% è costituita da motori con taglia sotto 1 MW (81% nel caso di produzione di sola energia elettrica e 72% nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore, figure 4.24 e 4.25) e che sia la potenza installata che la produzione elettrica da motori a combustione interna sia equamente divisa fra l'impiego per la sola produzione di energia elettrica e l'impiego per la produzione combinata di energia elettrica e termica.

In riferimento agli altri motori primi si nota che, nel caso di impianti per la sola produzione elettrica, ci sia una percentuale rilevante (8% della produzione lorda da termoelettrico) di energia prodotta da **turbine a vapore** impiegate in impianti a **condensazione** a cui corrispondono 101 MW di potenza efficiente lorda (6% del totale potenza termoelettrica distribuita) e taglie comprese fra 1 e 4 MW, mentre le altre tipologie sono scarsamente utilizzate.

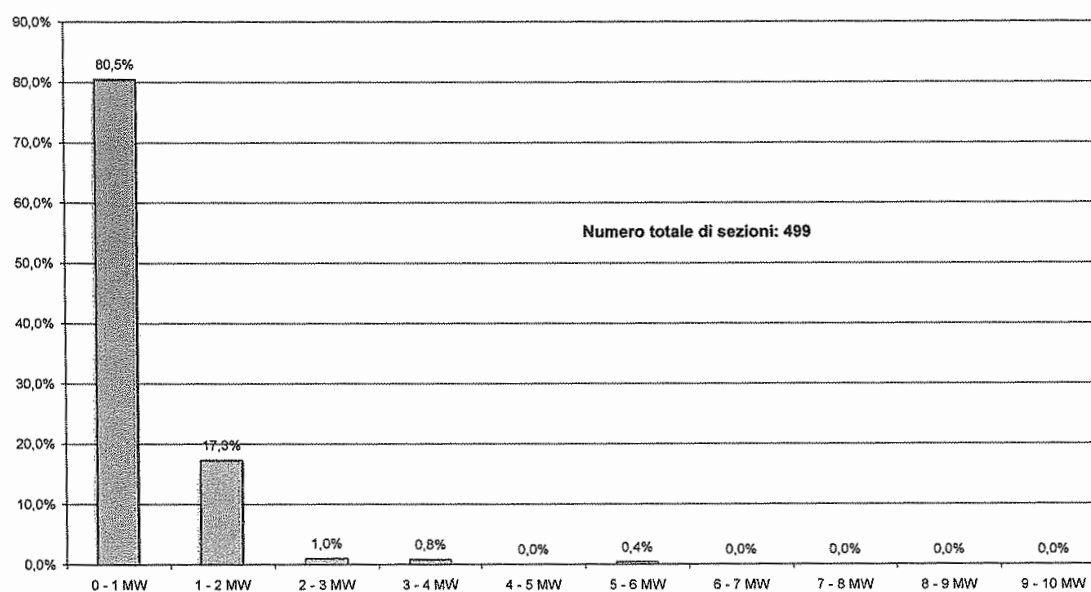


Figura 4.24: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la sola produzione di energia elettrica tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD.

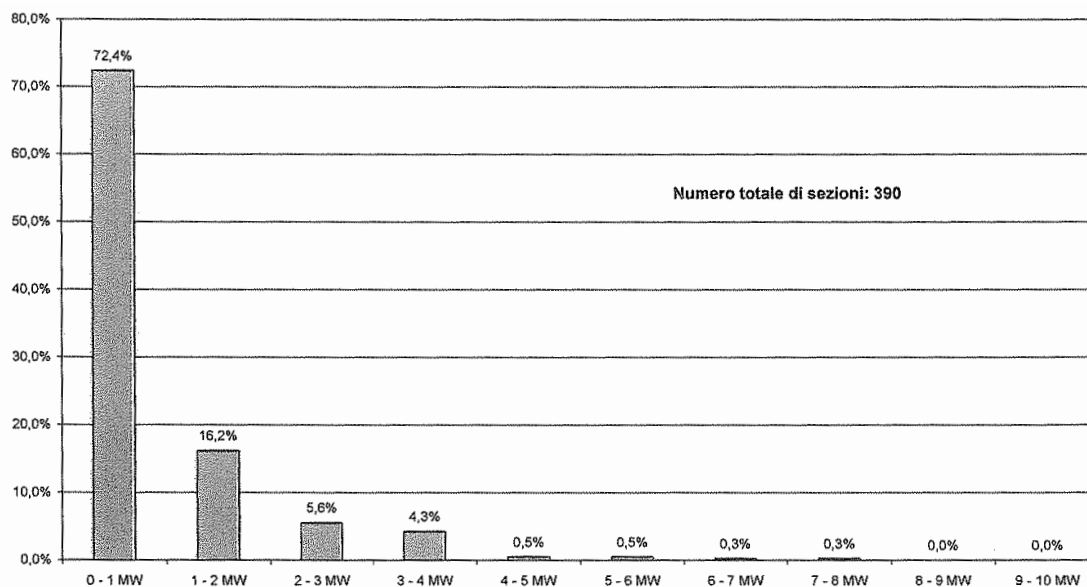


Figura 4.25: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD.

Nel caso di impianti per la produzione combinata, invece, l'impiego delle turbine risulta molto diffuso, soprattutto nelle configurazioni di **impianti in contropressione** (14% del totale potenza termoelettrica distribuita e 11%, circa 0,7 TWh, della produzione lorda da termoelettrico distribuito) con taglie dei motori primi per lo più sotto i 3 MW ([figura 4.26](#)) e di **impianti turbogas** (20% del totale potenza termoelettrica distribuita e 29%, quasi 1,8 TWh, della produzione lorda) con taglie dei motori primi per lo più intorno ai 2 e ai 5 MW ([figura 4.27](#)).

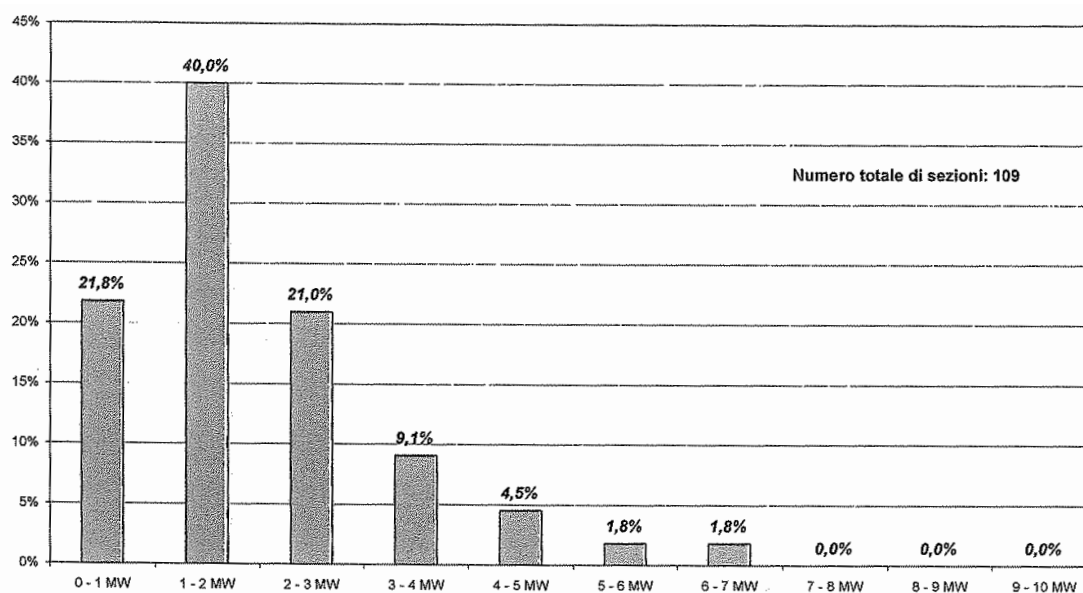


Figura 4.26: Distribuzione delle sezioni con turbine a vapore in contropressione per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD.

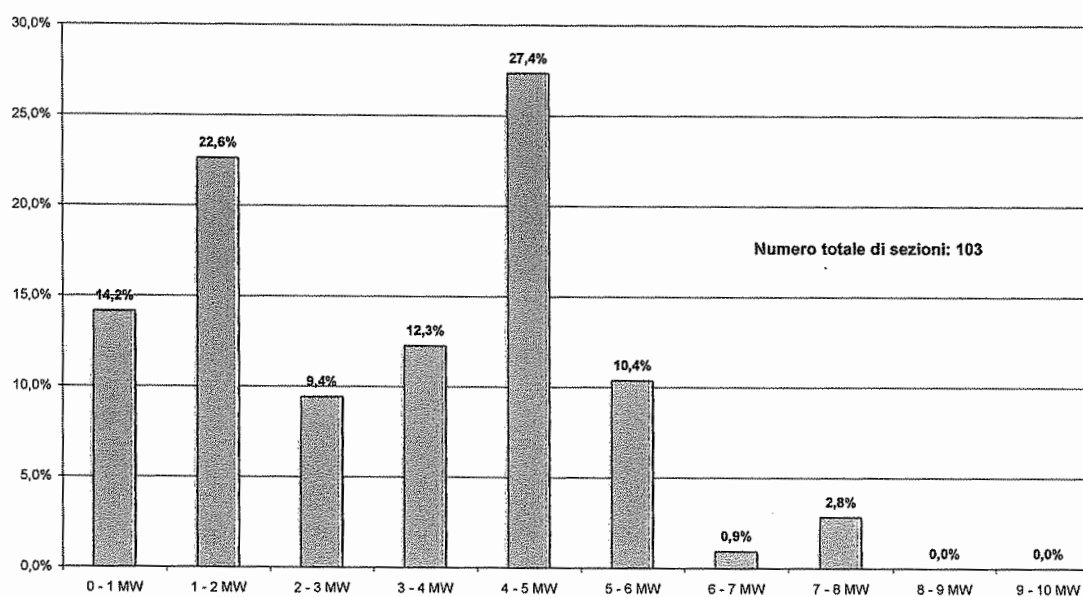


Figura 4.27: Distribuzione delle sezioni con turbine a gas per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD.

Minori sono invece le applicazioni in **impianti a ciclo combinato** o in **impianti a condensazione e spillamento**.

Le seguenti figure 4.28 e 4.29 riassumono, in percentuali, la ripartizione del numero di sezioni, della produzione e della potenza installata tra le varie tipologie impiantistiche, nel caso di produzione di sola energia elettrica e nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore.

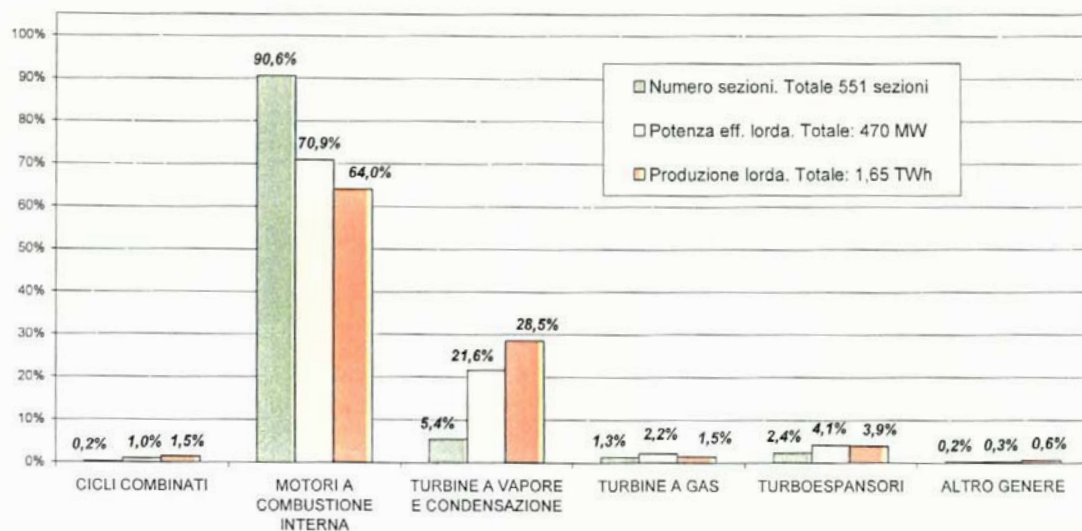


Figura 4.28: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della GD.

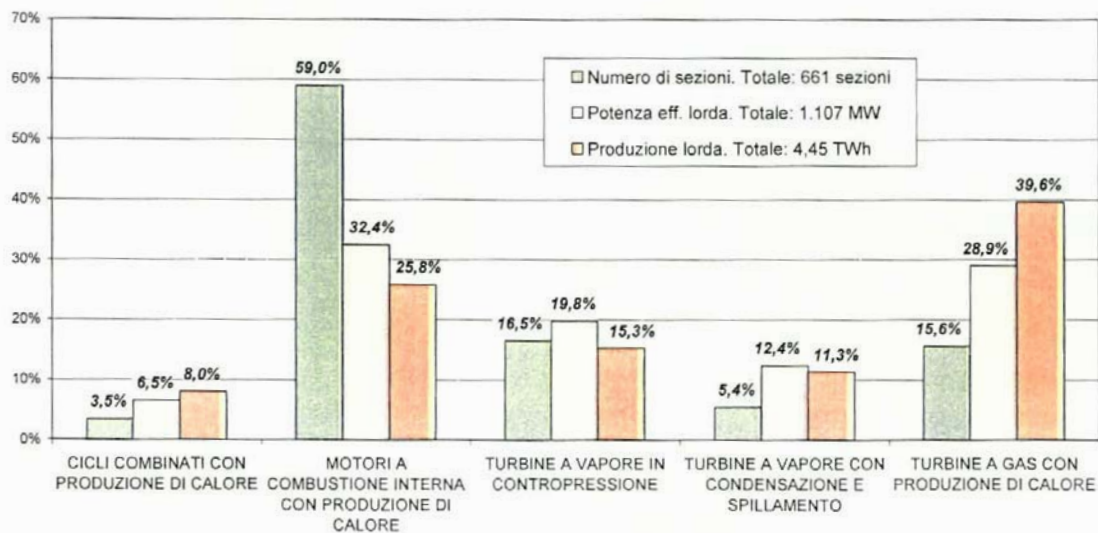


Figura 4.29: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD.

Ben diversa è la ripartizione del numero di sezioni, della produzione e della potenza efficiente lorda tra le varie tipologie impiantistiche, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore totale a livello nazionale ([figura 4.30](#)) in cui emerge la presenza di cicli combinati con recupero termico di elevata taglia.

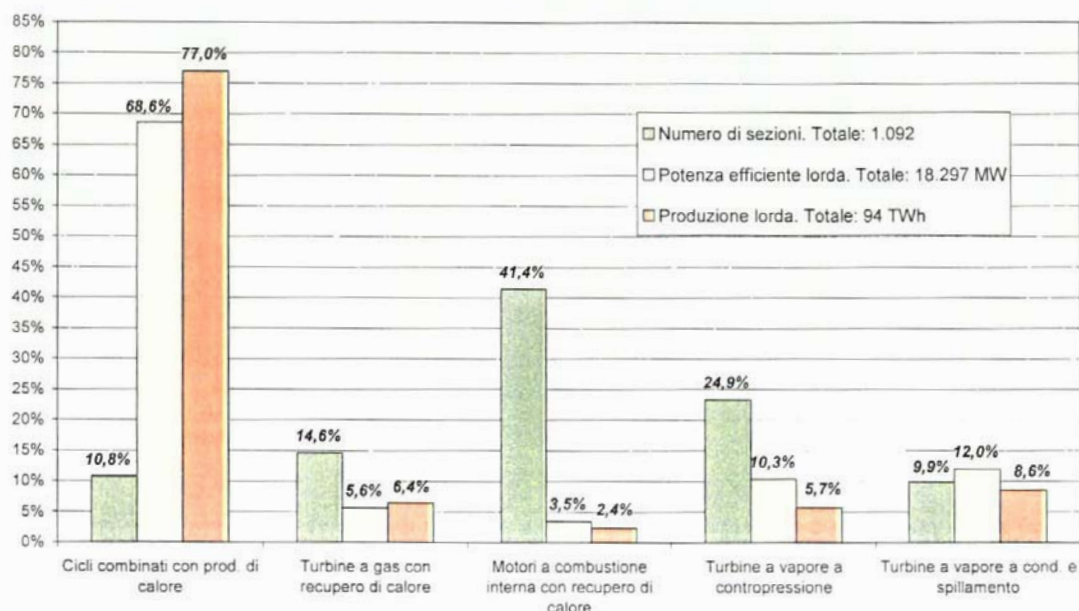


Figura 4.30: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del parco termoelettrico complessivo italiano.

Inoltre gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD nascono con la finalità di produrre calore in modo più efficiente rispetto al caso di utilizzo delle caldaie convenzionali e non con la principale finalità di produrre energia elettrica come invece spesso accade nel caso dei cicli combinati di elevata taglia. Ciò viene messo in evidenza dai valori medi degli indici elettrici (definiti come il rapporto tra la produzione di energia elettrica e la produzione di energia termica utile) per le diverse tipologie impiantistiche nel caso della GD ([figura 4.31](#)) e nel caso globale nazionale ([figura 4.32](#)).

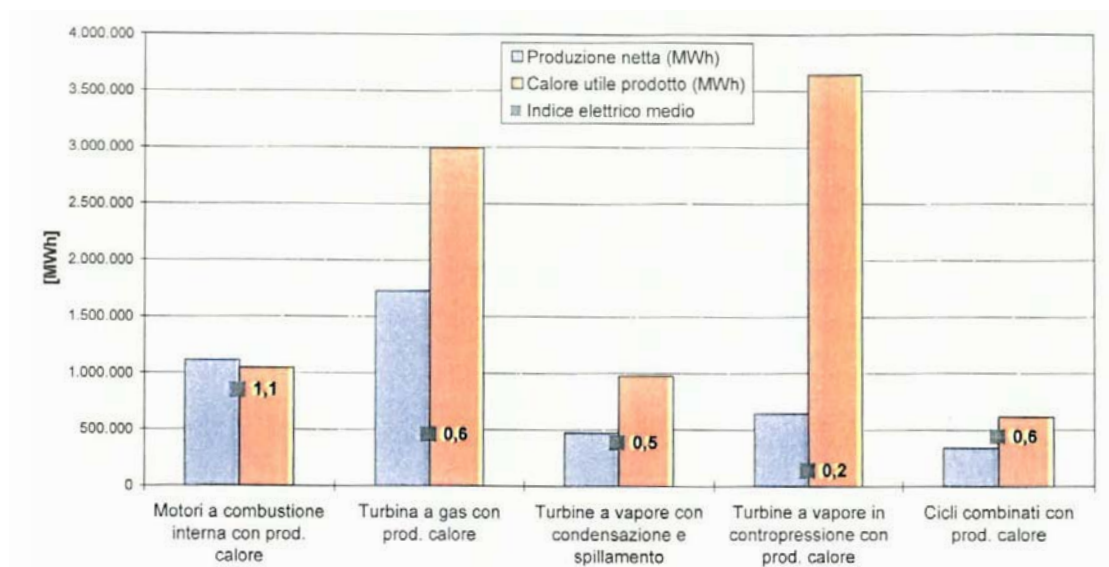


Figura 4.31: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD.

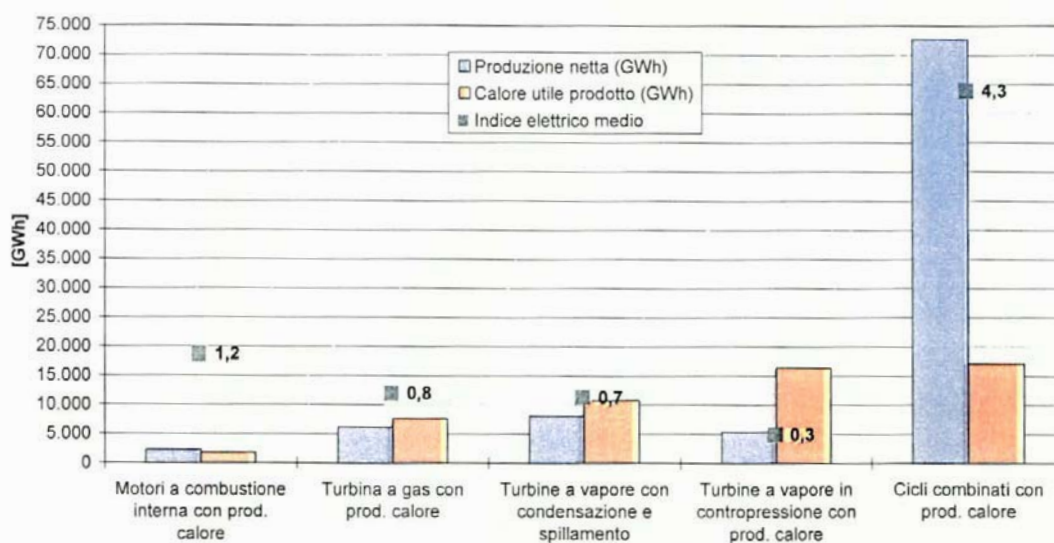


Figura 4.32: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del parco termoelettrico complessivo italiano.

Tuttavia, sulla base dei dati al momento disponibili, non è possibile condurre studi più approfonditi in materia di efficienza degli impianti termoelettrici da GD e PG e in materia di risparmio di energia primaria rispetto agli impianti separati nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore. Non è infatti da escludere a priori la presenza di impianti di produzione combinata di energia

elettrica e calore da GD o PG che comportano un maggior consumo di energia primaria rispetto agli impianti separati a parità di produzione.

4.3 La Piccola generazione

4.3.1 Quadro generale

Nel 2005 risultavano installati in Italia 1.465 impianti di PG per una potenza efficiente lorda complessiva pari a 586 MW (circa il 15% della potenza efficiente lorda da GD) ed una produzione lorda di 1.871 GWh (circa il 14% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica da GD).

Di questi 1.465 impianti, 1.154 (il 79% del totale) sono idroelettrici, per una potenza efficiente lorda pari a 421 MW (72%) ed una produzione lorda di 1.472 GWh (79%); 278 sono termoelettrici (19%) con potenza efficiente lorda pari a 150 MW (26%) ed una produzione lorda di 393 GWh (21%); i restanti sono 21 impianti eolici (11 MW circa) e 12 impianti fotovoltaici (4 MW circa) che rappresentano in totale poco più del 2% della potenza efficiente lorda e lo 0,3% della produzione lorda da PG (tabella 4.B e figura 4.33).

	Numero impianti	Potenza efficiente lorda (MW)	Produzione lorda (MWh)	Produzione netta (MWh)	
				Consumata in loco	Imnessa in rete
Idroelettrici	1.154	421	1.472.457	97.191	1.350.234
Biomasse e rifiuti	93	57	203.441	10.270	186.146
Fonti non rinnovabili ibridi	181	90	179.918	131.745	42.633
4	3	9.702	6.016	2.806	
Totale termoelettrici	278	150	393.061	148.031	231.585
Geotermoelettrici	0	0	0	0	0
Eolici	21	11	3.667	114	3.524
Fotovoltaici	12	4	2.151	8	2.132
TOTALE	1.465	586	1.871.335	245.344	1.587.475

Tabella 4.B : Impianti di PG.

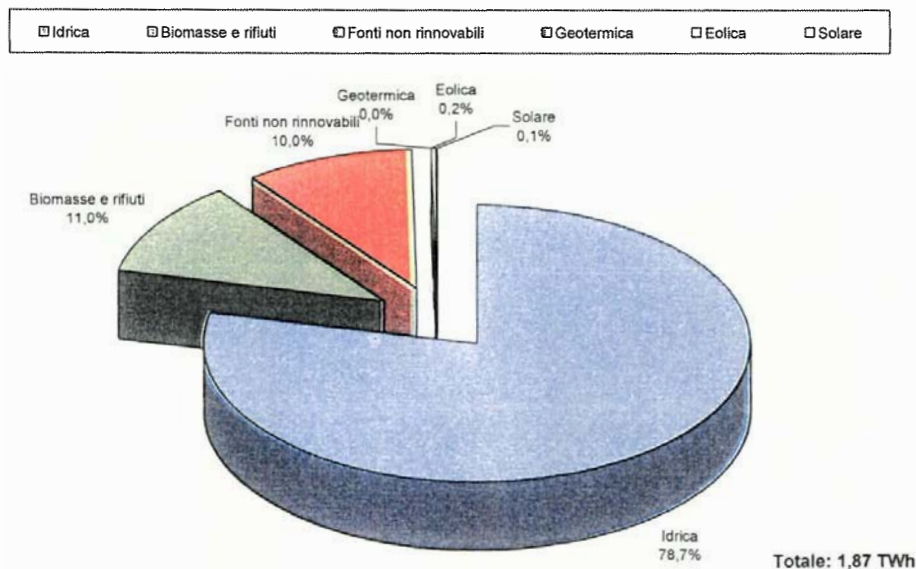


Figura 4.33: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della PG.

Si osserva un mix molto diverso da quello che caratterizza la GD (figura 4.1) e ancor più spostato verso la produzione da fonte idrica (79%) con una riduzione invece dell'incidenza delle fonti non rinnovabili (10%), mentre il contributo delle biomasse, del biogas e dei rifiuti si riduce, ma non di molto, attestandosi intorno all'11% della produzione da PG (figura 4.33).

Complessivamente quindi circa il 90% della produzione lorda di energia elettrica da impianti di PG è dovuta ad impianti alimentati da fonti rinnovabili (circa il 68% per la GD), con percentuali di poco inferiori relativamente alla potenza efficiente lorda (84%) e al numero di impianti (87%), a fronte di uno scenario complessivo nazionale in cui la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili rappresenta solo il 16% dell'intera produzione nazionale (figura 4.34).

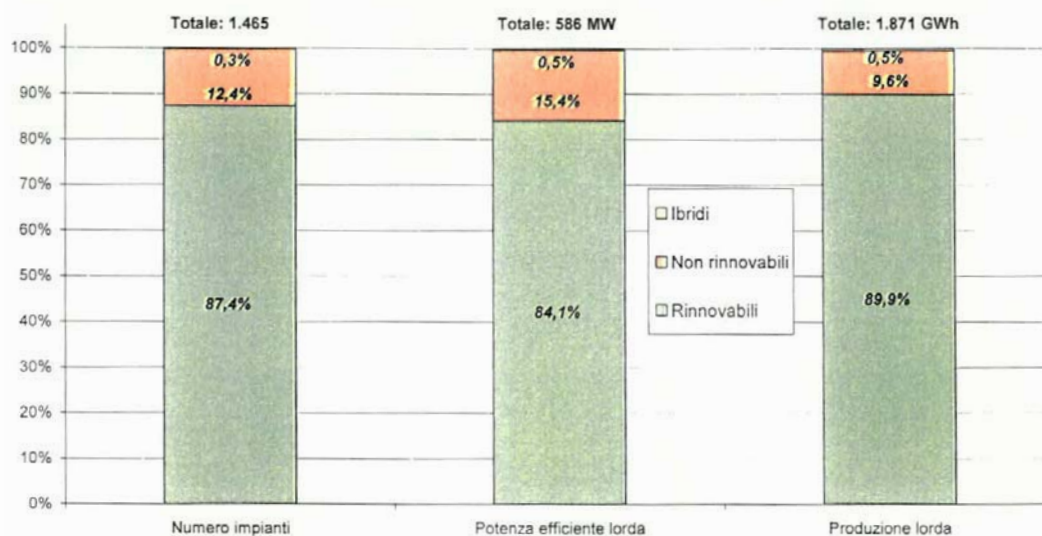


Figura 4.34: Impianti da fonti rinnovabili, non rinnovabili e impianti ibridi nella PG.

Dell'intera **produzione lorda** da PG circa il 13% è **consumata in loco**, mentre l'85% è immessa in rete e il restante 2% è destinata ai servizi ausiliari di produzione; globalmente quindi rispetto alla GD aumenta la quota di energia che viene immessa in rete. Tale considerazione è in linea con l'aumento della produzione da fonti rinnovabili, prevalentemente immessa in rete. Analizzando le singole tipologie impiantistiche utilizzate si nota che la percentuale di energia prodotta e consumata in loco nel caso di impianti termoelettrici si attesta intorno al 38% medio, fino a raggiungere nel caso di impianti termoelettrici alimentati da fonti non rinnovabili percentuali del 73%, mentre la produzione da fonti rinnovabili, sia essa termoelettrica o no, presenta percentuali di consumo in loco molto basse, se non addirittura nulle per numerosi impianti (tabella 4.B e figura 4.35). Tutto ciò conferma quanto già detto nel paragrafo 4.2 a proposito dei criteri di sviluppo delle diverse tipologie impiantistiche caratteristiche della PG e della GD. Inoltre nell'ambito del termoelettrico si osserva una riduzione, rispetto alla GD, della percentuale di impianti termoelettrici con produzione combinata di energia elettrica e calore (figura 4.36), sia in termini di potenza che di produzione di energia elettrica.

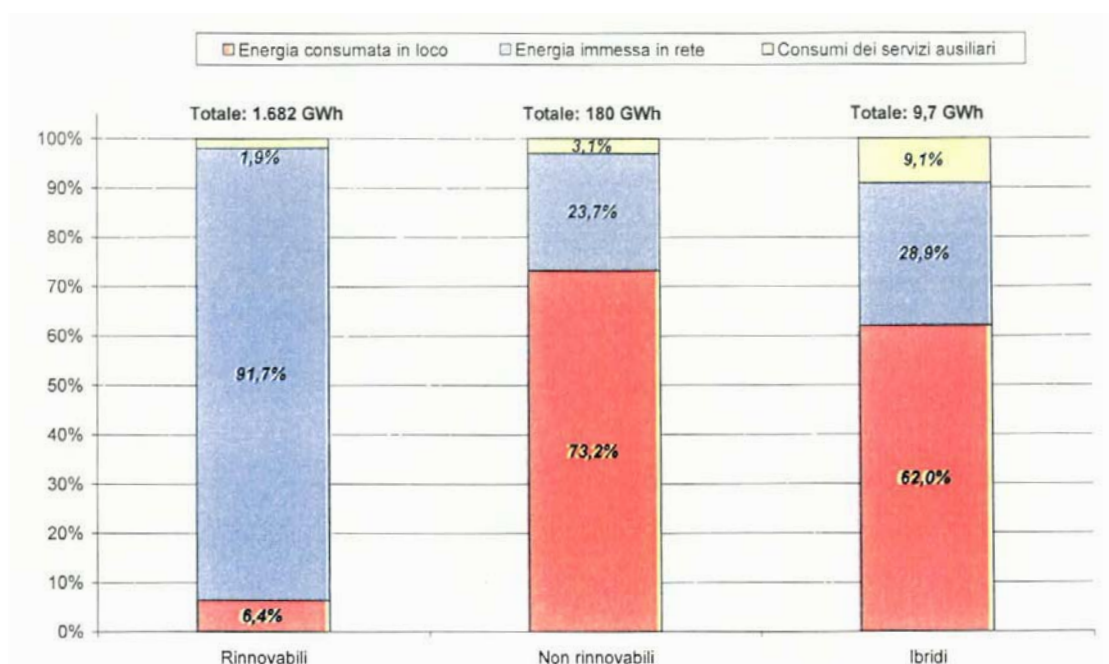


Figura 4.35: Ripartizione della produzione lorda da PG tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili e per impianti ibridi).

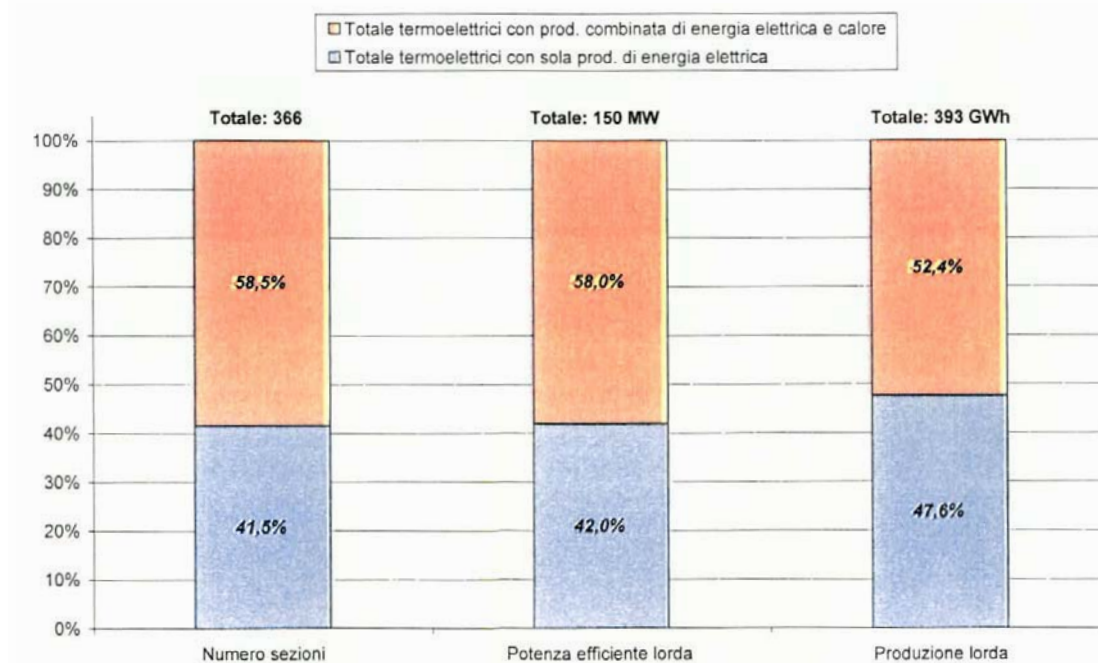


Figura 4.36: Impianti termoelettrici nell'ambito della PG.