

**MONITORAGGIO DELLO SVILUPPO DEGLI IMPIANTI DI GENERAZIONE DISTRIBUITA
PER GLI ANNI 2007 E 2008**

Premessa

Ai sensi dell'articolo 1, comma 89, della legge 23 agosto 2004, n. 239/04, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) è tenuta ad effettuare annualmente il monitoraggio dello sviluppo degli impianti di piccola generazione e di microgenerazione e invia una relazione sugli effetti della generazione distribuita (che ricomprende la piccola e la microgenerazione) sul sistema elettrico al Ministro delle Attività Produttive (ora Ministro dello Sviluppo Economico), al Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, al Ministro dell'Interno, alla Conferenza unificata e al Parlamento.

Con la presente relazione, l'Autorità attua la predetta disposizione evidenziando:

- a) lo stato di diffusione della generazione distribuita e della piccola generazione in Italia relativamente agli anni 2007 e 2008;*
- b) il quadro regolatorio attualmente applicabile alla generazione distribuita;*
- c) un primo approfondimento relativo all'impatto della generazione distribuita sulle reti di distribuzione in bassa tensione.*

La presente relazione è stata predisposta dalla Direzione Mercati; i dati utilizzati per analizzare la diffusione e la penetrazione della generazione distribuita e della piccola generazione nel territorio italiano sono stati forniti e in parte elaborati da Terna Spa il cui Ufficio Statistiche, inserito nel Sistema Statistico Nazionale (Sistan), cura la raccolta dei dati statistici del settore elettrico nazionale sulla base della normativa vigente. A tal fine Terna, in forza della deliberazione n. 160/06, ha avviato l'integrazione dei propri archivi con i database del GSE al fine di rendere disponibili i dati relativi agli impianti che accedono ai regimi incentivanti. È da segnalare che l'attuale sistema di archiviazione e messa a disposizione dei dati non consente di effettuare il monitoraggio della generazione distribuita entro l'anno successivo a quello a cui i dati si riferiscono. Pertanto, l'Autorità ha avviato un'attività tesa al completamento dell'integrazione delle banche dati e alla messa a disposizione in tempi più rapidi dei medesimi dati. In particolare l'Autorità, con la deliberazione ARG/elt 205/08, ha avviato la costituzione di un'anagrafica unica degli impianti di produzione di energia elettrica e la razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica. Tale deliberazione, tra l'altro, completa il processo avviato con la deliberazione n. 160/06 e relativo all'istituzione presso Terna di un sistema informativo dei dati e delle informazioni relative alla generazione distribuita.

Indice

| | |
|---|---------|
| <u>Capitolo 1</u> | Pag. 4 |
| <i>Introduzione</i> | |
| <u>Capitolo 2</u> | Pag. 9 |
| <i>Analisi dei dati relativi alla generazione distribuita negli anni 2007 e 2008 in Italia</i> | |
| <u>Capitolo 3</u> | Pag. 57 |
| <i>Analisi dei dati relativi alla piccola generazione negli anni 2007 e 2008 in Italia</i> | |
| <u>Capitolo 4</u> | Pag. 83 |
| <i>Confronto degli anni 2007 e 2008 con l'anno 2006</i> | |
| <u>Capitolo 5</u> | Pag. 95 |
| <i>Approfondimenti su alcuni aspetti di interesse per la generazione distribuita</i> | |
| | |
| <u>Appendice A</u> | |
| <i>Dati relativi alla generazione distribuita (GD) e alla piccola generazione (PG) nell'anno 2007 in Italia</i> | |
| | |
| <u>Appendice B</u> | |
| <i>Dati relativi alla generazione distribuita (GD) e alla piccola generazione (PG) nell'anno 2008 in Italia</i> | |

CAPITOLO 1 INTRODUZIONE

1.1 L'attività di monitoraggio dell'Autorità

Ai sensi dell'articolo 1, comma 89, della legge 23 agosto 2004, n. 239/04, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) è tenuta ad effettuare annualmente il monitoraggio dello sviluppo degli impianti di piccola generazione (di seguito: PG) e di microgenerazione e invia una relazione sugli effetti della generazione distribuita (di seguito: GD) sul sistema elettrico al Ministro dello Sviluppo Economico, al Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, al Ministro dell'Interno, alla Conferenza unificata e al Parlamento.

Con la deliberazione n. 160/06, l'Autorità ha pubblicato il primo monitoraggio dello sviluppo della GD relativo ai dati dell'anno 2004, con la deliberazione n. 328/07 ha pubblicato il secondo monitoraggio dello sviluppo della GD relativo ai dati dell'anno 2005 e con la deliberazione ARG/elt 25/09 ha pubblicato il terzo monitoraggio dello sviluppo della GD relativo ai dati dell'anno 2006.

Con la presente relazione, l'Autorità dà seguito alle precedenti deliberazioni n. 160/06, n. 328/07 e ARG/elt 25/09 evidenziando:

- a) l'evoluzione della diffusione della GD e della PG in Italia relativamente agli anni 2007 e 2008;
- b) il quadro regolatorio attualmente applicabile alla generazione distribuita per quanto di pertinenza dell'Autorità, vale a dire relativamente alle condizioni di accesso alla rete e ai regimi di cessione, anche attraverso la predisposizione di un Testo Unico della Produzione che riassume tutti gli aspetti regolatori connessi all'attività di produzione.
- c) un primo approfondimento relativo all'impatto della generazione distribuita sulle reti di distribuzione in bassa tensione.

Il rapporto è completato da un *Executive summary* e da un'appendice che riporta puntualmente i dati del monitoraggio.

1.2 Definizioni

Nell'Allegato A alla deliberazione n. 160/06 erano state date le definizioni di generazione distribuita e di microgenerazione:

- **Generazione distribuita (GD):** l'insieme degli impianti di generazione con potenza nominale inferiore a 10 MVA.
- **Microgenerazione (MG):** l'insieme degli impianti per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione non superiore a 1 MW (è quindi un sottoinsieme della GD).

Con il decreto legislativo n. 20/07 sono state apportate modificazioni alla legge n. 239/04 tali per cui risulta che:

- è definito come impianto di piccola generazione un impianto per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione non superiore a 1 MW;
- è definito come impianto di microgenerazione un impianto per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità massima inferiore a 50 kW.

Lo stesso decreto legislativo n. 20/07, all'articolo 2, comma 1, stabilisce che:

- unità di piccola cogenerazione è un'unità di cogenerazione con una capacità di generazione installata inferiore a 1 MWe;
- unità di microcogenerazione è un'unità di cogenerazione con una capacità di generazione massima inferiore a 50 kWe.

Le suddette definizioni presentano un profilo di incoerenza per quanto concerne la piccola generazione e, in particolare, riguardo alla ricomprensione o meno nella definizione di piccola generazione degli impianti cogenerativi con potenza nominale pari a 1 MW.

Alla luce di quanto predetto, nell'ambito della deliberazione n. 328/07 e del presente monitoraggio sono state adottate le seguenti definizioni:

- **Generazione distribuita (GD):** l'insieme degli impianti di generazione con potenza nominale inferiore a 10 MVA.
- **Piccola generazione (PG):** l'insieme degli impianti per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione non superiore a 1 MW (è un sottoinsieme della GD);
- **Microgenerazione (MG):** l'insieme degli impianti per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione inferiore a 50 kWe (è un sottoinsieme della GD e della PG).

Sulla base di queste definizioni, nel capitolo 2 viene effettuata l'analisi della GD in Italia sulla base dei dati relativi agli anni 2007 e 2008, confrontando tra loro i dati relativi ai due anni, ponendo in evidenza la diffusione delle diverse fonti primarie utilizzate e delle diverse tipologie impiantistiche installate; analogamente a quanto sopra descritto, nel capitolo 3 viene effettuata l'analisi della PG in Italia sulla base dei dati relativi agli anni 2007 e 2008. Nel capitolo 4 viene presentato un confronto tra la situazione rilevata negli anni 2007 e 2008 e quella rilevata negli anni precedenti (vds. deliberazioni n. 160/06, n. 328/07 e ARG/elt 25/09).

1.3 Introduzione generale ai fini dell'analisi dei dati della GD e della PG

I dati utilizzati per analizzare la diffusione e la penetrazione della GD e della PG nel territorio italiano sono stati forniti e in parte elaborati da Terna Spa il cui Ufficio Statistiche¹, inserito nel Sistema Statistico Nazionale (Sistan), cura la raccolta dei dati statistici del settore elettrico nazionale sulla base della normativa vigente.

A tal fine Terna, in forza della deliberazione n. 160/06 ha avviato l'integrazione dei propri archivi con i database del GSE al fine di rendere disponibili i dati relativi agli impianti che accedono ai regimi incentivanti.

Tali dati non includono la totalità degli impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza fino a 20 kW per i quali l'articolo 10, comma 7, della legge n. 133/99 prevede l'esonero dagli obblighi di cui all'articolo 53, comma 1, del testo unico approvato con decreto legislativo n. 504/95 (denuncia di officina elettrica all'Ufficio Tecnico di Finanza).

Per l'analisi sono state adottate le definizioni dell'Unione Internazionale dei Produttori e Distributori di Energia Elettrica (UNIPEDA), la cui ultima edizione risale al giugno 1999, nonché le definizioni di cui al decreto legislativo n. 387/03². Nel presente monitoraggio l'analisi dei dati è

¹ L'Ufficio statistiche di Terna era già parte del Gestore della rete di trasmissione nazionale Spa ed è stato accorpato in Terna a seguito dell'entrata in vigore del DPCM 11 maggio 2004, recante criteri, modalità e condizioni per l'unificazione della proprietà e della gestione della rete elettrica nazionale di trasmissione.

² Il decreto legislativo n. 387/03, che recepisce la direttiva 2001/77/CE, definisce le fonti energetiche rinnovabili come "le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas). In particolare, per biomasse si intende: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani." L'articolo 17 del medesimo decreto legislativo include i rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle fonti rinnovabili. L'articolo 1120, lettera a) della legge n. 296/06 ha abrogato i commi 1, 3 e 4 dell'art. 17, del d.lgs. n. 387/03. Pertanto, a partire dal 1 gennaio 2007 i rifiuti non biodegradabili non sono più equiparati alle fonti

stata fatta utilizzando una classificazione per fonti secondo quanto previsto dalla legislazione vigente dal 2007.

Gli **impianti idroelettrici** sono classificati, in base alla durata di invaso dei serbatoi, in tre categorie: a serbatoio, a bacino, ad acqua fluente. La durata di invaso di un serbatoio è il tempo necessario per fornire al serbatoio stesso un volume d'acqua pari alla sua capacità utile con la portata media annua del o dei corsi d'acqua che in esso si riversano, escludendo gli eventuali apporti da pompaggio. In base alle rispettive "durate di invaso" i serbatoi sono classificati in:

- a) serbatoi di regolazione stagionale: quelli con durata di invaso maggiore o uguale a 400 ore;
- b) bacini di modulazione settimanale o giornaliera: quelli con durata di invaso maggiore di 2 ore e minore di 400 ore.

Le tre predette categorie di impianti sono pertanto così definite:

1. impianti a **serbatoio**: quelli che hanno un serbatoio classificato come "serbatoio di regolazione" stagionale;
2. impianti a **bacino**: quelli che hanno un serbatoio classificato come "bacino di modulazione";
3. impianti ad **acqua fluente**: quelli che non hanno serbatoio o hanno un serbatoio con durata di invaso minore o uguale a due ore.

L'unico impianto idroelettrico di pompaggio di gronda presente nella GD è stato comunque incluso tra gli impianti alimentati da fonti rinnovabili in quanto la sua produzione da apporti da pompaggio, ai fini della presente relazione, è trascurabile sul totale.

Gli **impianti termoelettrici** sono analizzati oltre che considerando l'impianto nella sua totalità, anche (nel caso dell'analisi relativa al solo termoelettrico, cioè i paragrafi 2.5 e 3.4) considerando le singole sezioni³ che costituiscono l'impianto medesimo. Naturalmente il limite di 10 MVA utilizzato per definire la GD è riferito alla potenza apparente dell'intero impianto, così come il limite di 1 MW per la PG è riferito alla potenza elettrica dell'intero impianto.

Nella presente relazione si è scelto di scorporare dal termoelettrico gli impianti geotermoelettrici al fine di dare a questi ultimi evidenza autonoma. Pertanto tutti i dati e le considerazioni sul termoelettrico sono riferiti agli impianti (o alle sezioni) termoelettrici al netto degli impianti geotermoelettrici.

Laddove non specificato, per "potenza" si intende la **potenza efficiente** lorda dell'impianto o della sezione di generazione. Per potenza efficiente di un impianto di generazione si intende la massima potenza elettrica ottenibile per una durata di funzionamento sufficientemente lunga, supponendo tutte le parti dell'impianto interamente in efficienza e nelle condizioni ottimali (di portata e di salto nel caso degli impianti idroelettrici e di disponibilità di combustibile e di acqua di raffreddamento nel caso degli impianti termoelettrici). La potenza efficiente è **lorda** se riferita ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto o **netta** se riferita all'uscita dello stesso, dedotta cioè della potenza dei servizi ausiliari dell'impianto e delle perdite nei trasformatori di centrale.

Laddove non specificato, per "produzione" si intende la **produzione lorda dell'impianto** o della sezione. Essa è la quantità di energia elettrica prodotta e misurata ai morsetti dei generatori elettrici. Nel caso in cui la misura dell'energia elettrica prodotta sia effettuata in uscita dall'impianto, deducendo cioè la quantità di energia elettrica destinata ai servizi ausiliari della produzione (servizi

rinnovabili; ai sensi della normativa vigente, la quota di energia elettrica prodotta dagli impianti alimentati da rifiuti imputabile a fonti rinnovabili è pari al 51% della produzione complessiva dei predetti impianti.

³ La sezione di un impianto termoelettrico è costituita dal gruppo (o dai gruppi) di generazione che possono generare energia elettrica in modo indipendente dalle altre parti dell'impianto. In pratica, la singola sezione coincide con il singolo gruppo di generazione per tutte le tipologie di sezione tranne per i cicli combinati, per i quali ciascuna sezione è composta da due o più gruppi tra loro interdipendenti.

ausiliari di centrale e perdite nei trasformatori di centrale), si parla di **produzione netta**. La produzione netta è suddivisa tra produzione consumata in loco e produzione immessa in rete.

Nelle tabelle relative agli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore si sono riportati anche i quantitativi di calore utile prodotto. Tali quantità sono ricavate tramite l'utilizzo di parametri di riferimento teorici di ciascuna sezione (potere calorifico inferiore del combustibile in kcal/kg o kcal/m³, consumo specifico elettrico in kcal/kWh, rendimento di caldaia per la produzione di vapore pari al 90%): ai fini della presente analisi non sono quindi valori misurati, bensì stimati.

Nel presente testo vengono espone alcune considerazioni relative all'attuale diffusione della GD e della PG, le più significative delle quali sono anche evidenziate per mezzo di grafici. Tutti i dati puntuali, a livello regionale e nazionale, sono riportati nell'Appendice, a cui si rimanda.

Infine si rammenta che nel riportare i dati contenuti nel presente capitolo, nonché nelle tabelle presentate in Appendice, si è adottato il criterio di arrotondamento commerciale dei dati elementari da kW(h) a MW(h) o a GW(h) e TW(h). Ciò può determinare alcune lievi differenze sull'ultima cifra significativa sia tra una tabella ed un'altra per le stesse voci elettriche che nei totali di tabella.

Si noti anche che i dati relativi all'energia termica utile, ove presente, potrebbero presentare delle difformità rispetto alla situazione reale. Tali dati, su cui in generale non gravano obblighi fiscali, spesso vengono stimati da Terna. Queste ultime considerazioni sono valide soprattutto nel caso di impianti di piccola e microgenerazione.

1.4 Sviluppi regolatori di interesse per la GD

L'Autorità ha adottato numerosi provvedimenti finalizzati ad integrare nel mercato la produzione di energia elettrica da impianti di GD, tenendo conto delle peculiarità delle fonti rinnovabili e della cogenerazione ad alto rendimento. Tra i principali si ricorda:

- la definizione delle condizioni procedurali ed economiche per le connessioni (tra il 2005 e il 2007) a la successiva revisione (nel 2008). Attualmente sono vigenti procedure standardizzate nel caso di connessioni alle reti in bassa e media tensione, mentre viene mantenuta più flessibilità in capo ai gestori di rete nel caso di connessioni alle reti in alta e altissima tensione;
- la definizione (nel 2005) e la revisione (nel 2007) delle modalità semplificate per la cessione dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete nel caso di impianti di potenza inferiore a 10 MVA e per gli impianti alimentati dalle fonti "non programmabili" di ogni taglia (il cosiddetto "ritiro dedicato" operato dalle imprese distributrici fino alla fine del 2007 e dal GSE a partire dall'1 gennaio 2008);
- la definizione (nel 2006) e la revisione (nel 2008) delle condizioni e delle modalità per l'erogazione del servizio di scambio sul posto, alternativo alla cessione dell'energia elettrica immessa in rete. Lo scambio sul posto è oggi possibile per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili e/o cogenerativi ad alto rendimento di potenza fino a 200 kW e consiste sostanzialmente nella compensazione economica tra il valore dell'energia elettrica immessa e il valore dell'energia elettrica prelevata;
- la definizione (nel 2005, 2007 e 2009) delle modalità di erogazione degli incentivi previsti per le fonti rinnovabili, con particolare riferimento al *feed in premium* per gli impianti fotovoltaici e alle tariffe fisse onnicomprensive.

Oltre ai provvedimenti sopra richiamati, si ricorda anche che l'Autorità, con la deliberazione ARG/elt 205/08, ha avviato la costituzione di un'anagrafica unica degli impianti di produzione di energia elettrica e la razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica. Tale deliberazione completa il processo avviato con la deliberazione n. 160/06, relativo all'istituzione presso Terna di un sistema informativo dei dati e

delle informazioni relative alla GD finalizzato a consentire all'Autorità di espletare gli adempimenti di cui all'articolo 1, comma 89, della legge n. 239/04, e allo stesso tempo avvia un processo più generale di razionalizzazione dei flussi informativi necessari ai vari soggetti sistemici (Terna, GSE, imprese distributrici) per la gestione degli impianti di produzione all'interno del mercato elettrico. Attualmente sono in corso i passi conclusivi per poter avviare l'operatività dell'anagrafica unica e la gestione razionalizzata dei flussi informativi.

La Direzione Mercati dell'Autorità ha ritenuto opportuno fornire agli operatori del settore una raccolta dei provvedimenti di propria competenza o delle parti di essi che incidono direttamente sull'attività di produzione di energia elettrica. L'obiettivo è che tale raccolta, denominata Testo Unico ricognitivo della Produzione elettrica (TUP), possa costituire un valido strumento di lavoro per quanti si trovano ad operare nell'ambito della produzione di energia elettrica nel presente contesto di mercato.

Si rimanda quindi al TUP e ai suoi successivi aggiornamenti periodici, per la descrizione dei provvedimenti sopra richiamati.

CAPITOLO 2

ANALISI DEI DATI RELATIVI ALLA GENERAZIONE DISTRIBUITA NEGLI ANNI 2007 E 2008 IN ITALIA

2.1 Quadro generale

La produzione lorda di energia elettrica da impianti di generazione distribuita nel 2007, in Italia, è stata pari a 19,3 TWh (circa il 6,1% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica), con un incremento, rispetto al 2006, di 5,8 TWh, mentre nel 2008 la produzione lorda è stata pari a 21,6 TWh (circa il 6,8% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica), con un ulteriore incremento rispetto al 2007 di 2,3 TWh; come si può notare la produzione di energia elettrica da impianti di generazione distribuita è aumentata negli ultimi anni ed è aumentata anche l'incidenza di tale produzione sul totale della produzione lorda nazionale di energia elettrica.

Nel 2007 risultavano installati 10.371 impianti di GD per una potenza efficiente lorda di 6.072 MW (circa il 6,3% della potenza efficiente lorda del parco di generazione nazionale), mentre nel 2008 gli impianti installati erano 34.848 con una potenza efficiente lorda corrispondente di 6.627 MW (circa il 6,5% della potenza efficiente lorda del parco di generazione nazionale); l'evidente aumento del numero di impianti installati è da imputare fondamentalmente agli impianti alimentati da fonte solare, nello specifico impianti fotovoltaici, che sono passati da poco più di 4.000 nel 2006 a 31.911 nel 2008, e in parte marginale agli impianti idroelettrici, termoelettrici ed eolici.

Nel 2007 risultavano installati 2.531 MW da impianti idroelettrici che hanno prodotto 7,1 TWh (36,8% della produzione da GD), 3.032 MW da impianti termoelettrici che hanno prodotto 11,3 TWh (58,5% della produzione da GD), 30 MW da impianti geotermoelettrici che hanno prodotto 0,2 TWh (circa l'1% della produzione da GD), 392 MW da impianti eolici che hanno prodotto 0,7 TWh (3,6% della produzione da GD) e 87 MW da impianti fotovoltaici che hanno prodotto 0,04 TWh (circa lo 0,2% della produzione da GD).

Nel 2008 risultavano installati 2.617 MW da impianti idroelettrici che hanno prodotto 9,2 TWh (42,6% della produzione da GD), 3.108 MW da impianti termoelettrici che hanno prodotto 11,3 TWh (52,3% della produzione da GD), 30 MW da impianti geotermoelettrici che hanno prodotto 0,2 TWh (poco meno dell'1% della produzione da GD), 441 MW da impianti eolici che hanno prodotto 0,7 TWh (3,2% della produzione da GD) e 431 MW da impianti fotovoltaici che hanno prodotto 0,2 TWh (poco meno dell'1% della produzione da GD).

Nelle tabelle seguenti (tabella 2.A relativa al 2007 e tabella 2.B relativa al 2008) vengono riportati, per ogni tipologia di impianti di produzione di energia elettrica (nel caso degli impianti termoelettrici vengono suddivisi in base alla tipologia di combustibile utilizzato: biomasse, biogas e bioliquidi, rifiuti solidi urbani, fonti non rinnovabili e impianti ibridi), il numero di impianti, la potenza efficiente lorda installata, la produzione lorda di energia elettrica e la produzione netta di energia elettrica, distinta tra la quota consumata in loco e la quota immessa in rete.

| | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (MW) | Produzione lorda (MWh) | Produzione netta (MWh) | |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | Consumata in loco | Immessa in rete |
| Idroelettrici | 1.844 | 2.531 | 7.104.616 | 425.144 | 6.559.206 |
| <i>Biomasse e biogas</i> | 230 | 429 | 1.919.271 | 124.916 | 1.714.657 |
| <i>Rifiuti solidi urbani</i> | 45 | 159 | 690.692 | 119.773 | 533.283 |
| <i>Fonti non rinnovabili</i> | 581 | 2.393 | 8.464.900 | 5.951.348 | 2.203.936 |
| <i>Ibridi</i> | 16 | 51 | 224.560 | 125.642 | 84.455 |
| Totale termoelettrici | 872 | 3.032 | 11.299.423 | 6.321.679 | 4.536.330 |
| Geotermoelettrici | 4 | 30 | 211.996 | 0 | 199.413 |
| Eolici | 107 | 392 | 670.966 | 0 | 669.643 |
| Fotovoltaici | 7.544 | 87 | 38.953 | 24.048 | 14.905 |
| TOTALE | 10.371 | 6.072 | 19.325.954 | 6.770.871 | 11.979.498 |

Tabella 2.A: Impianti di GD - anno 2007

| | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (MW) | Produzione lorda (MWh) | Produzione netta (MWh) | |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | Consumata in loco | Immessa in rete |
| Idroelettrici | 1.898 | 2.617 | 9.161.610 | 500.051 | 8.524.520 |
| <i>Biomasse, biogas e bioliquidi</i> | 257 | 465 | 2.018.854 | 141.319 | 1.798.169 |
| <i>Rifiuti solidi urbani</i> | 44 | 156 | 609.003 | 130.160 | 446.641 |
| <i>Fonti non rinnovabili</i> | 600 | 2.436 | 8.496.771 | 5.727.085 | 2.473.790 |
| <i>Ibridi</i> | 18 | 51 | 209.203 | 155.775 | 45.135 |
| Totale termoelettrici | 919 | 3.108 | 11.333.831 | 6.154.339 | 4.763.734 |
| Geotermoelettrici | 4 | 30 | 220.593 | 0 | 207.131 |
| Eolici | 116 | 441 | 696.755 | 0 | 693.374 |
| Fotovoltaici | 31.911 | 431 | 192.965 | 112.124 | 80.760 |
| TOTALE | 34.848 | 6.627 | 21.605.754 | 6.766.514 | 14.269.520 |

Tabella 2.B: Impianti di GD - anno 2008

In relazione alla fonte di energia utilizzata si nota che nel 2007 il 53,9% dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di generazione distribuita è di origine rinnovabile⁴ (figura 2.1 A) e tra le fonti rinnovabili la principale è la fonte idrica per una produzione pari al 36,8% dell'intera produzione da GD; nel 2008 il 58,7% dell'energia elettrica prodotta è di origine rinnovabile (figura 2.1 B) e anche in questo anno la principale fonte utilizzata è quella idrica per una produzione pari al 42,4% della produzione da GD.

⁴ Nel caso degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, convenzionalmente il 51% dell'energia elettrica prodotta è stato imputato a fonti rinnovabili, mentre il restante 49% è stato imputato a fonti non rinnovabili; nel caso degli impianti termoelettrici ibridi sono invece disponibili i dati relativi alla parte imputabile a fonti rinnovabili, per cui tale quota è stata attribuita alle fonti rinnovabili, mentre la quota non imputabile a fonti rinnovabili è stata attribuita alle fonti non rinnovabili.

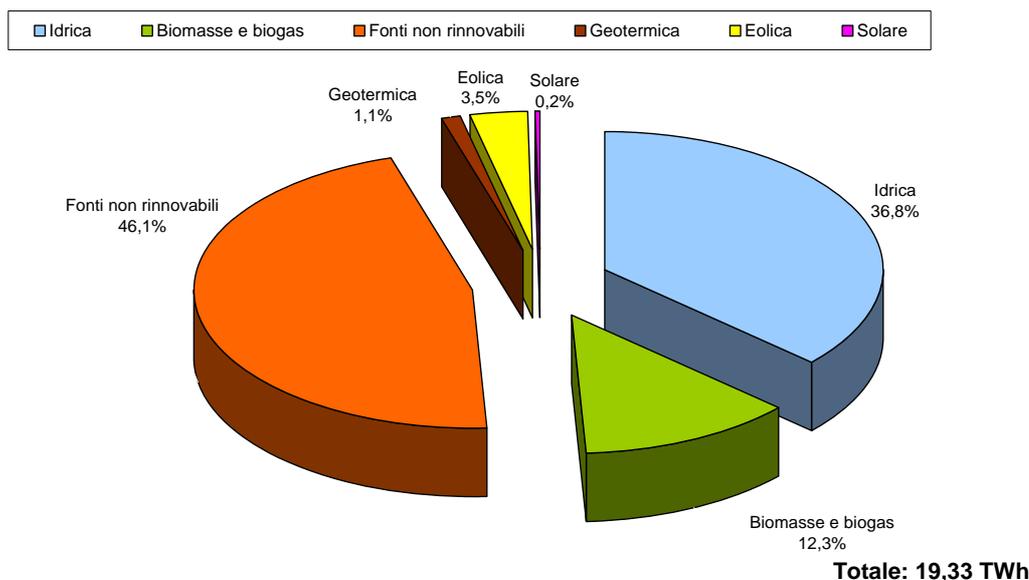


Figura 2.1 A: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della GD - anno 2007*

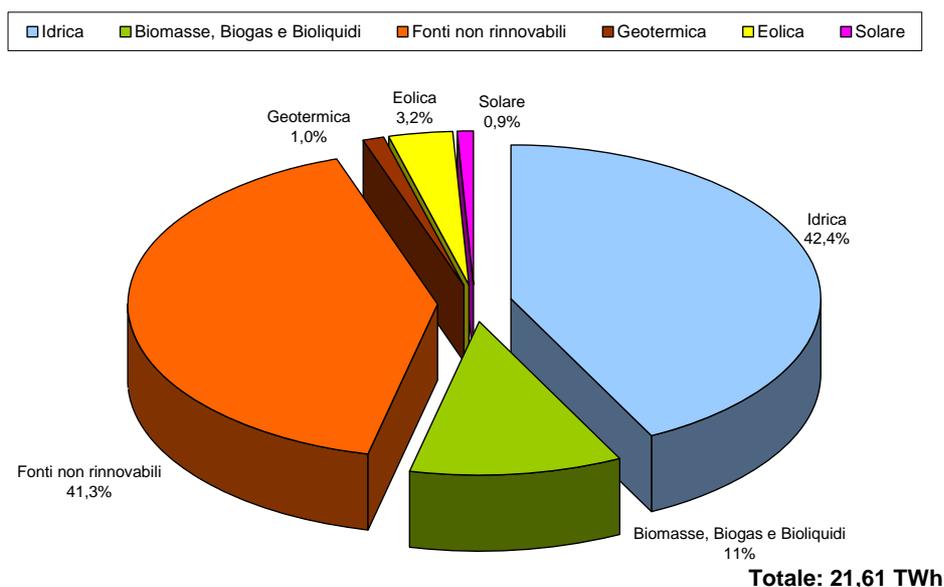


Figura 2.1 B: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della GD - anno 2008*

Differenziando per tipologia di impianti in funzione delle fonti utilizzate, si nota che nel 2007 (figura 2.2 A) il 43,8% dell'energia elettrica è stata prodotta da impianti alimentati esclusivamente da fonti non rinnovabili, quindi il 2,3% della produzione totale (differenza tra il valore riportato nella figura 2.1 A e quello nella figura 2.2 A) è la produzione degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani e degli impianti ibridi imputabile alle fonti rinnovabili. Nel 2008 (figura 2.2 B) il 39,3% dell'energia elettrica è stata prodotta da impianti alimentati esclusivamente da fonti non rinnovabili, quindi il 2% della produzione totale (differenza tra il valore riportato nella figura 2.1 B e quello nella figura 2.2 B) è la produzione degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani e degli impianti ibridi imputabile alle fonti rinnovabili.

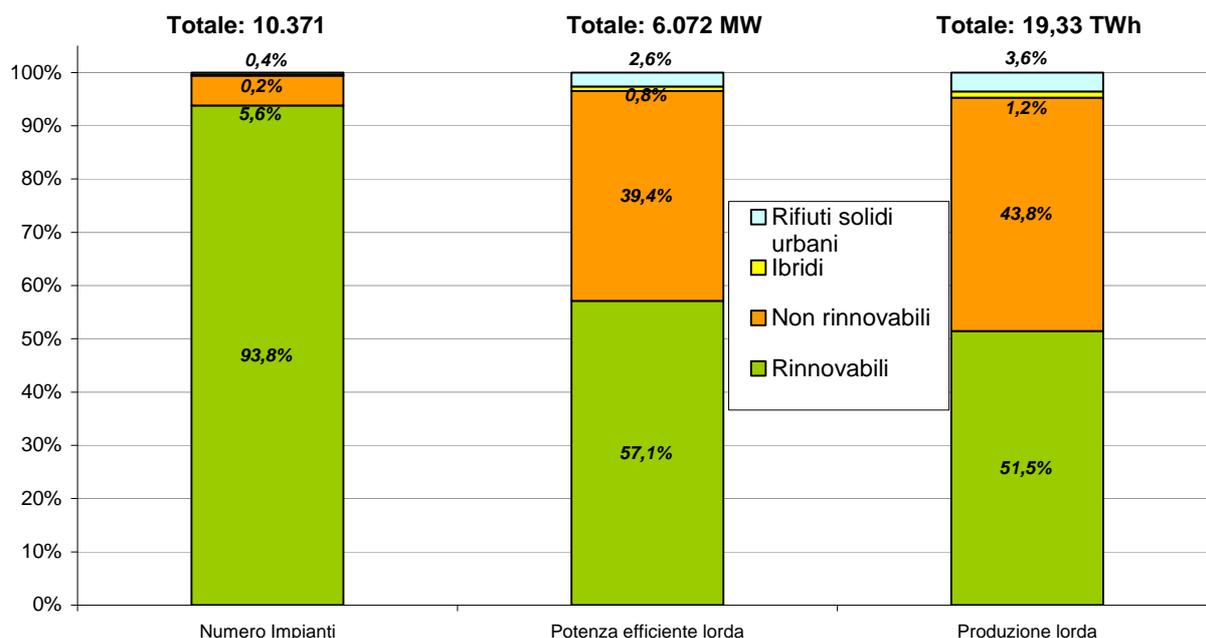


Figura 2.2 A: Impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e impianti ibridi nella GD - anno 2007

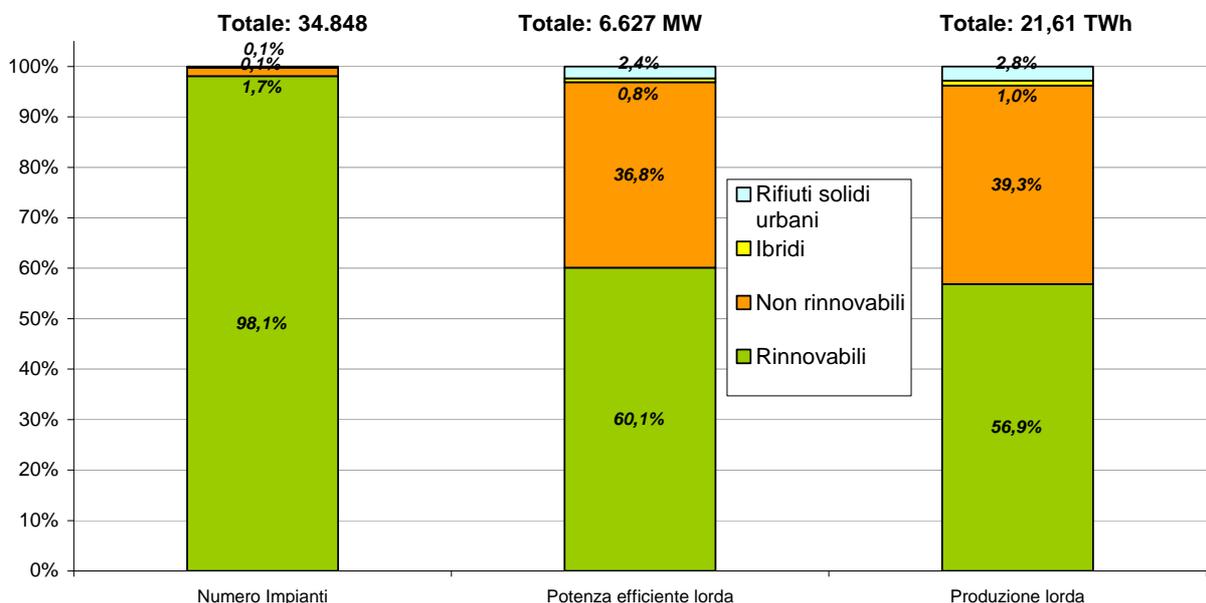


Figura 2.2 B: Impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e impianti ibridi nella GD - anno 2008

Considerando la produzione totale di energia elettrica in Italia ([figura 2.3 A](#) e [figura 2.3 B](#)) si nota una situazione molto differente rispetto alla produzione da impianti di generazione distribuita; infatti, sia nel 2007 che nel 2008, circa l'80% della produzione è da fonti non rinnovabili e tra le

fonti rinnovabili la fonte più utilizzata è quella idrica⁵ con valori pari al 12,3% nel 2007 e 14,8% nel 2008.

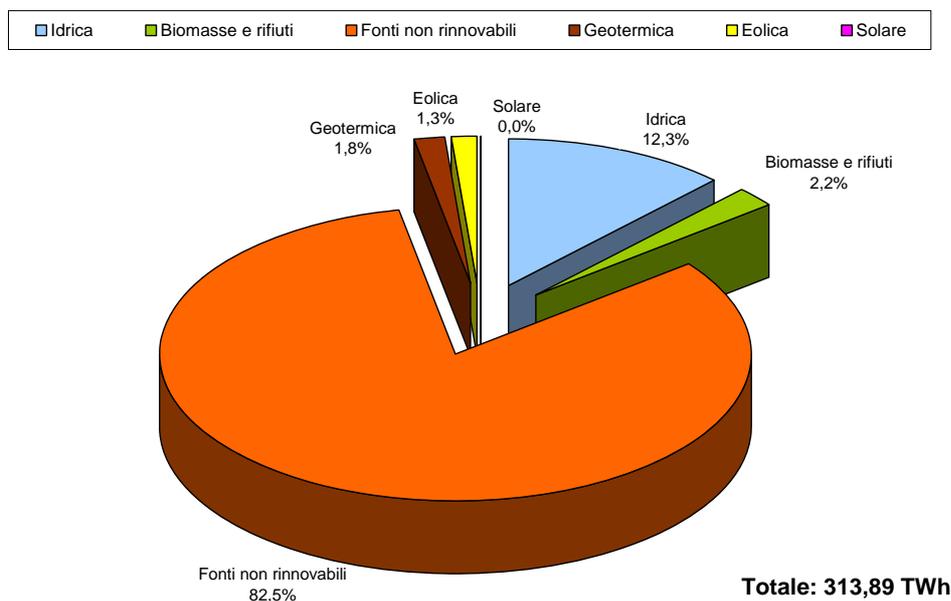


Figura 2.3 A: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della generazione nazionale totale - anno 2007*

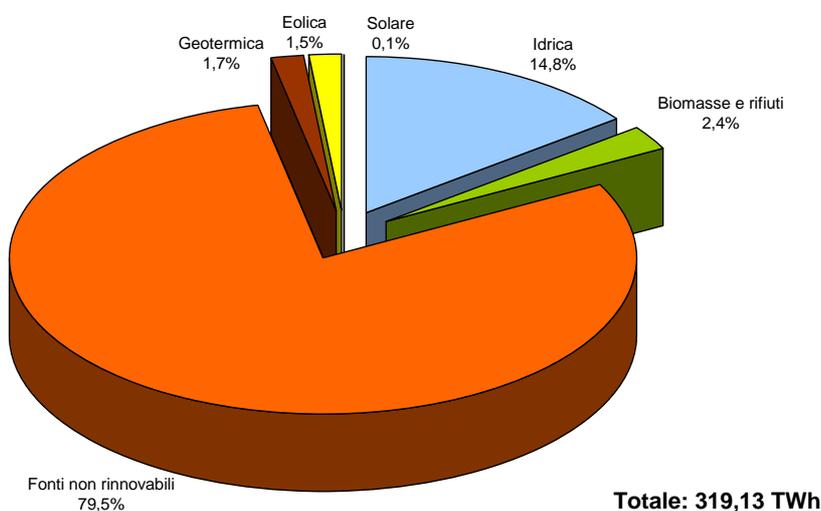


Figura 2.3 B: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della generazione nazionale totale - anno 2008*

Andando a considerare, invece, quale sia la quota di energia elettrica da generazione distribuita che viene utilizzata per autoconsumo si nota che nel 2007 circa il 35% della produzione lorda di energia elettrica da impianti di GD è stato consumato in loco, il 62% di energia prodotta è stato immesso in

⁵ Nella [figura 2.3 A](#) e nella [figura 2.3 B](#) l'energia elettrica prodotta da fonte idrica include anche la produzione da apporti da pompaggio che non è considerata energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, coerentemente con quanto previsto dal decreto legislativo n. 387/03.

rete e il restante 3% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione (servizi ausiliari di centrale e perdite nei trasformatori di centrale); nel 2008 circa il 32% della produzione lorda di energia elettrica da impianti di GD è stato consumato in loco, il 66% di energia prodotta è stato immesso in rete e il restante 2% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione. Si nota, quindi, che nel 2008 si è verificata una leggera diminuzione della percentuale di energia elettrica consumata in loco e un conseguente aumento della percentuale di energia elettrica immessa in rete, rimanendo quasi invariati i consumi relativi ai servizi ausiliari di generazione.

In particolare, con riferimento alle singole tipologie impiantistiche utilizzate, si nota che sia nel 2007 che nel 2008 la percentuale di energia prodotta e consumata in loco risulta essere prevalente nel caso di impianti termoelettrici, soprattutto alimentati da fonti non rinnovabili, e nel caso di impianti fotovoltaici, mentre la produzione da fonti rinnovabili, sia essa termoelettrica o no, presenta percentuali di consumo in loco molto basse, eccetto gli impianti fotovoltaici, se non addirittura nulle per numerosi impianti (tabella 2.A e figura 2.4 A, tabella 2.B e figura 2.4 B).

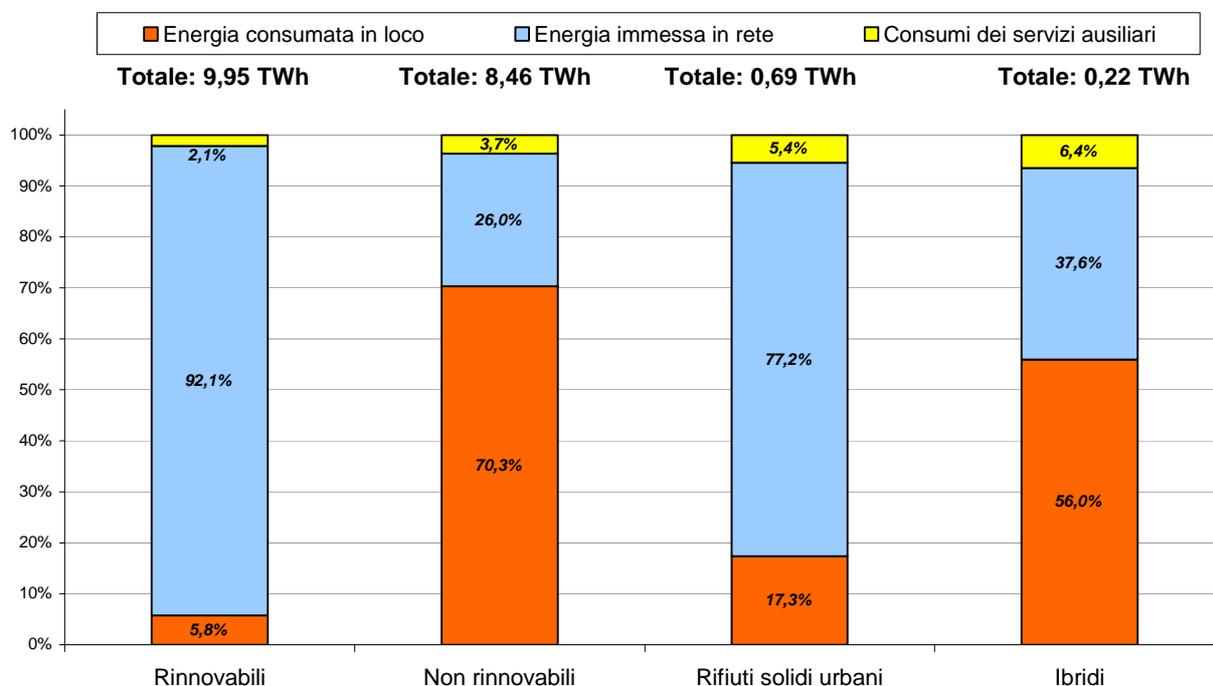


Figura 2.4 A: Ripartizione della produzione lorda da GD tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e per impianti ibridi) - anno 2007

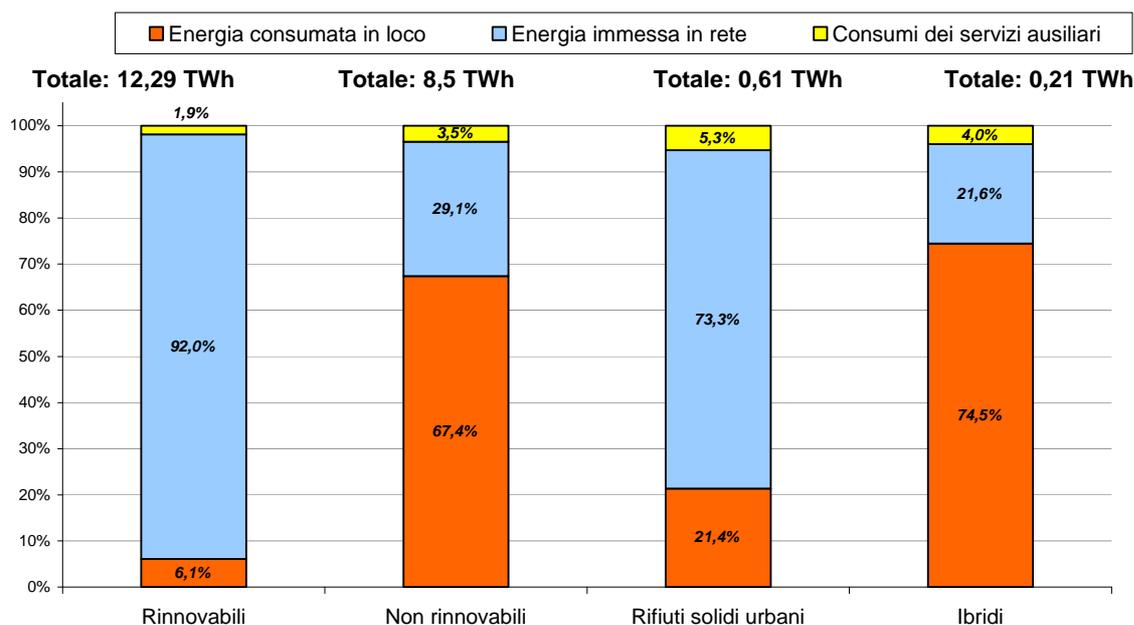


Figura 2.4 B: Ripartizione della produzione lorda da GD tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e per impianti ibridi) - anno 2008

Come già evidenziato nei rapporti degli scorsi anni, questo dato mette in luce in maniera chiara le motivazioni e i criteri con i quali si è sviluppata la GD in Italia fino al 2008. Da un lato gli impianti termoelettrici classici nascono per soddisfare richieste locali di energia elettrica e/o calore (circa il 73% della potenza efficiente lorda termoelettrica da GD è costituita da impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore alimentati da fonti non rinnovabili – [figura 2.5 A](#) e [figura 2.5 B](#)), dall’altro, gli impianti alimentati da fonti rinnovabili nascono prevalentemente al fine di sfruttare le risorse energetiche locali. Pertanto mentre i primi trovano nella vicinanza ai consumi la loro ragion d’essere e la loro giustificazione economica, gli altri perseguono l’obiettivo dello sfruttamento di risorse energetiche rinnovabili strettamente correlate e vincolate alle caratteristiche del territorio. Gli impianti fotovoltaici meritano un’osservazione diversa poiché sono spesso realizzati sulle coperture di edifici o comunque in prossimità dei centri di consumo: tali impianti sono spesso finalizzati sia allo sfruttamento delle risorse energetiche rinnovabili che all’autoconsumo.

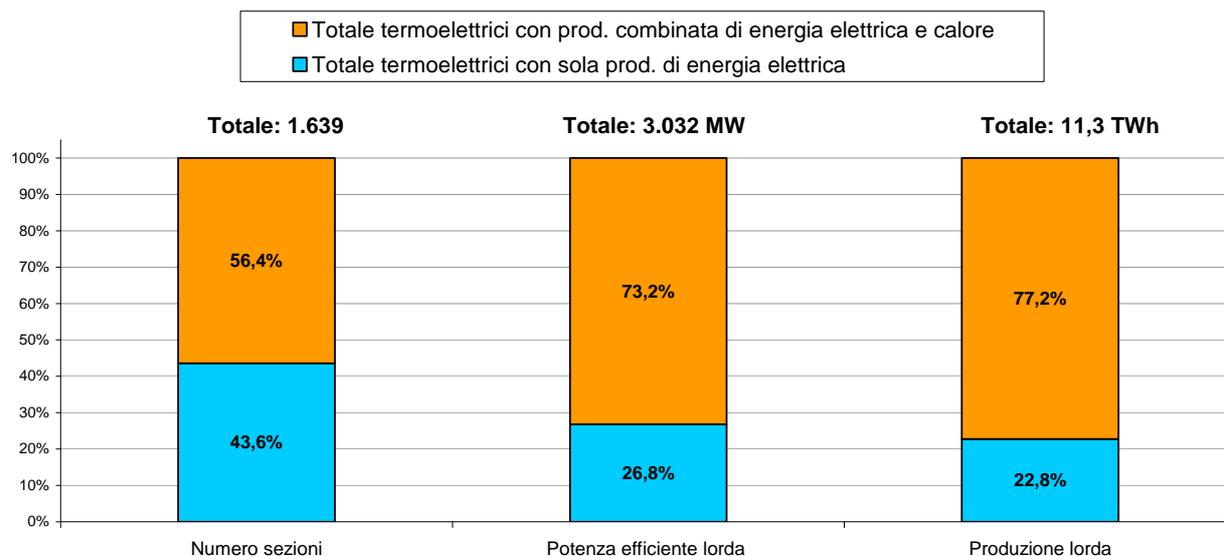


Figura 2.5 A: Impianti termoelettrici nell'ambito della GD - anno 2007

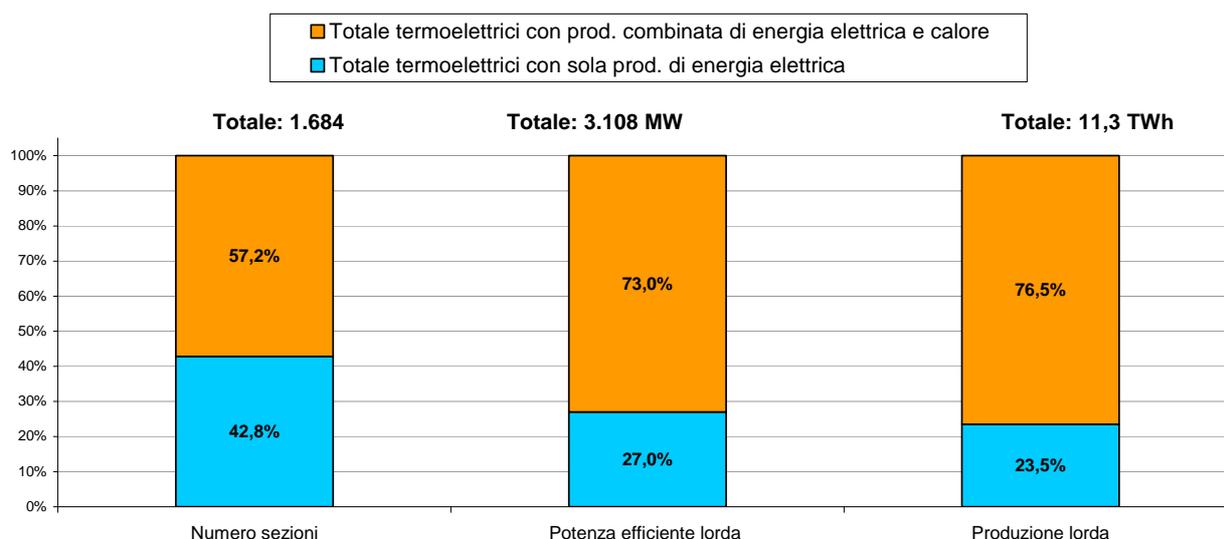


Figura 2.5 B: Impianti termoelettrici nell'ambito della GD - anno 2008

Con riferimento all'energia elettrica immessa in rete e alle modalità di cessione di tale energia, nel 2007 ([figura 2.6 A](#)) il 62% dell'energia elettrica prodotta è stata immessa in rete, di cui circa la metà (30,5% dell'energia elettrica prodotta) è stata ceduta direttamente sul mercato, mentre l'11,2% della produzione è stata ritirata ai sensi del provvedimento CIP n. 6/92 e il 20,3% è stata ritirata con il regime amministrato previsto dalla deliberazione dell'Autorità n. 34/05 (ritiro dedicato). Nell'anno 2008 ([figura 2.6 B](#)) poco più del 66% dell'energia elettrica prodotta è stata immessa in rete e anche in questo anno l'energia elettrica ceduta direttamente sul mercato è stata pari a circa la metà dell'energia elettrica immessa in rete (32,1% dell'energia elettrica prodotta da impianti di GD), mentre è aumentata rispetto al 2007 la quota di energia elettrica ritirata con il regime di ritiro dedicato, previsto dalla deliberazione dell'Autorità n. 280/07 (entrata in vigore dall'1 gennaio 2008), e parallelamente è diminuita la quantità di energia elettrica ritirata ai sensi del provvedimento Cip n. 6/92, probabilmente per il termine del periodo di diritto per alcuni impianti di generazione distribuita che accedevano all'incentivazione prevista da tale provvedimento.

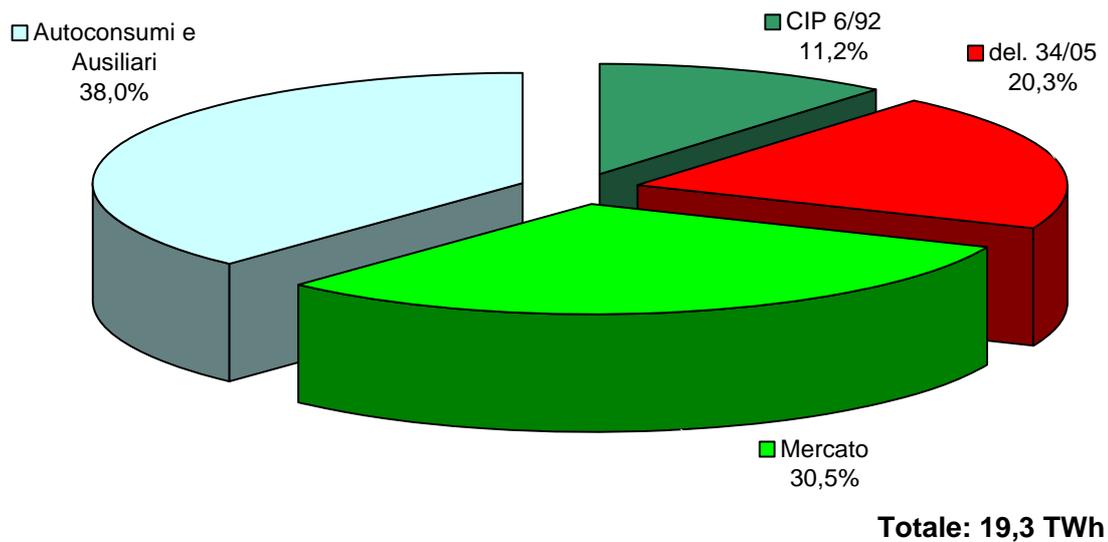


Figura 2.6 A: Ripartizione dell'energia elettrica lorda prodotta nell'ambito della GD fra mercato, autoconsumi e regimi di ritiro amministrato - anno 2007

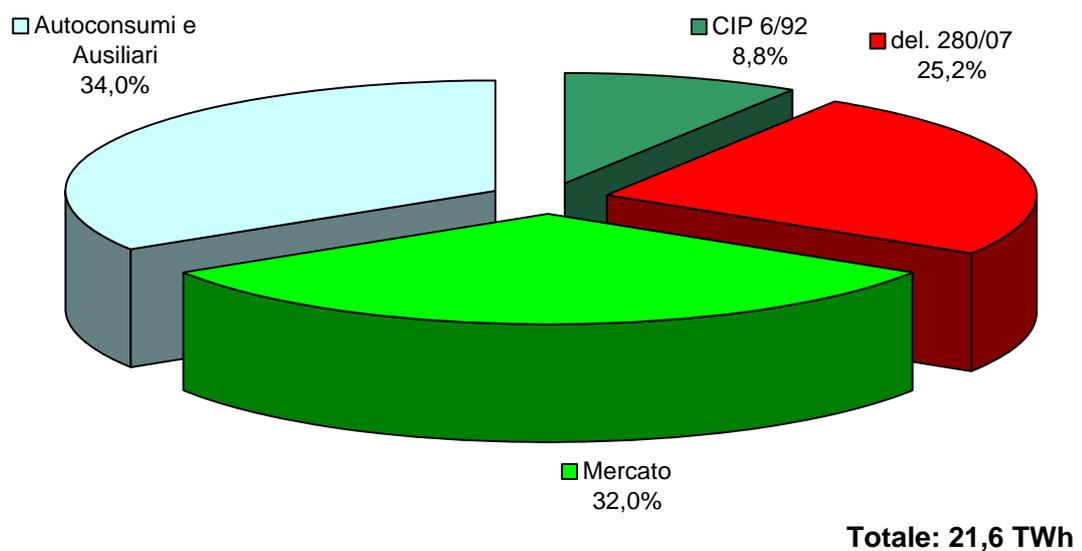


Figura 2.6 B: Ripartizione dell'energia elettrica lorda prodotta nell'ambito della GD fra mercato, autoconsumi e regimi di ritiro amministrato - anno 2008

Nelle figure seguenti ([figura 2.7 A](#) e [figura 2.7 B](#)) si riporta la ripartizione per fonte utilizzata per la produzione di energia elettrica nel caso di impianti che accedono al regime incentivante previsto dal provvedimento CIP n. 6/92: si nota che, sia nel 2007 che nel 2008, l'energia elettrica incentivata da fonti rinnovabili è più dell'80% dell'intera energia incentivata.

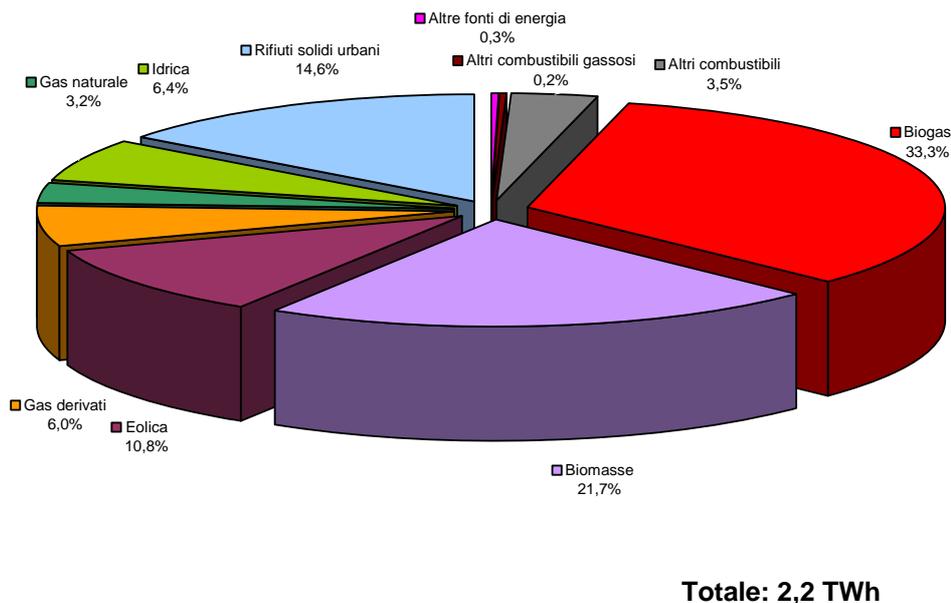


Figura 2.7 A: Ripartizione per fonte dell'energia elettrica lorda prodotta da impianti CIP 6 rientranti nella GD - anno 2007

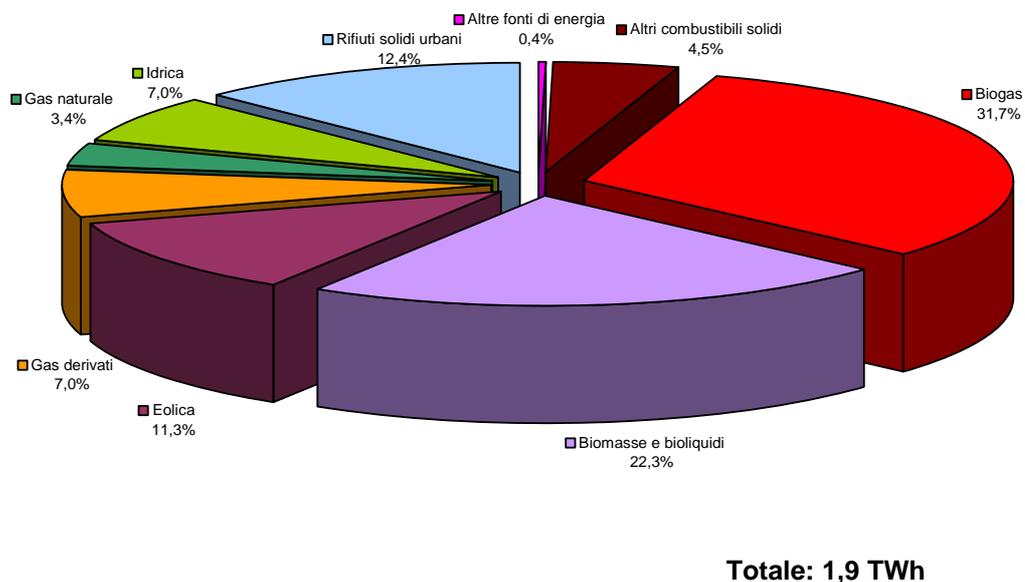


Figura 2.7 B: Ripartizione per fonte dell'energia elettrica lorda prodotta da impianti CIP 6 rientranti nella GD - anno 2008

In figura 2.8 A e in figura 2.8 B si riporta la ripartizione per fonti dell'energia ceduta ai sensi della deliberazione n. 34/05 (prevista per l'anno 2007) e ai sensi della deliberazione n. 280/07 (prevista per l'anno 2008) dagli impianti che rientrano nella GD. Dal confronto delle figure si nota che nel 2008 sono stati ritirati 1,5 TWh in più rispetto all'anno 2007: la fonte idrica è diminuita notevolmente in termini percentuali ma in valore assoluto l'energia elettrica ritirata da impianti idroelettrici è stata maggiore nel 2008 rispetto all'anno precedente, mentre si nota che è cresciuta

considerevolmente la percentuale, e di conseguenza anche il valore assoluto, dell'energia elettrica prodotta e ceduta in ritiro dedicato da impianti alimentati a biogas.

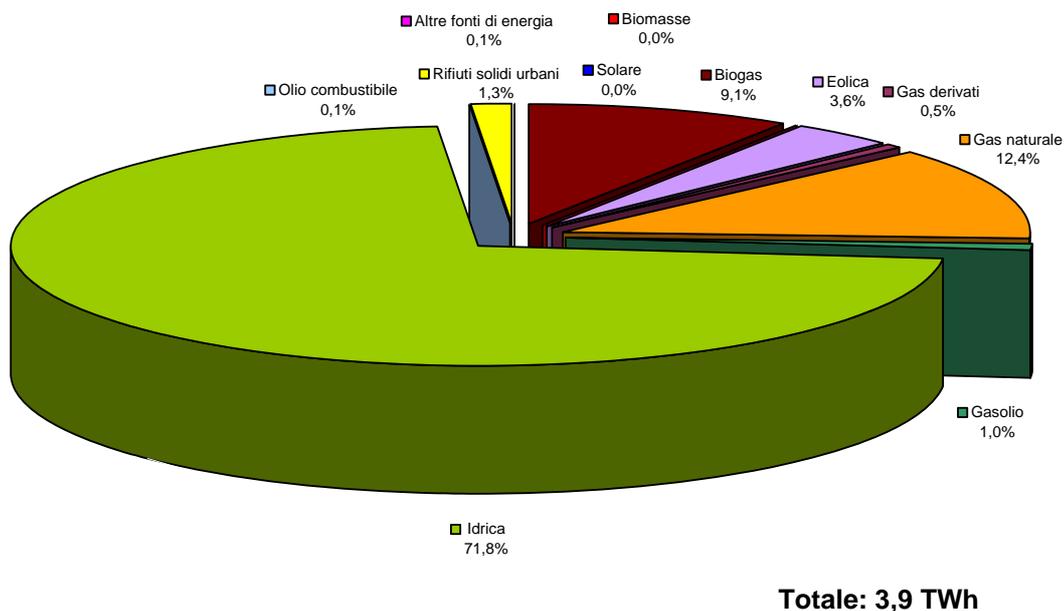


Figura 2.8 A: Ripartizione per fonte dell'energia elettrica lorda prodotta da impianti che cedono ai sensi della deliberazione n. 34/05 rientranti nella GD – anno 2007

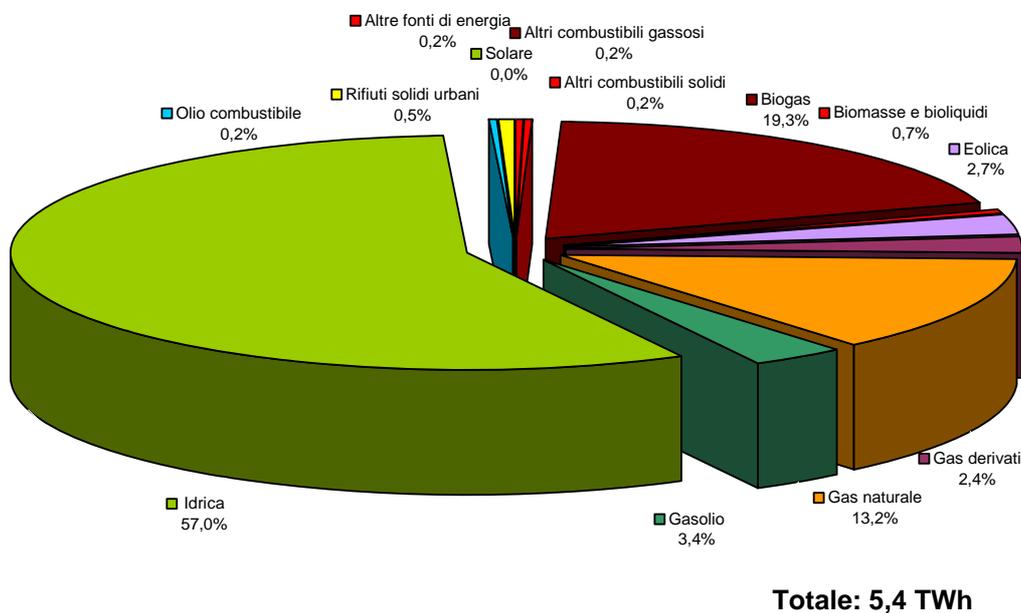


Figura 2.8 B: Ripartizione per fonte dell'energia elettrica lorda prodotta da impianti che cedono ai sensi della deliberazione n. 280/07 rientranti nella GD – anno 2008

Nei grafici seguenti si fa riferimento al livello di tensione a cui sono connessi gli impianti di produzione in GD, distinguendo tra numero di sezioni⁶ (figura 2.9 A e figura 2.9 B) e potenza connessa (figura 2.10 A e figura 2.10 B), e nei grafici di figura 2.11 A e figura 2.11 B si riporta la quantità di energia elettrica immessa in funzione del livello di tensione a cui viene immessa.

Dall'analisi delle figure seguenti si può evidenziare il grande sviluppo degli impianti fotovoltaici: infatti, confrontando i dati relativi al numero di sezioni connesse per livello di tensione, si nota che il numero di impianti fotovoltaici connessi in bassa tensione è cresciuto notevolmente per la sempre più crescente installazione di impianti fotovoltaici di piccole dimensioni; analogamente, seppur in maniera più contenuta, è aumentato il valore percentuale relativo alla potenza installata in bassa tensione e confrontando il 2007 con il 2008 si passa dal 2% al 7%. In termini di energia elettrica immessa in rete da impianti fotovoltaici, l'aumento dell'energia elettrica prodotta e immessa nelle reti di distribuzione in bassa tensione è stato molto contenuto in ragione del fatto che gli impianti fotovoltaici hanno fattori di utilizzo contenuti (dell'ordine di 1.000 ore annue) a fronte di fattori di utilizzo molto più elevati nel caso di impianti termoelettrici (dell'ordine di 4.000 ore annue).

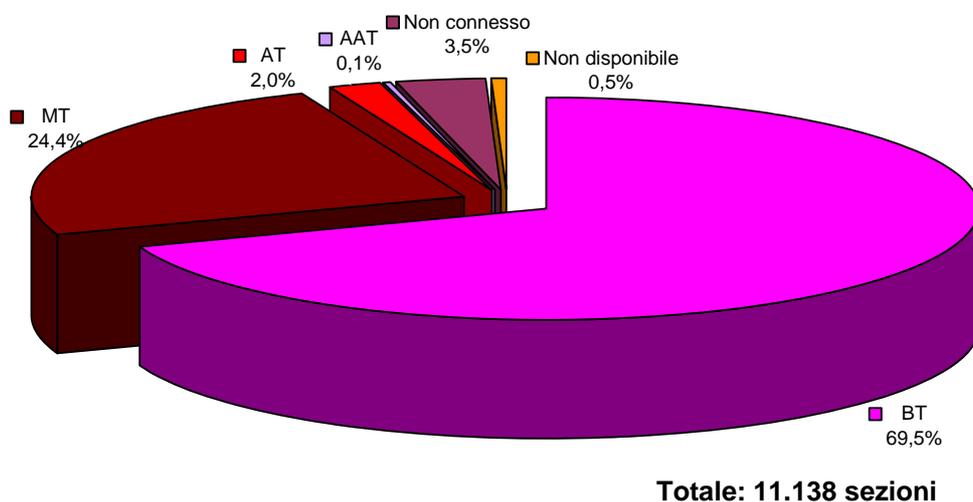


Figura 2.9 A: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, del numero di sezioni di impianti di produzione in GD – anno 2007

⁶ Solo in questa circostanza, con il termine sezione ci si riferisce alle singole sezioni degli impianti termoelettrici e agli impianti in tutti gli altri casi; tale convenzione è necessaria in quanto sono presenti impianti termoelettrici che presentano sezioni connesse a differenti livelli di tensione pur appartenendo allo stesso impianto.

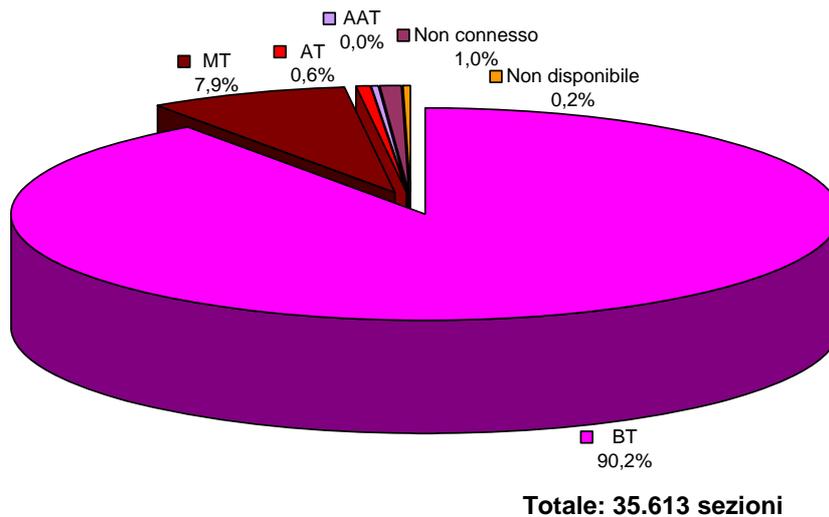


Figura 2.9 B: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, del numero di sezioni di impianti di produzione in GD - anno 2008

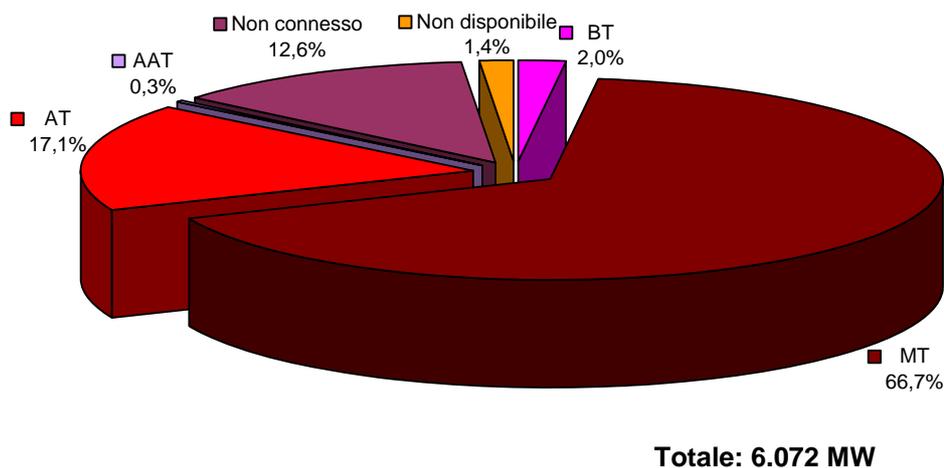


Figura 2.10 A: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, della potenza degli impianti di produzione in GD - anno 2007

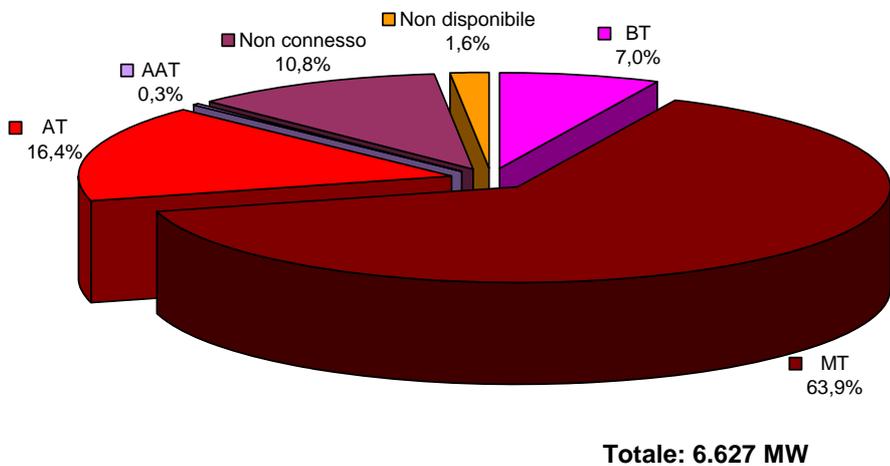


Figura 2.10 B: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, della potenza degli impianti di produzione in GD - anno 2008

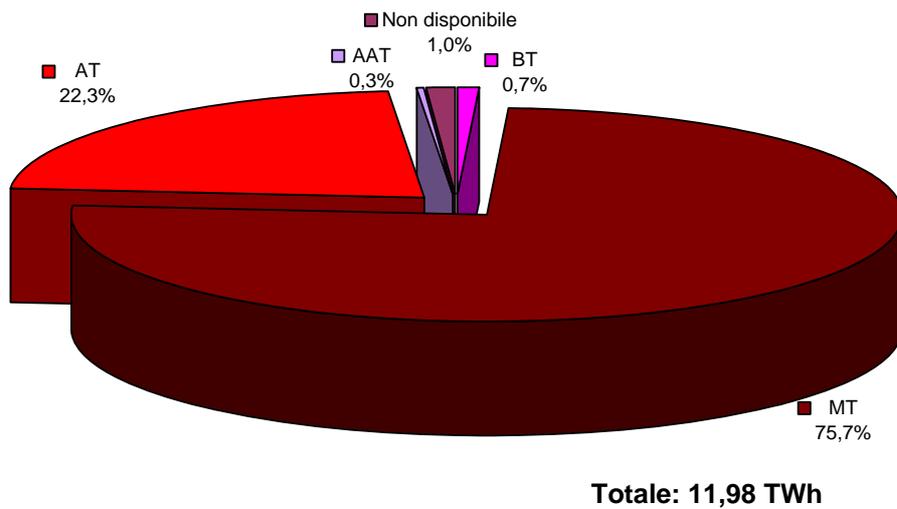


Figura 2.11 A: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, dell'energia elettrica immessa dagli impianti di produzione in GD – anno 2007

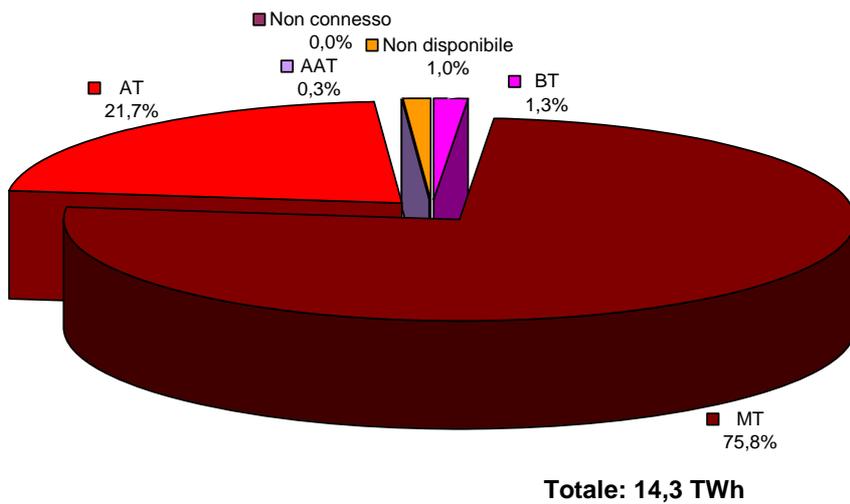


Figura 2.11 B: Ripartizione, per livello di tensione di connessione, dell'energia elettrica immessa dagli impianti di produzione in GD – anno 2008

Dai seguenti grafici si osserva la distribuzione del totale degli impianti di GD in Italia in termini di potenza e di energia ([figura 2.12 A](#) e [figura 2.12 B](#)) e degli impianti di GD alimentati da fonti rinnovabili in Italia in termini di potenza e di energia ([figura 2.13 A](#) e [figura 2.13 B](#)).

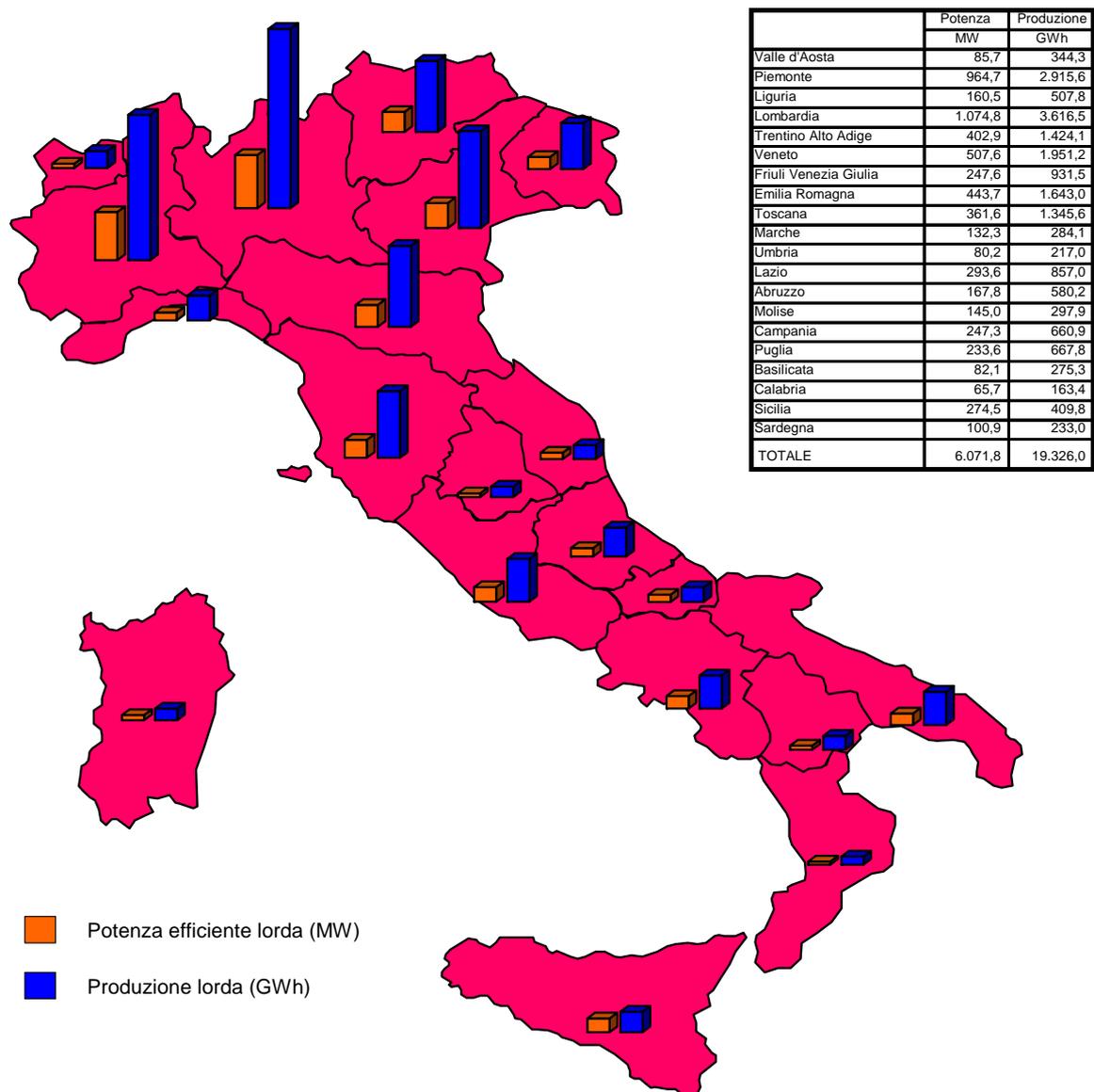


Figura 2.12 A: Dislocazione degli impianti di GD per regione (Potenza efficiente lorda totale: 6.072 MW; Produzione lorda totale: 19.326 GWh) – anno 2007

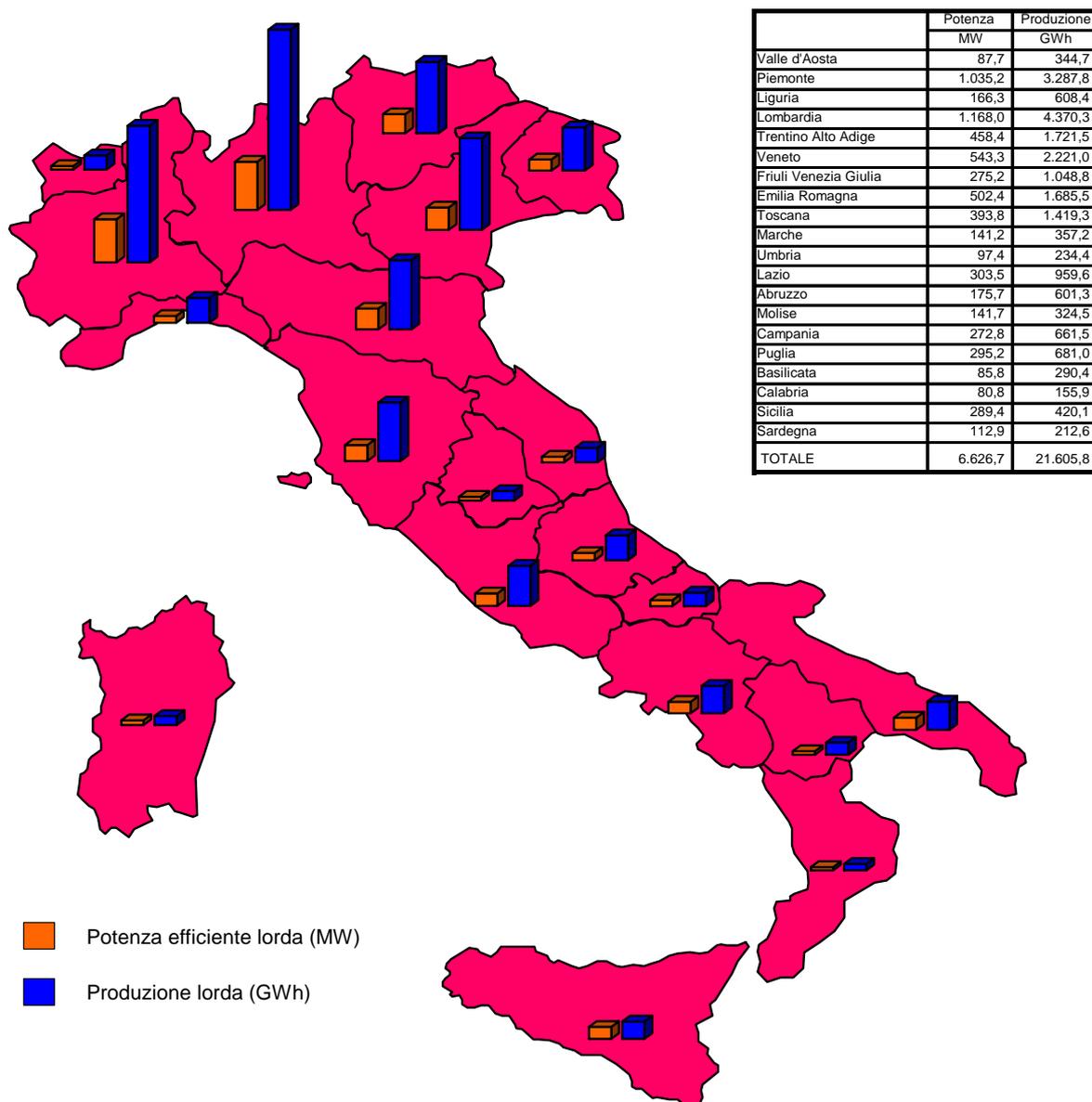


Figura 2.12 B: Dislocazione degli impianti di GD per regione (Potenza efficiente lorda totale: 6.627 MW; Produzione lorda totale: 21.606 GWh) – anno 2008

In particolare si nota un'elevata differenziazione sia in termini di potenza efficiente lorda che in termini di produzione fra le regioni del Nord Italia e le regioni del Centro-Sud. Questa differenza, già evidenziata nei precedenti rapporti, sembra essere molto correlata al differente livello di industrializzazione delle varie regioni, per lo più con riferimento allo sviluppo della generazione termoelettrica.

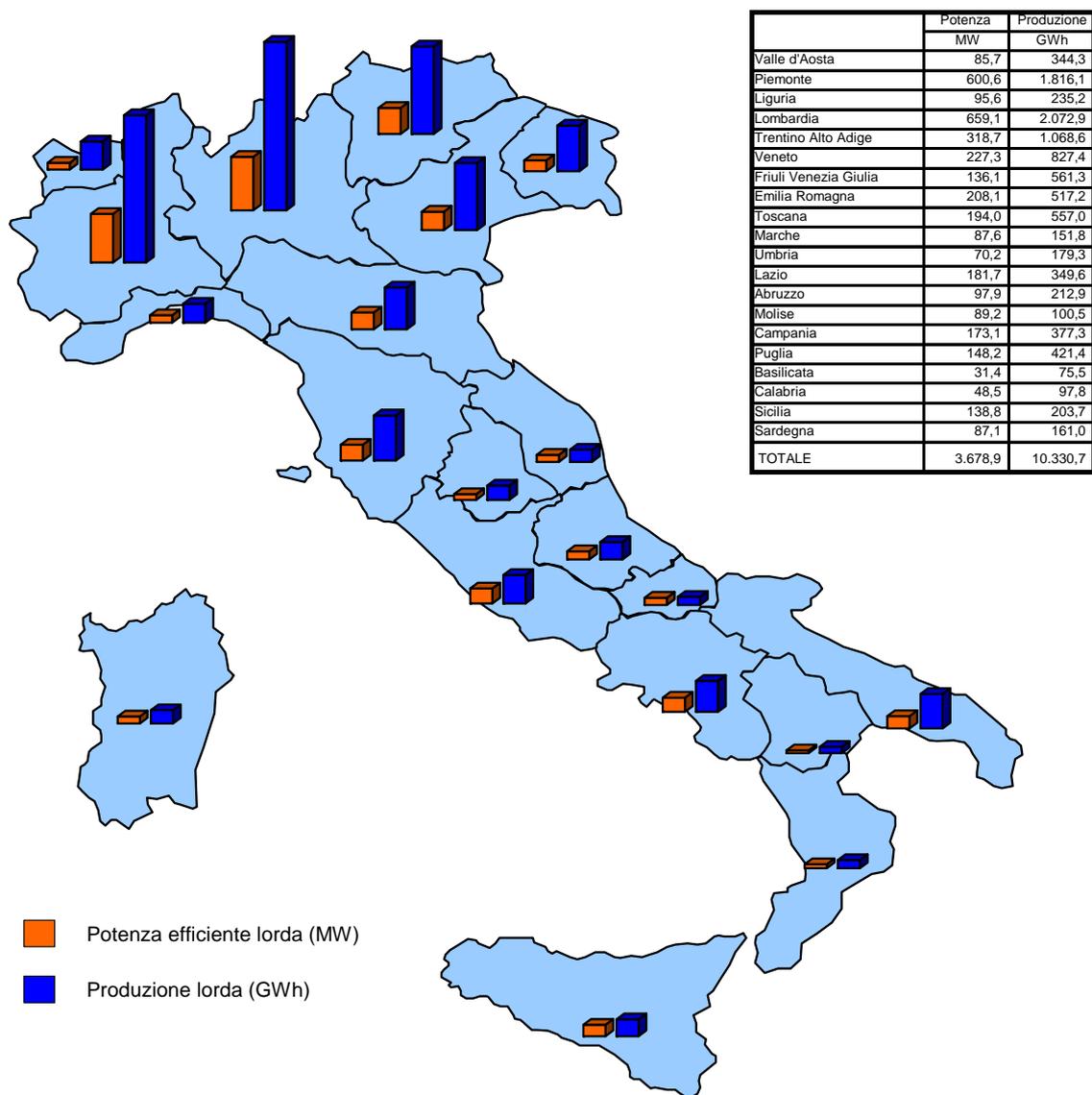


Figura 2.13 A⁷: Dislocazione degli impianti di GD alimentati da fonti rinnovabili (Potenza efficiente lorda totale: 3.679 MW; Produzione lorda totale: 10.331 GWh) – anno 2007

⁷ Con riferimento a questa figura si è considerato:

- per quanto riguarda la potenza installata, la somma delle potenze degli impianti idroelettrici, termoelettrici alimentati da fonti rinnovabili, termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, termoelettrici ibridi, geotermoelettrici, eolici e fotovoltaici;
- per quanto riguarda l'energia elettrica prodotta, l'energia elettrica prodotta riferita agli impianti idroelettrici, agli impianti termoelettrici alimentati da fonti rinnovabili, alla quota pari al 51% dell'energia elettrica prodotta da impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, alla parte imputabile a fonti rinnovabili degli impianti termoelettrici ibridi, agli impianti geotermoelettrici, agli impianti eolici e agli impianti fotovoltaici.

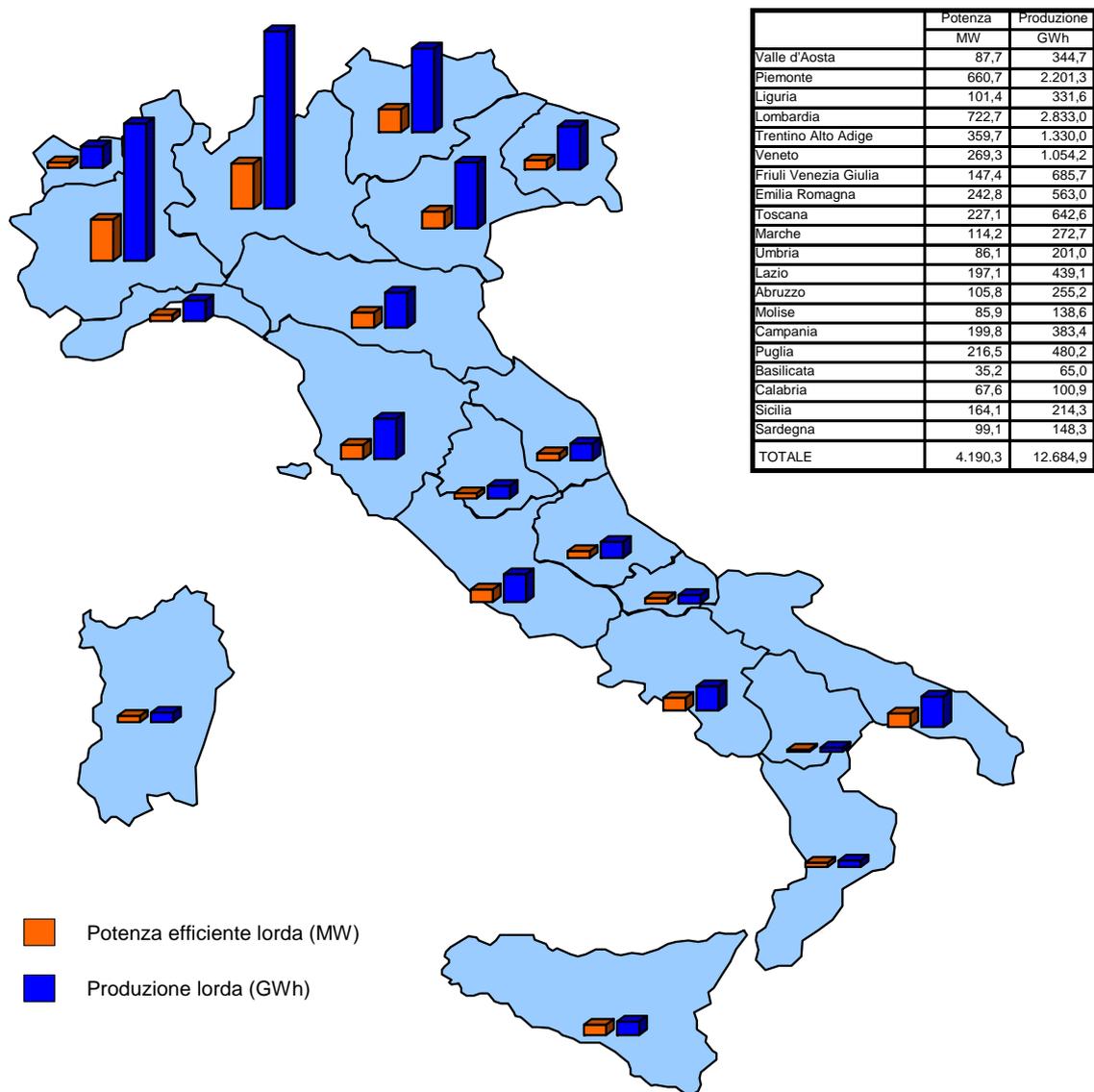


Figura 2.13 B⁷: Dislocazione degli impianti di GD alimentati da fonti rinnovabili (Potenza efficiente lorda totale: 4.190 MW; Produzione lorda totale: 12.685 GWh) – anno 2008

Infine, la figura 2.14 A e figura 2.14 B descrivono, in termini di potenza efficiente lorda e di energia, la penetrazione della GD sul totale regionale.

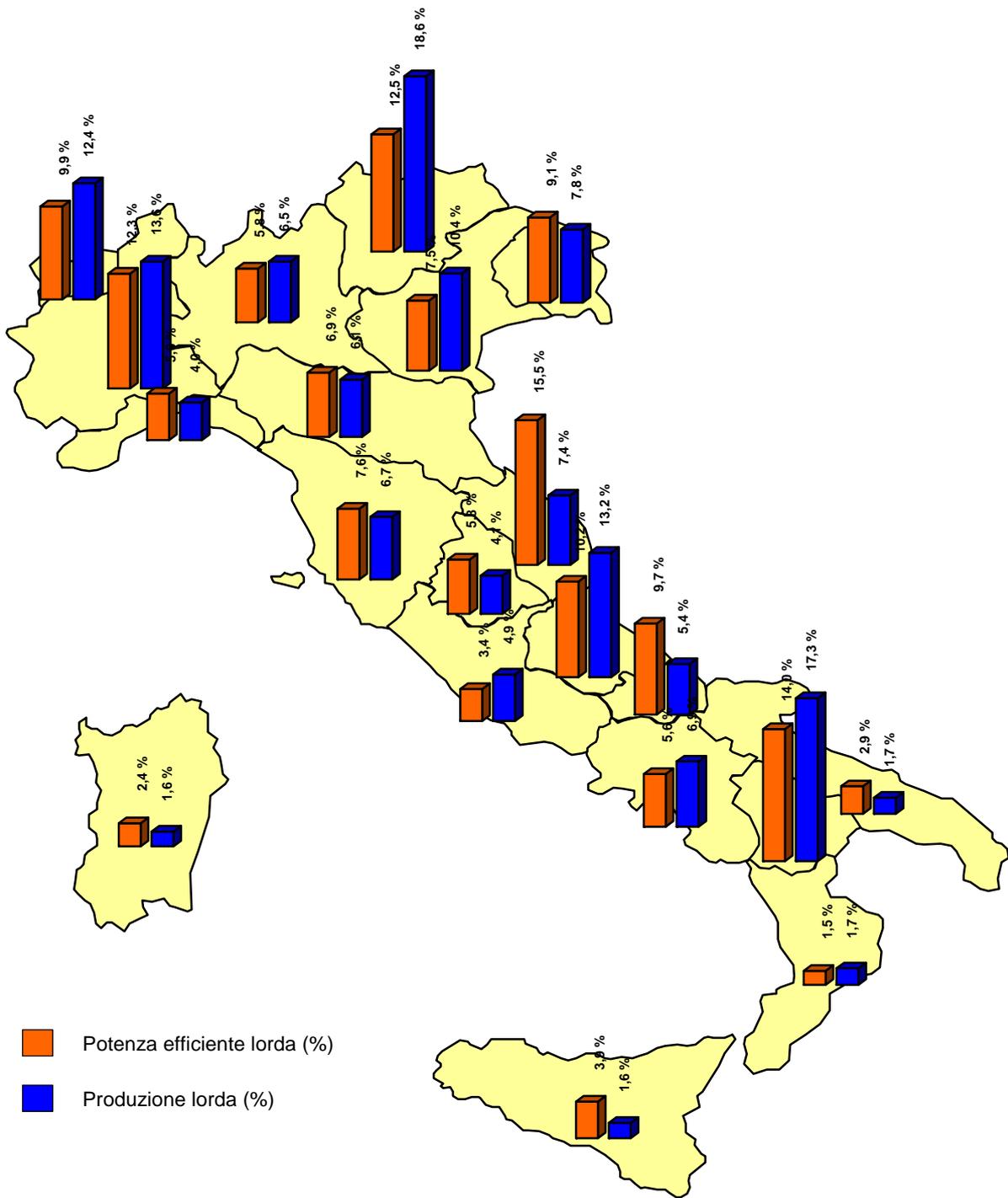


Figura 2.14 A: Penetrazione della GD in termini di potenza e di produzione sul totale regionale – anno 2007

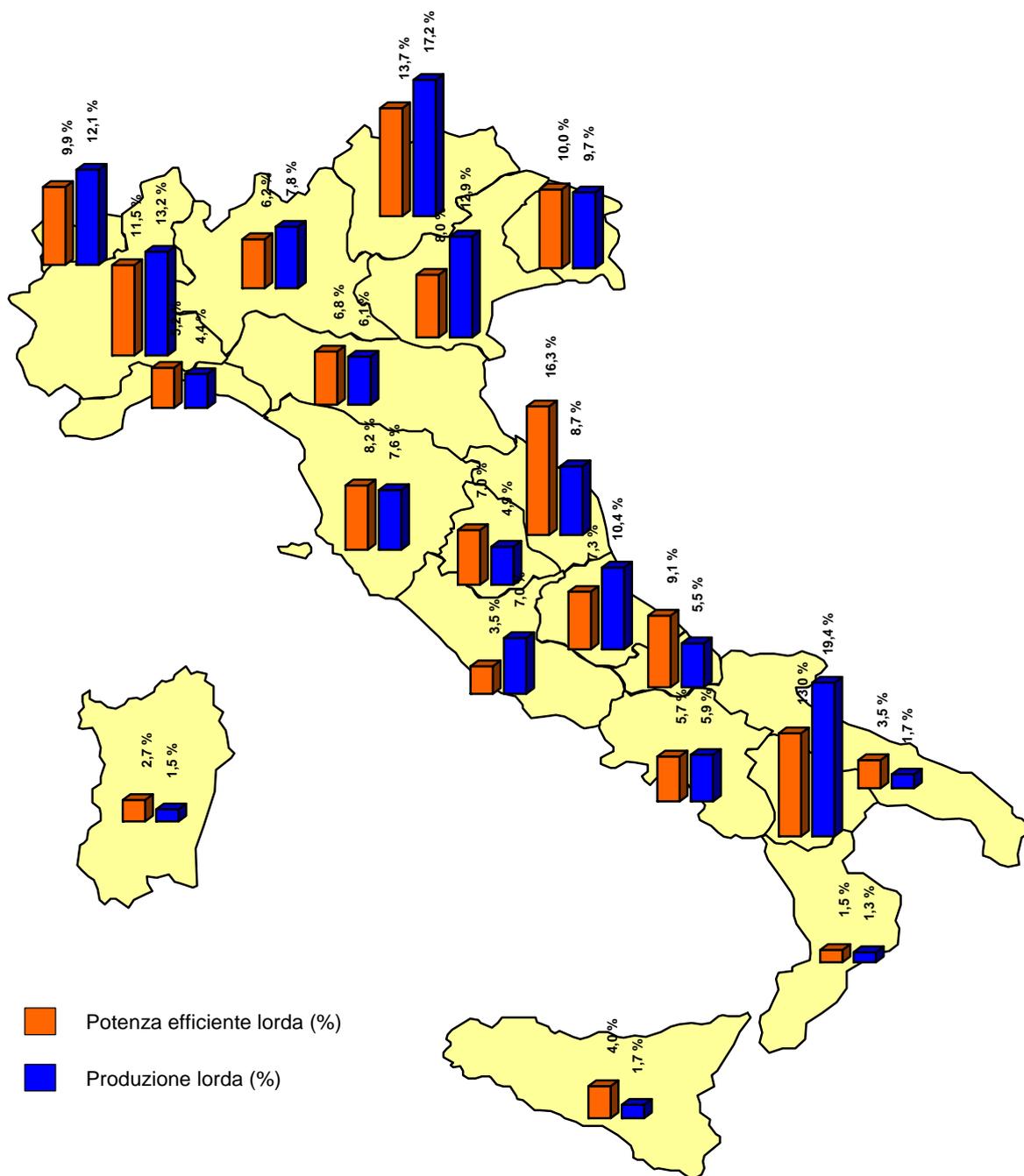


Figura 2.14 B: Penetrazione della GD in termini di potenza e di produzione sul totale regionale – anno 2008

2.2 Gli impianti idroelettrici nell'ambito della GD

Nel 2007 la fonte idrica ha rappresentato la seconda fonte di energia per la produzione di energia elettrica nell'ambito della GD con i suoi 7,1 TWh di energia elettrica prodotta (circa il 36,8% dell'intera produzione da impianti di GD e il 18,4% dell'intera produzione idroelettrica italiana). Una produzione derivante per più dell'85% da impianti ad acqua fluente (1.718 impianti contro i 1.844 impianti idroelettrici di GD), mentre la rimanente produzione è dovuta per il 9% ad impianti a bacino e per poco meno del 6% ad impianti a serbatoio (figura 2.15 A).

Nel 2008 invece la fonte idrica ha rappresentato la prima fonte di energia per la produzione di energia elettrica di GD: impianti idroelettrici hanno prodotto circa 9,1 TWh di energia elettrica (più del 42% dell'intera produzione da impianti di GD e il 19,4% dell'intera produzione idroelettrica nazionale): come si può notare dal confronto delle due figure seguenti, l'aumento nel 2008 della produzione di energia elettrica da fonte idrica in GD ha seguito il *trend* dell'intera produzione nazionale da tale fonte. La produzione da GD idroelettrica nel 2008 è derivata maggiormente, come per gli anni precedenti, da impianti ad acqua fluente (più dell'84% della produzione idroelettrica con i suoi 1.770 impianti rispetto ai 1.898 impianti idroelettrici di GD), mentre la restante quota di produzione è dovuta per poco meno del 10% agli impianti a bacino e per poco meno del 6% agli impianti a serbatoio (figura 2.15 B).

Sia nel 2007 che nel 2008, seguendo la tendenza riscontrata anche negli anni precedenti, il mix di produzione idroelettrica in GD è stato molto diverso da quello nazionale dove si riscontra una più equa ripartizione della produzione elettrica fra gli impianti a serbatoio, a bacino e ad acqua fluente, con anche la presenza di produzione da pompaggi.

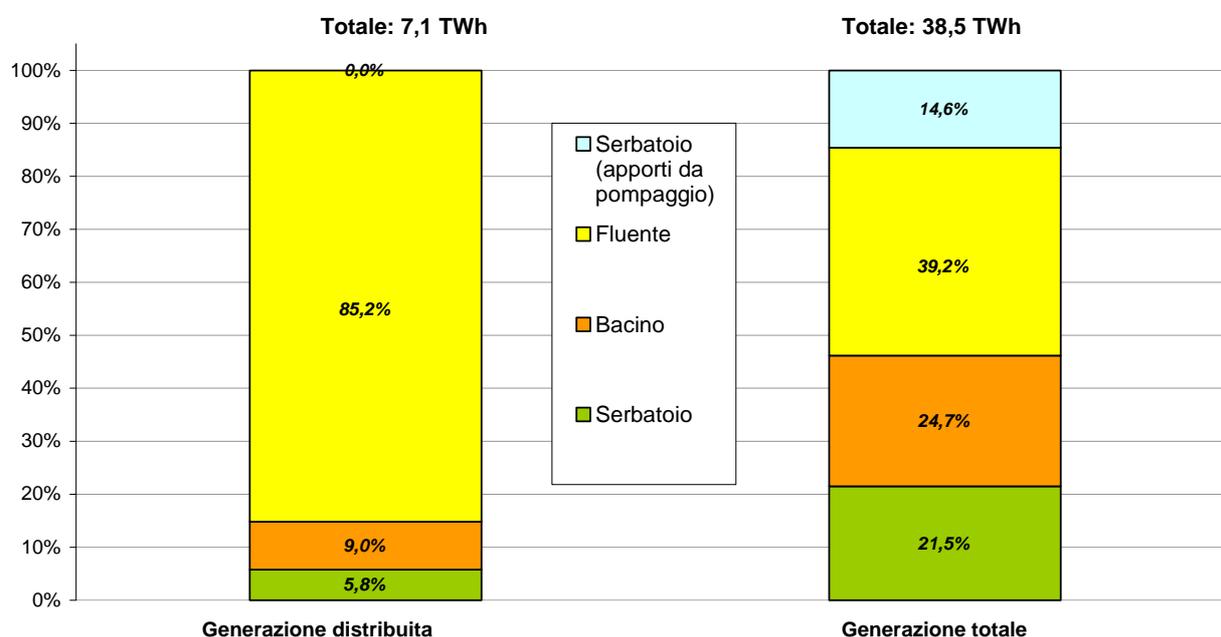


Figura 2.15 A: Energia elettrica prodotta da impianti idroelettrici nella GD e nella generazione totale – anno 2007

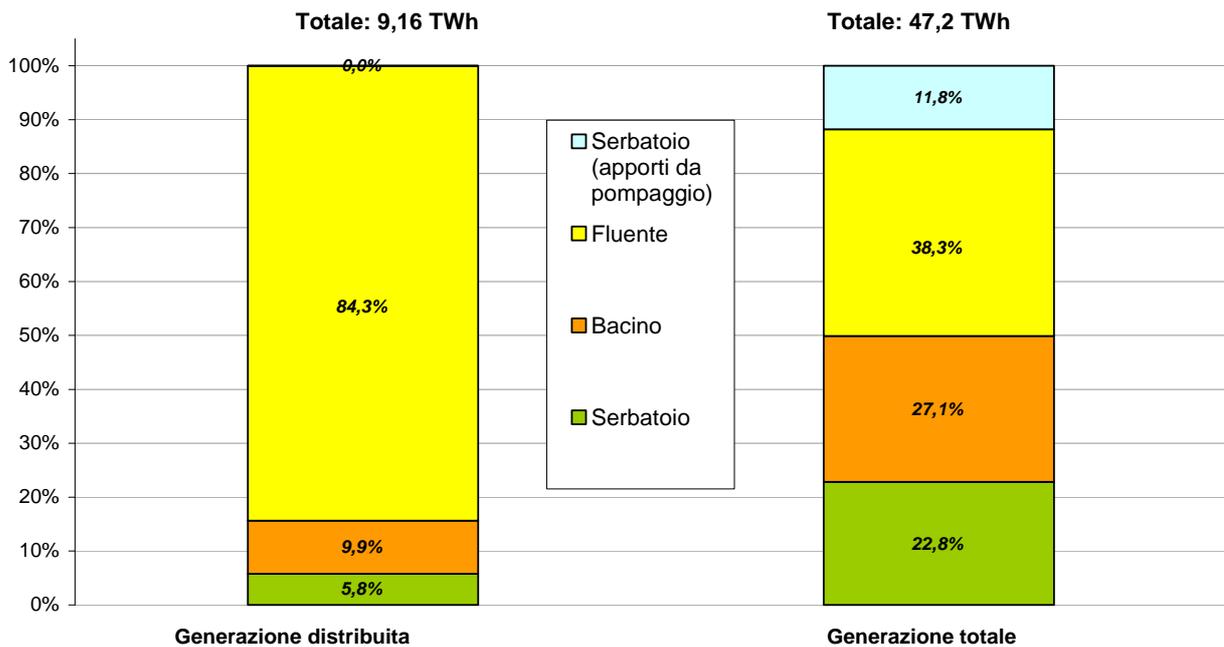


Figura 2.15 B: Energia elettrica prodotta da impianti idroelettrici nella GD e nella generazione totale – anno 2008

Con riferimento alla distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente in funzione delle classi di potenza si nota dalla [figura 2.16 A](#) e dalla [figura 2.16 B](#) che poco meno del 70% del numero degli impianti è di potenza fino a 1 MW e la quasi totalità è di potenza fino a 3 MW; tale distribuzione è stata evidenziata anche nei precedenti monitoraggi, e, anche per gli anni 2007 e 2008, si confermano i fattori di utilizzo per gli impianti ad acqua fluente che si aggirano mediamente intorno alle 3.700 ore, contro le 2.400 ore degli impianti a bacino e le 1.800 ore degli impianti a serbatoio. Naturalmente a fronte di un minore utilizzo, la capacità di regolazione degli impianti a bacino e serbatoio garantisce loro la possibilità di un utilizzo programmato e concentrato nelle ore di punta con una maggiore remunerazione della produzione.

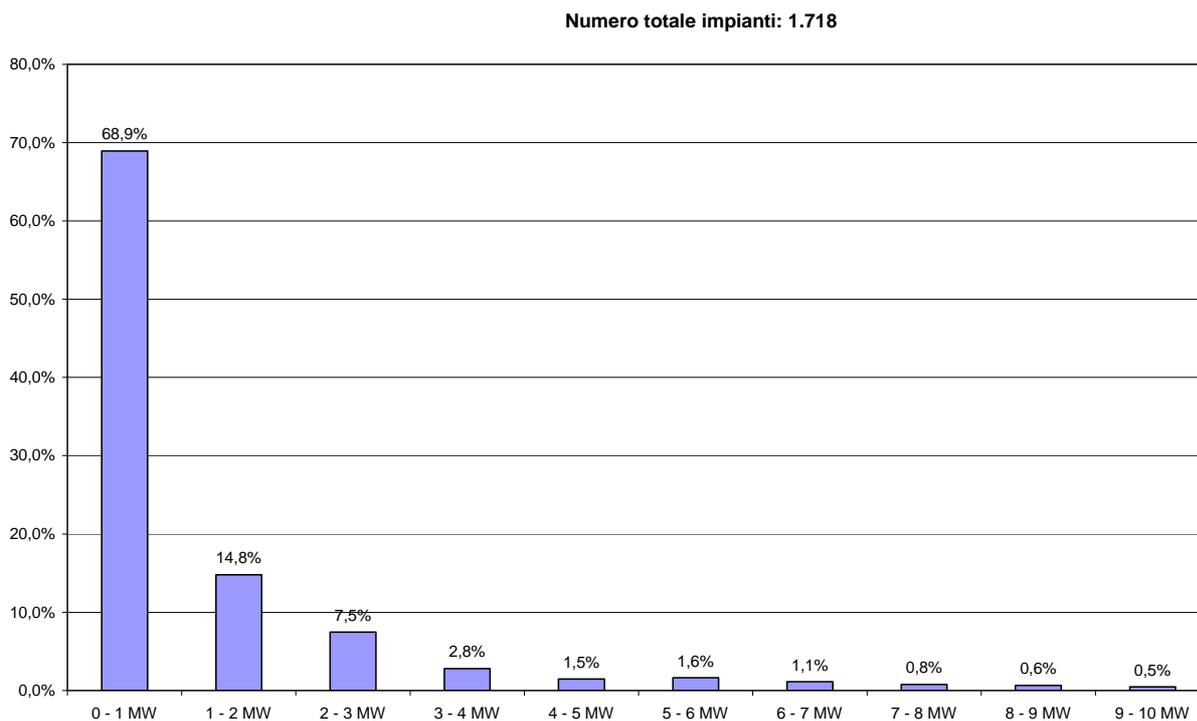


Figura 2.16 A: *Distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2007*

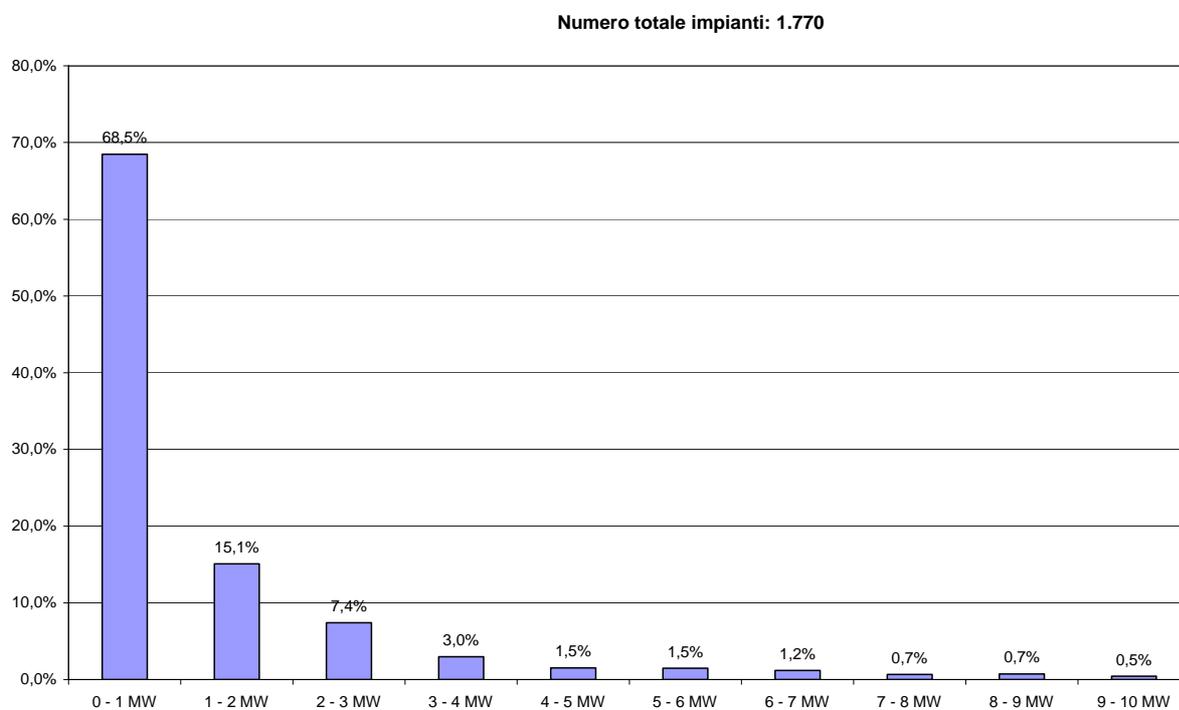


Figura 2.16 B: *Distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2008*

Passando ad analizzare la distribuzione sul territorio nazionale si nota che nel nord Italia è localizzata la maggior parte degli impianti e la maggior parte della potenza efficiente lorda installata, con una conseguente percentuale elevata della produzione nazionale da idroelettrico sotto i 10 MVA. Questa produzione nel nord è essenzialmente dovuta ad impianti ad acqua fluente ed è fortemente concentrata lungo l'arco alpino. Spostandosi dalle Alpi verso sud si assiste ad una netta riduzione della potenza installata e della produzione idroelettrica, in coerenza con la netta diminuzione della disponibilità di corsi d'acqua (figura 2.17 A e figura 2.17 B).

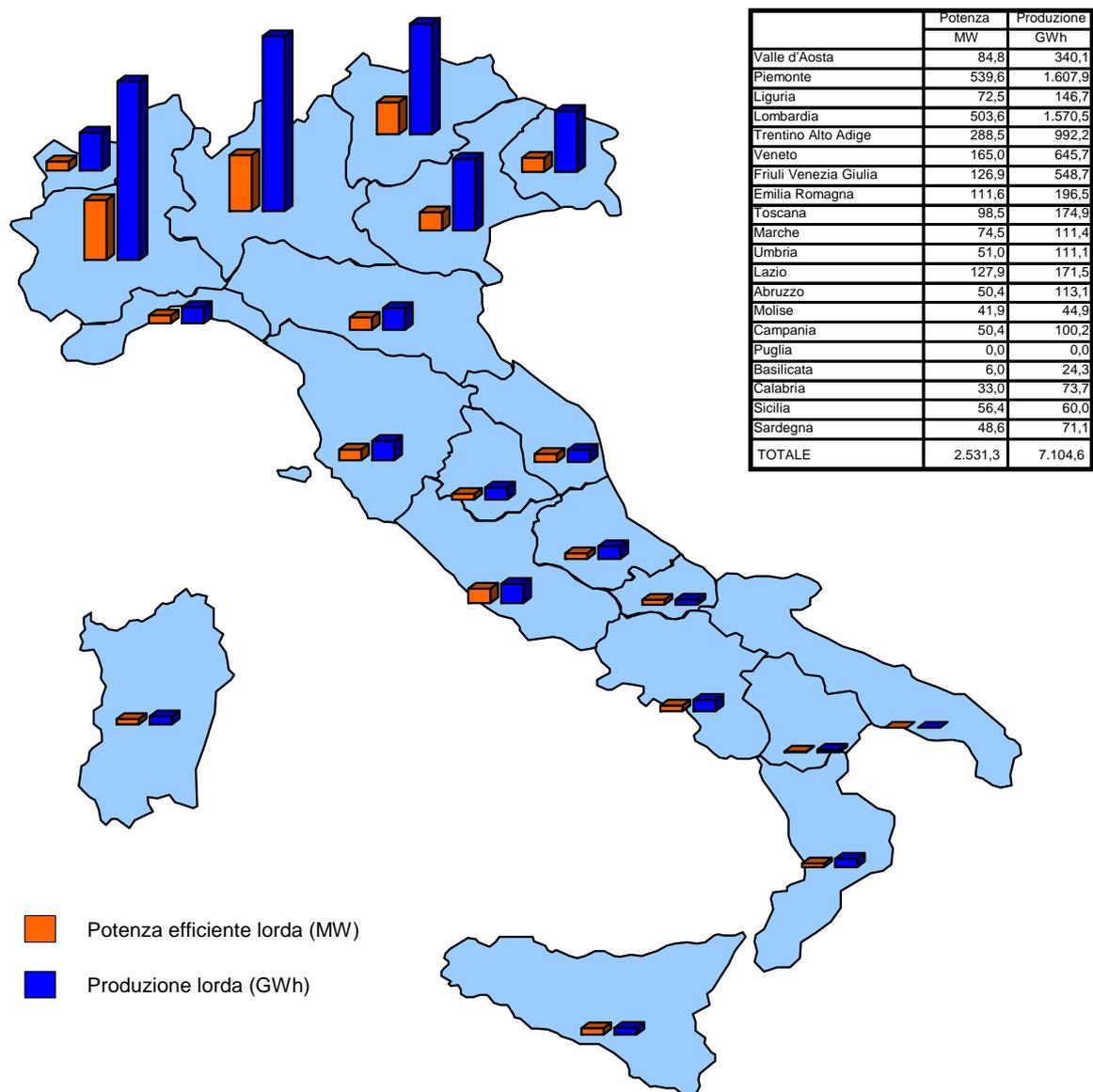


Figura 2.17 A: Dislocazione degli impianti idroelettrici di GD in termini di energia Potenza efficiente lorda totale: 2.531 MW; Produzione lorda totale: 7.105 GWh) – anno 2007

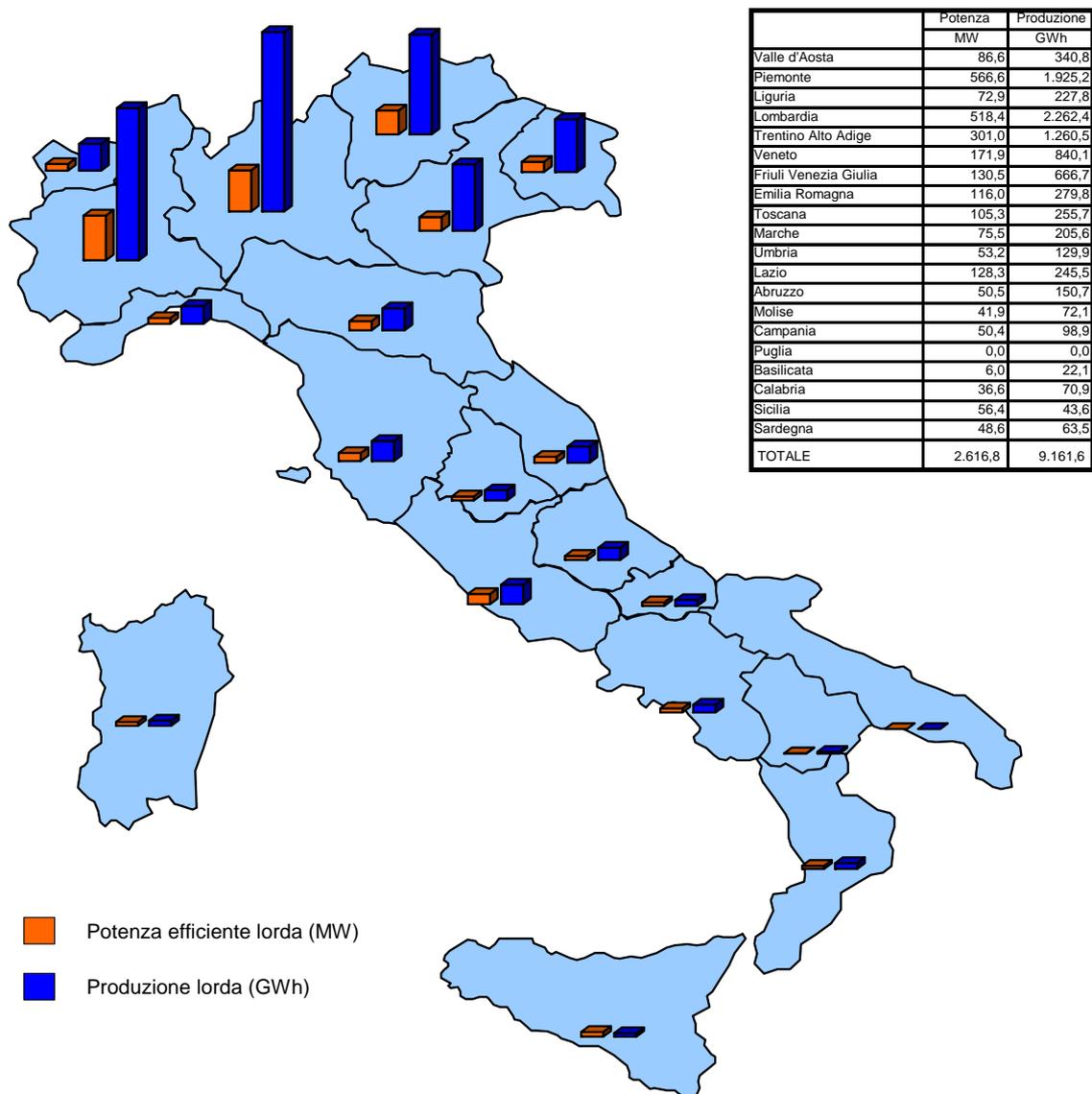


Figura 2.17 B: Dislocazione degli impianti idroelettrici di GD in termini di energia Potenza efficiente lorda totale: 2.617 MW; Produzione lorda totale: 9.162 GWh) – anno 2008

2.3 Gli impianti eolici nell'ambito GD

Le tecnologie impiantistiche che sfruttano la fonte eolica nel 2007 e nel 2008 risultano essere poco diffuse; la scarsa diffusione di tali tecnologie è dovuta al fatto che solitamente questi impianti tendono ad avere dimensioni (in termini di potenza installata) superiori a quelle caratteristiche della GD. Nonostante il numero di impianti eolici sia relativamente ridotto, dall'analisi della [figura 2.18 A](#) e della [figura 2.18 B](#) si nota che, come evidenziato nei monitoraggi degli anni precedenti, la dislocazione degli impianti eolici sul territorio nazionale interessa soprattutto la fascia appenninica e le isole, cioè le zone con maggiore ventosità.

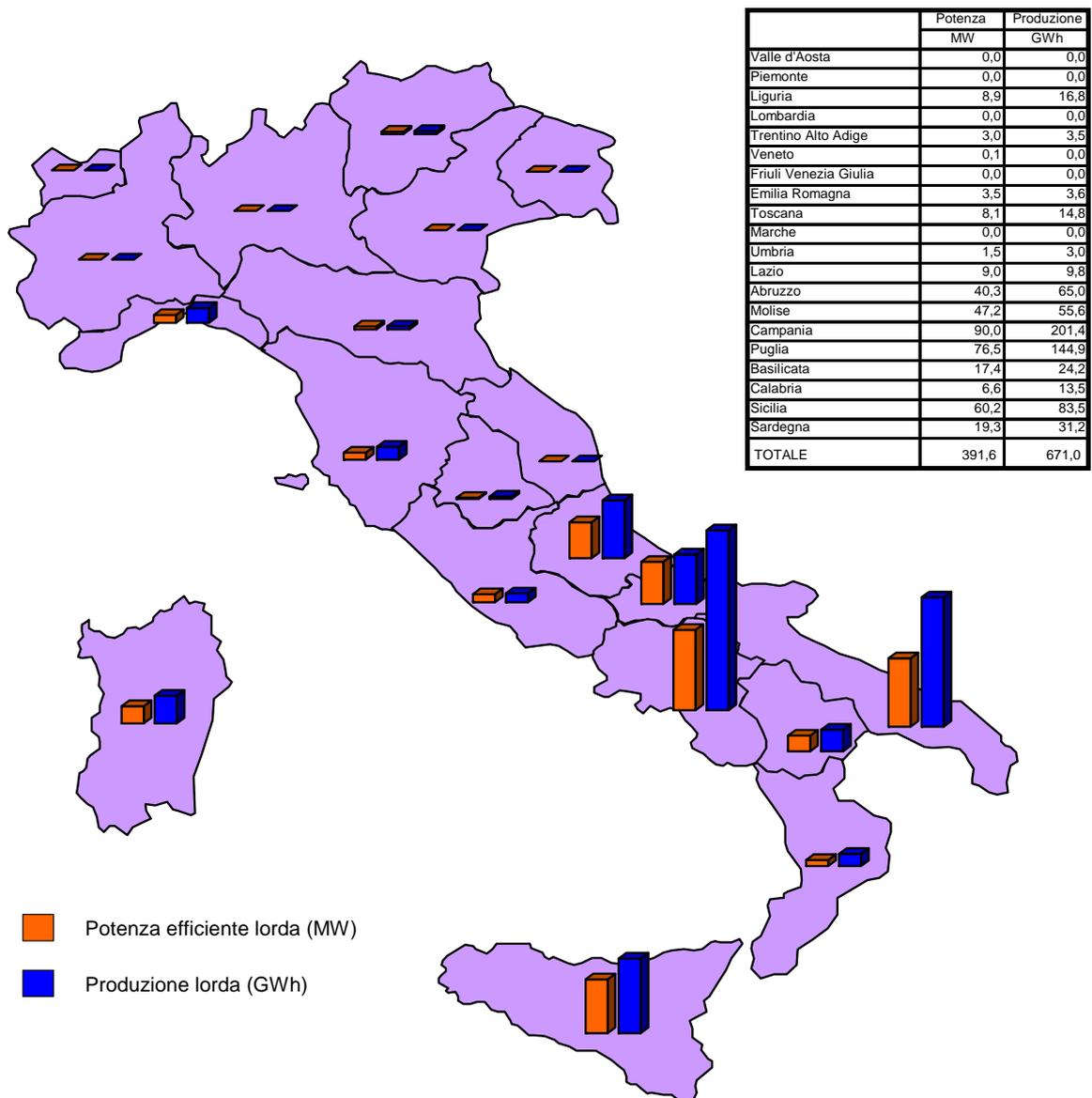


Figura 2.18 A: Dislocazione degli impianti eolici di GD in Italia: (Potenza efficiente lorda totale: 392 MW; Produzione lorda totale: 671 GWh) – anno 2007

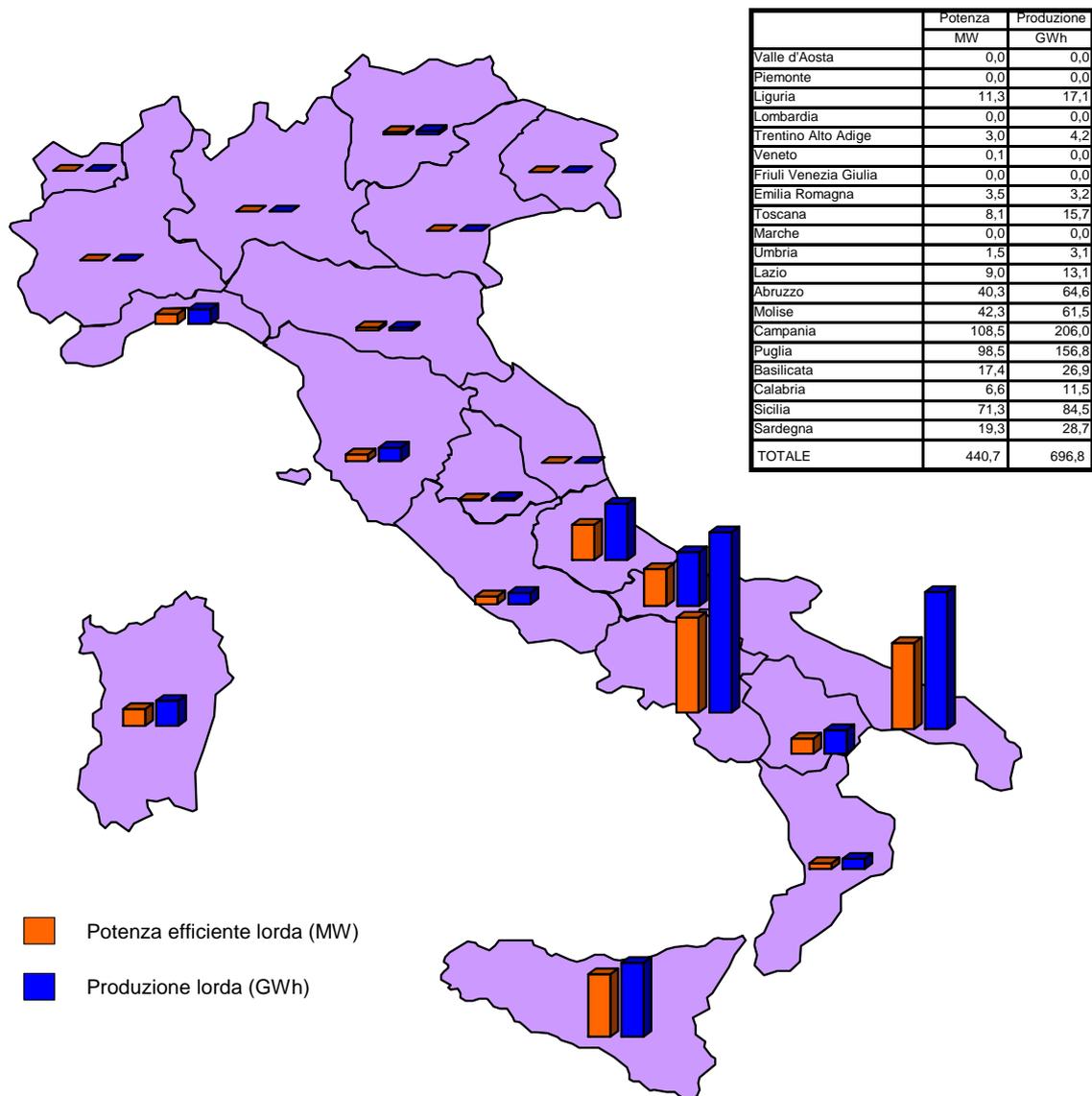


Figura 2.18 B: *Dislocazione degli impianti eolici di GD in Italia: (Potenza efficiente lorda totale: 441 MW; Produzione lorda totale: 670 GWh) – anno 2008*

2.4 Gli impianti fotovoltaici nell'ambito della GD

L'analisi dei dati relativi agli impianti fotovoltaici di GD evidenzia una grande crescita del numero di impianti fotovoltaici installati nel 2007 e nel 2008, passando dai 7.544 impianti installati nel 2007 ai 31.911 impianti installati nel 2008; in uguale proporzione è aumentata sia la potenza installata (da 86,7 MW nel 2007 a 431 MW nel 2008) che l'energia elettrica prodotta (da 38,9 MWh a 192,9 MWh). Lo sviluppo degli impianti fotovoltaici è dovuto principalmente al meccanismo di incentivazione in "conto energia", previsto dal Decreto del Ministro delle attività produttive del 28 luglio 2005 e dal Decreto del Ministro delle attività produttive del 6 febbraio 2006, e dal successivo meccanismo di incentivazione, anch'esso in conto energia, previsto dal Decreto del Ministro dello sviluppo economico del 19 febbraio 2007.

Nella [tabella 2.C](#) e nella [tabella 2.D](#) sono riportati i dati, con dettaglio regionale, del numero di impianti, della potenza efficiente lorda installata, della produzione lorda di energia elettrica e della produzione netta di energia elettrica, distinta tra la quota consumata in loco e la quota immessa in rete⁸.

| Regione | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (kW) | Produzione lorda (kWh) | Produzione netta (kWh) | |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | Consumata in loco | Immessa in rete |
| Valle d'Aosta | 3 | 88 | 56.641 | 56.641 | 0 |
| Piemonte | 587 | 5.706 | 2.631.066 | 1.855.163 | 775.903 |
| Liguria | 127 | 663 | 343.749 | 161.059 | 182.690 |
| Lombardia | 1.318 | 8.656 | 4.462.390 | 3.321.023 | 1.141.366 |
| Trentino Alto Adige | 412 | 9.015 | 4.654.142 | 2.182.650 | 2.471.492 |
| Veneto | 801 | 5.122 | 2.914.569 | 2.206.678 | 707.889 |
| Friuli Venezia Giulia | 382 | 3.006 | 1.955.543 | 1.845.462 | 110.081 |
| Emilia Romagna | 924 | 7.164 | 3.844.111 | 2.479.908 | 1.364.203 |
| Toscana | 539 | 5.608 | 2.033.850 | 1.606.517 | 427.333 |
| Marche | 326 | 2.618 | 1.215.114 | 878.928 | 336.186 |
| Umbria | 227 | 4.911 | 2.582.361 | 1.510.604 | 1.071.757 |
| Lazio | 449 | 3.078 | 1.583.377 | 1.254.278 | 329.099 |
| Abruzzo | 102 | 2.106 | 1.273.947 | 370.622 | 903.325 |
| Molise | 15 | 100 | 35.270 | 35.270 | 0 |
| Campania | 144 | 6.527 | 1.360.462 | 465.988 | 894.474 |
| Puglia | 512 | 7.565 | 3.662.154 | 2.063.730 | 1.598.423 |
| Basilicata | 61 | 796 | 488.645 | 372.583 | 116.062 |
| Calabria | 113 | 6.082 | 922.139 | 32.429 | 889.710 |
| Sicilia | 335 | 4.416 | 1.481.427 | 992.790 | 488.637 |
| Sardegna | 167 | 3.523 | 1.452.322 | 355.559 | 1.096.763 |
| TOTALE | 7.544 | 86.750 | 38.953.279 | 24.047.882 | 14.905.393 |

Tabella 2.C: Dislocazione degli impianti fotovoltaici di GD in Italia – anno 2007

⁸ Per un maggiore dettaglio relativo agli impianti incentivati in "conto energia" si rimanda ai dati statistici pubblicati dal Gestore dei Servizi Energetici S.p.A. – GSE sul proprio sito internet all'indirizzo www.gse.it/attivita/statistiche/Pagine/default.aspx.

| Regione | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (kW) | Produzione lorda (kWh) | Produzione netta (kWh) | |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | Consumata in loco | Imnessa in rete |
| Valle d'Aosta | 37 | 272 | 129.401 | 126.935 | 2.466 |
| Piemonte | 2.648 | 32.662 | 11.315.061 | 7.459.836 | 3.855.033 |
| Liguria | 441 | 3.790 | 1.348.262 | 1.037.458 | 310.803 |
| Lombardia | 5.137 | 49.297 | 20.305.384 | 17.017.605 | 3.287.779 |
| Trentino Alto Adige | 1.689 | 33.675 | 19.303.350 | 9.643.922 | 9.659.428 |
| Veneto | 3.045 | 28.835 | 10.592.047 | 8.316.932 | 2.275.115 |
| Friuli Venezia Giulia | 1.679 | 12.896 | 5.595.815 | 5.083.449 | 512.366 |
| Emilia Romagna | 3.411 | 39.805 | 17.612.066 | 12.345.034 | 5.267.031 |
| Toscana | 2.241 | 28.886 | 13.331.450 | 8.820.660 | 4.510.790 |
| Marche | 1.363 | 24.842 | 9.762.963 | 4.937.817 | 4.825.146 |
| Umbria | 789 | 18.418 | 10.194.965 | 4.827.697 | 5.367.268 |
| Lazio | 1.868 | 22.756 | 9.302.276 | 6.774.677 | 2.527.599 |
| Abruzzo | 604 | 9.915 | 5.084.998 | 1.926.131 | 3.158.867 |
| Molise | 90 | 1.099 | 371.014 | 298.814 | 72.200 |
| Campania | 621 | 15.535 | 6.468.409 | 1.665.982 | 4.731.729 |
| Puglia | 2.491 | 53.288 | 23.736.710 | 9.883.468 | 13.850.807 |
| Basilicata | 282 | 4.565 | 1.875.080 | 1.272.820 | 602.260 |
| Calabria | 632 | 17.587 | 8.037.714 | 3.347.639 | 4.690.075 |
| Sicilia | 1.548 | 17.445 | 10.703.298 | 4.529.103 | 6.166.801 |
| Sardegna | 1.295 | 15.460 | 7.894.516 | 2.807.592 | 5.086.923 |
| TOTALE | 31.911 | 431.028 | 192.964.779 | 112.123.571 | 80.760.486 |

Tabella 2.D: Dislocazione degli impianti fotovoltaici di GD in Italia – anno 2008

2.5 Gli impianti termoelettrici nell'ambito della GD

Nel 2007 la produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della GD, è risultata essere pari a 11,3 TWh con 872 impianti in esercizio per 1.639 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 3.032 MW; nel 2008 la produzione termoelettrica è stata pari a 11,3 TWh con 919 impianti in esercizio per 1.684 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 3.108 MW. Da una prima analisi si evidenzia che pur aumentando il numero di impianti e la potenza installata nel 2008 la produzione si è mantenuta pressoché costante rispetto al 2007.

Come già sottolineato nel paragrafo 1.3, 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. 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.

Analizzando la distribuzione degli impianti sul territorio nazionale si nota che, analogamente con quanto evidenziato nei precedenti monitoraggi, esiste una stretta corrispondenza fra la potenza installata e l'industrializzazione regionale: infatti nelle regioni del nord Italia e del centro-nord è localizzata la maggior parte della potenza installata e nelle medesime regioni si riscontra la maggiore produzione di energia elettrica con impianti termoelettrici (figura 2.19 A e figura 2.19 B).

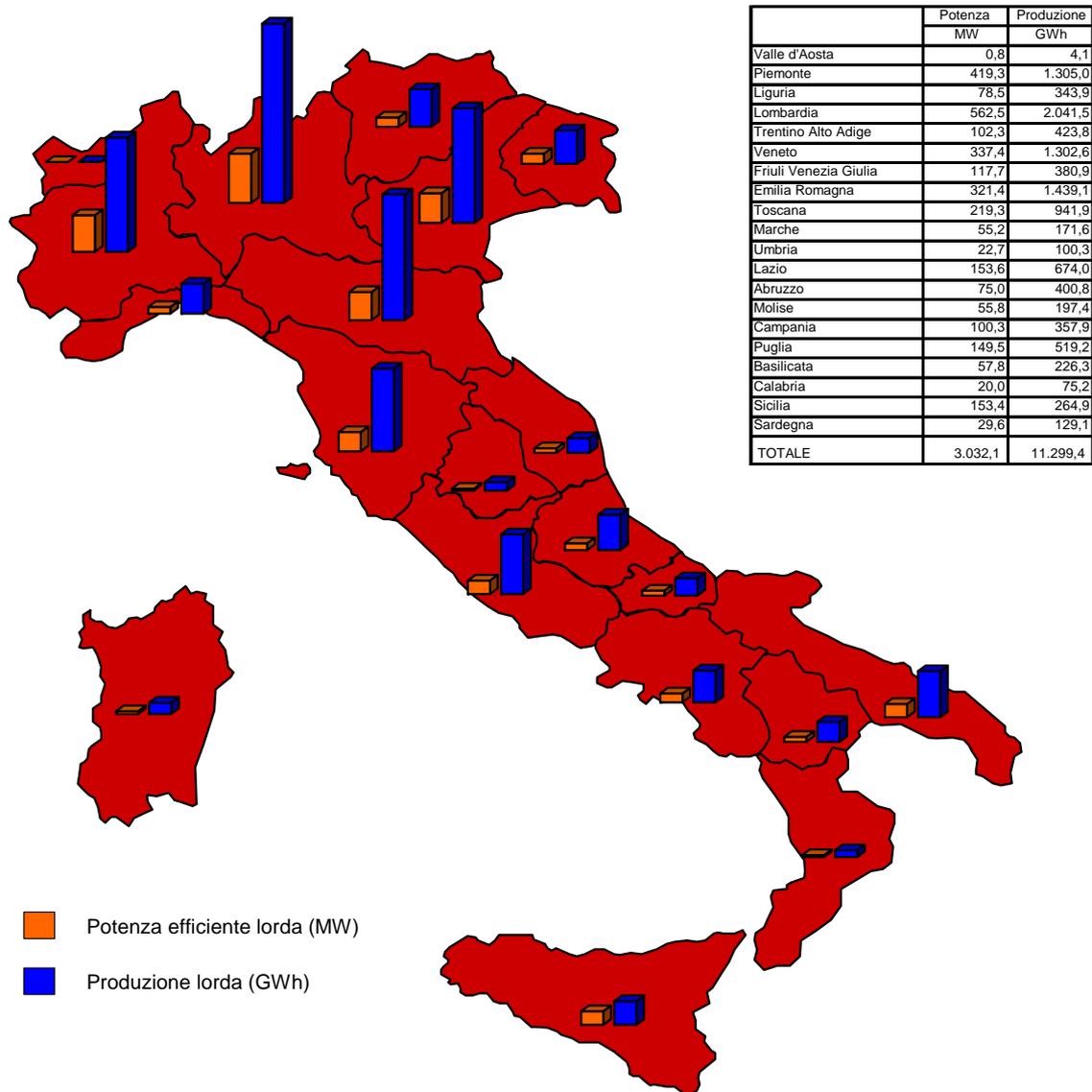


Figura 2.19 A: Dislocazione degli impianti termoelettrici di GD in Italia: Potenza efficiente lorda totale: (3.032 MW; Produzione lorda totale: 11.299 GWh) – anno 2007

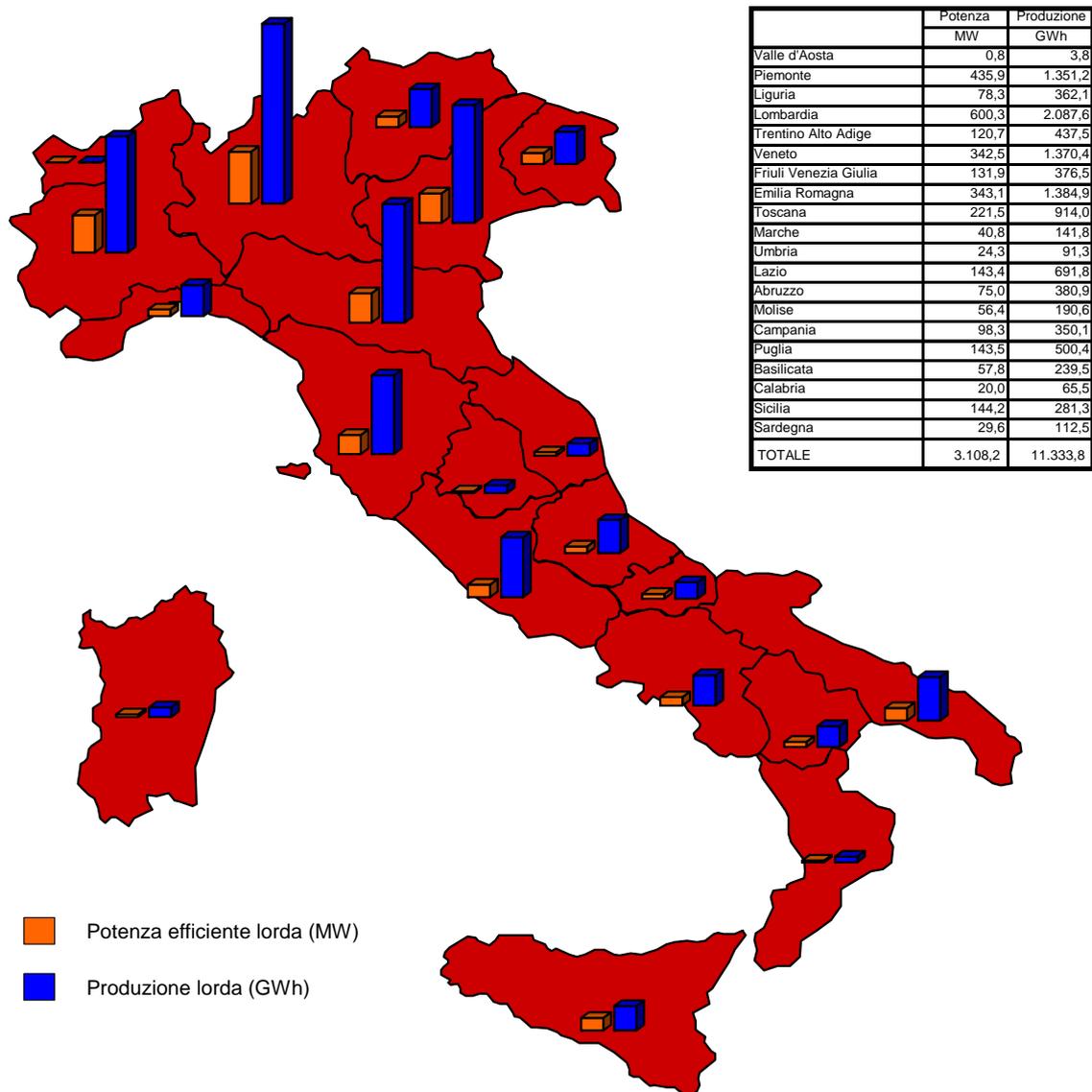


Figura 2.19 B: Dislocazione degli impianti termoelettrici di GD in Italia: Potenza efficiente lorda totale: (3.108 MW; Produzione lorda totale: 11.334 GWh) – anno 2008

Sul versante della produzione di energia elettrica si può osservare che, in entrambi gli anni, permane la forte dipendenza dall'utilizzo di gas naturale (circa il 63%), mentre la produzione da fonti rinnovabili rappresenta solo il 20% del totale di energia elettrica da GD (figura 2.20 A e figura 2.20 B). Un mix di fonti primarie, quindi, molto diverso da quello che caratterizza l'intera produzione termoelettrica italiana dove circa il 65% di energia elettrica è prodotta utilizzando gas naturale, meno del 17% utilizzando carbone, circa il 2% utilizzando fonti rinnovabili e la parte utilizzando altre fonti non rinnovabili, quali ad esempio prodotti petroliferi (figura 2.21 A e figura 2.21 B).

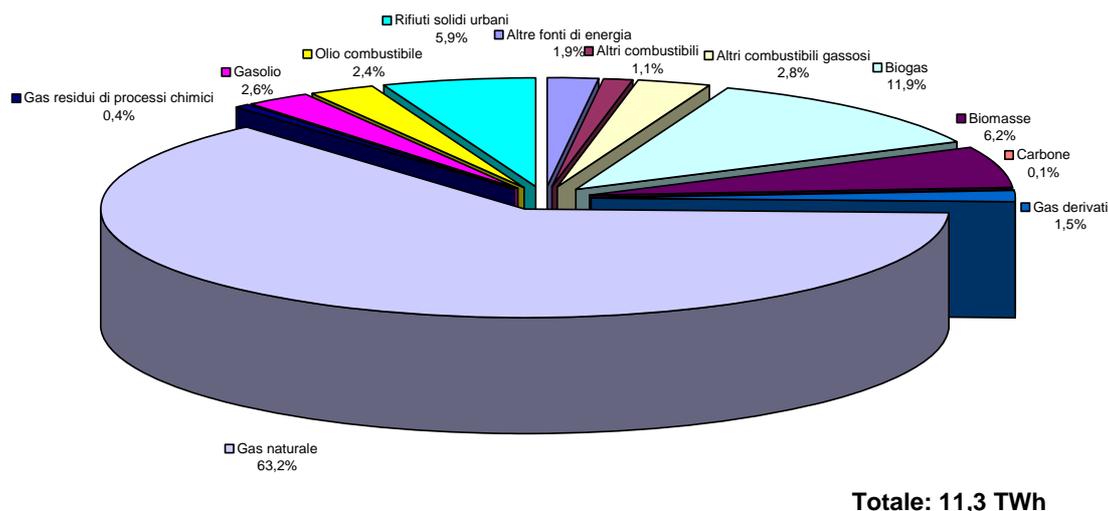


Figura 2.20 A⁹: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita – anno 2007

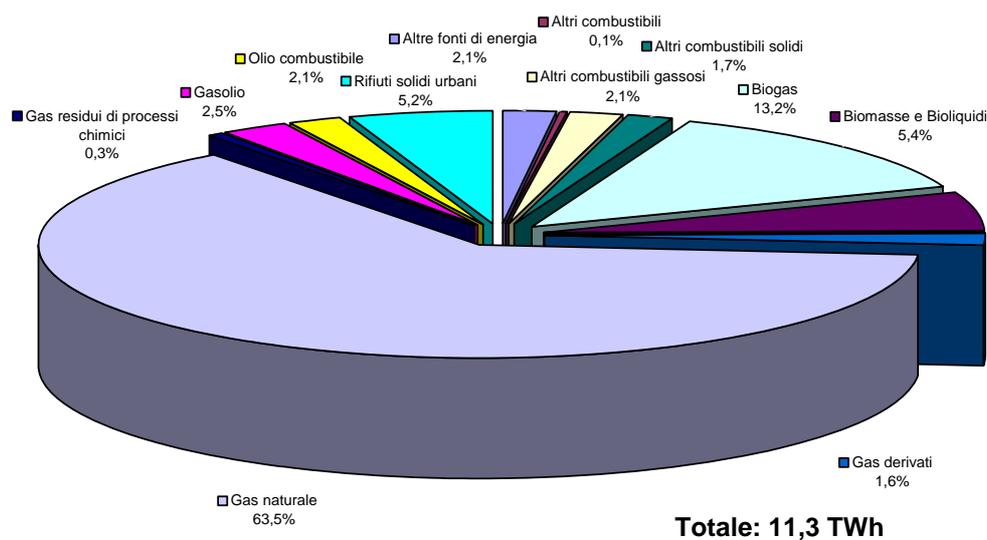


Figura 2.20 B⁹: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita – anno 2008

⁹ Nelle figure riportate nel presente paragrafo con il termine “altri combustibili” si intendono i combustibili fossili non meglio identificati, i distillati leggeri, il cherosene e la nafta, con il termine “altri combustibili gassosi” si intendono i combustibili fossili gassosi non meglio identificati, il gas di petrolio liquefatto e il gas di raffineria, con il termine “altri combustibili solidi” si intendono i combustibili fossili solidi non meglio identificati e i rifiuti industriali non biodegradabili, e con il termine “gas derivati” si intendono il gas d’altoforno, il gas di cokeria e il gas da estrazione. Per l’anno 2008 con il termine “biomasse e bioliquidi” si intendono, oltre le biomasse, il biodiesel, gli oli vegetali grezzi e i rifiuti liquidi biodegradabili. I singoli apporti di tali combustibili nell’ambito della GD sono esplicitati nelle tabelle in Appendice.

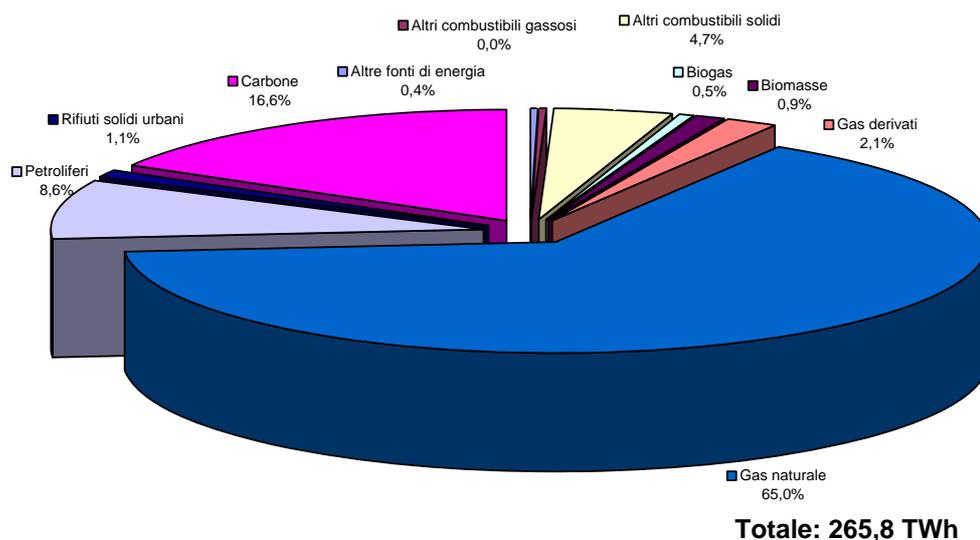


Figura 2.21 A: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica nazionale totale – anno 2007

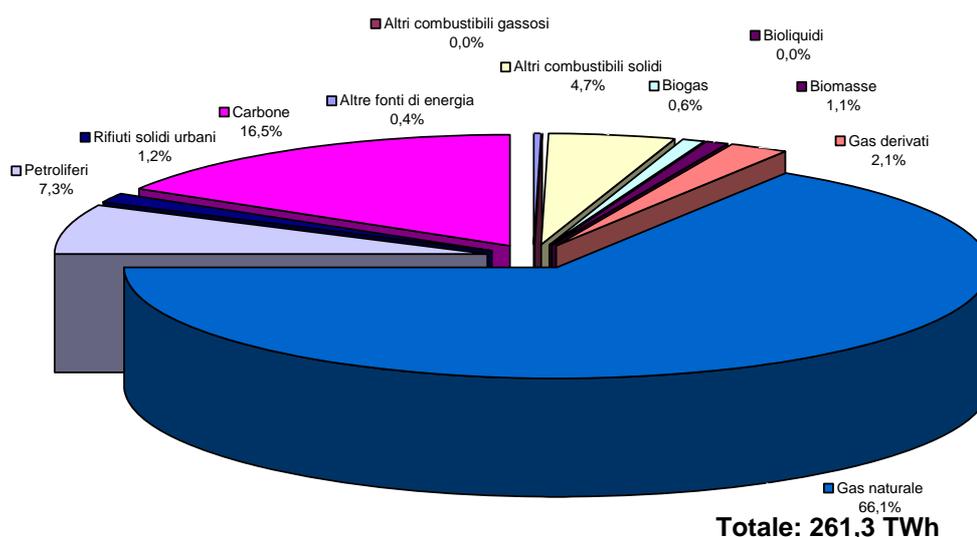


Figura 2.21 B: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica nazionale totale – anno 2008

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 negli anni scorsi con i precedenti monitoraggi relativamente al diverso mix di fonti primarie utilizzato. Infatti, mentre nel caso di sola produzione di energia elettrica più del 50% della produzione lorda da questi impianti termoelettrici è ottenuta tramite l'utilizzo di fonti rinnovabili, per lo più biogas, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore il mix è molto più spostato verso le fonti non rinnovabili (più del 90%), per lo più gas naturale ([figura 2.22 A](#), [figura 2.22 B](#), [figura 2.23 A](#) e [figura 2.23 B](#)).

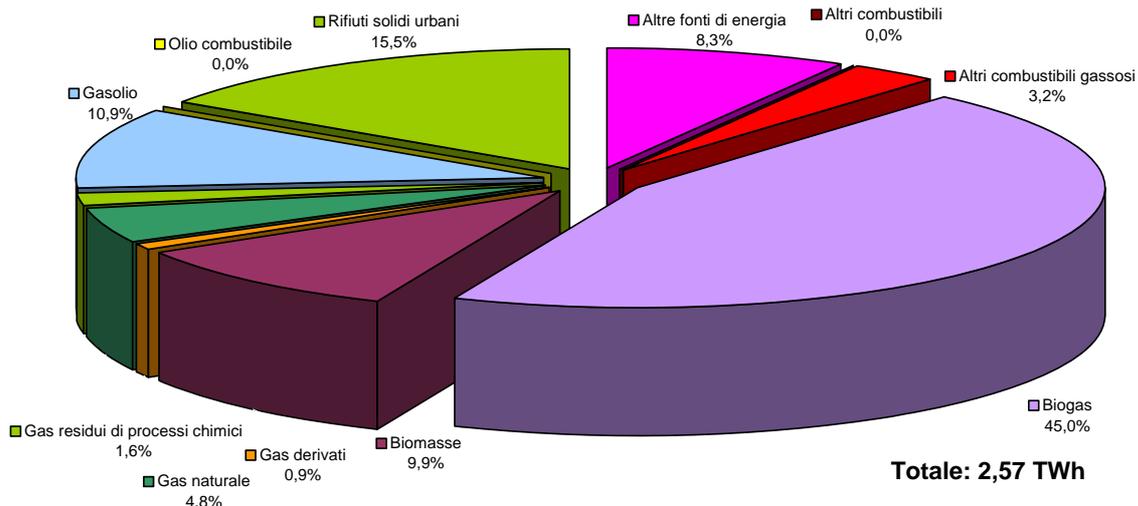


Figura 2.22 A⁹: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la sola produzione di energia elettrica – anno 2007*

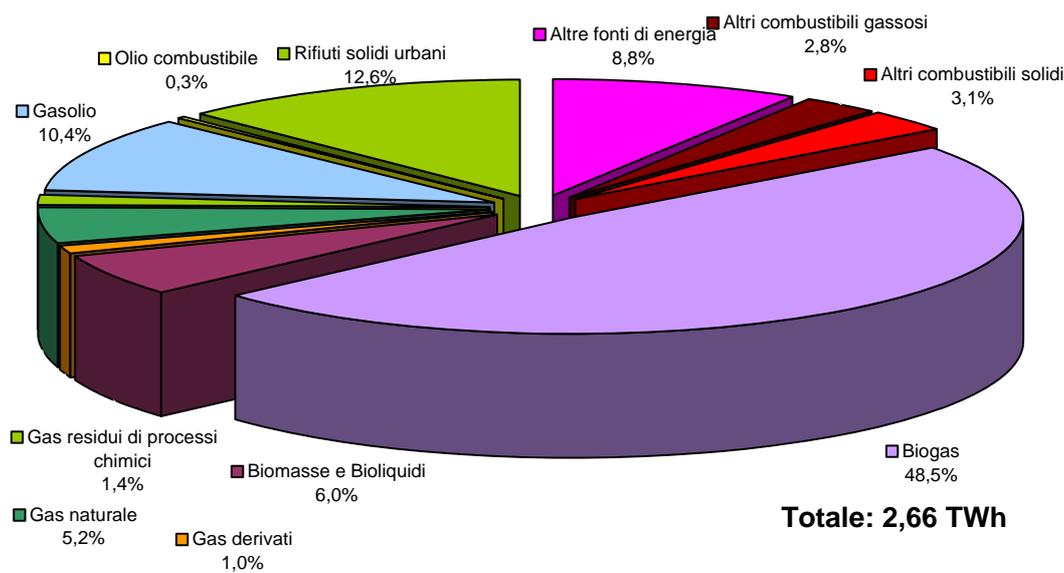


Figura 2.22 B⁹: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la sola produzione di energia elettrica – anno 2008*

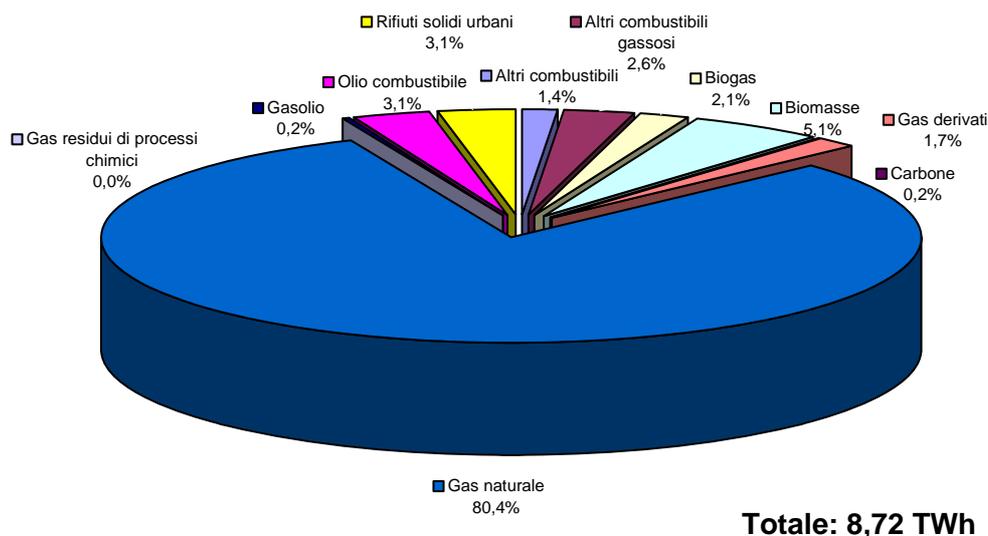


Figura 2.23 A⁹: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la produzione combinata di energia elettrica e calore – anno 2007*

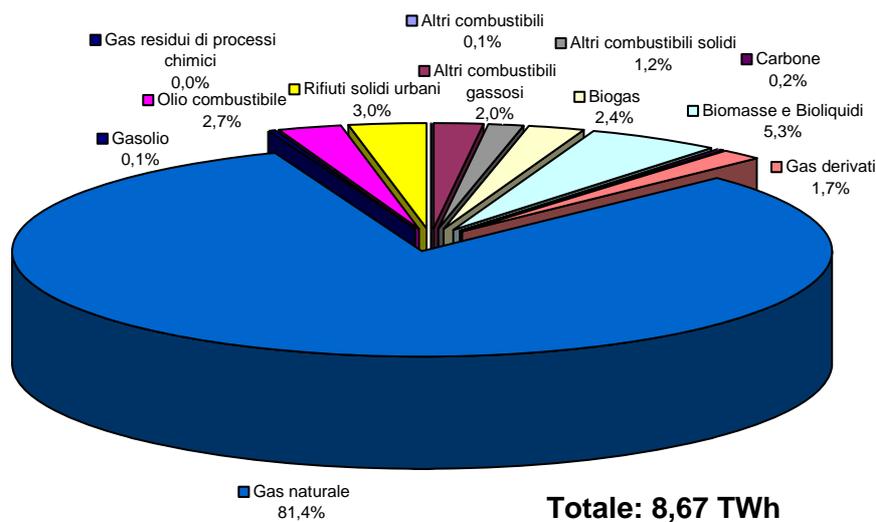


Figura 2.23 B⁹: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della generazione termoelettrica distribuita per la produzione combinata di energia elettrica e calore – anno 2008*

Esaminando il rapporto fra la produzione consumata in loco e quella immessa in rete, sostanzialmente la situazione resta simile a quella registrata negli anni precedenti, con un consumo in loco dell'energia prodotta complessivamente pari a poco meno del 56% nel 2007 e a poco più del 54% nel 2008 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 maggiori rispetto al caso di impianti utilizzando fonti rinnovabili le percentuali di energia prodotta e consumata in loco sono sensibilmente inferiori. Anche nel caso degli impianti termoelettrici si evidenzia quanto detto precedentemente a livello generale in relazione alle motivazioni e ai criteri con i quali si è sviluppata e continua a svilupparsi la GD: da un lato soddisfare le richieste locali di

energia elettrica (ed eventualmente anche di calore) e dall'altro sfruttare le risorse energetiche diffuse (in particolare le fonti rinnovabili) non altrimenti sfruttabili con impianti di maggiori dimensioni.

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 il 16,4% nel 2007 e il 17,4% nel 2008 della produzione totale lorda, mentre nel secondo caso rappresenta il 67,6% nel 2007 e il 65,7% nel 2008 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 2.24 A e figura 2.24 B).

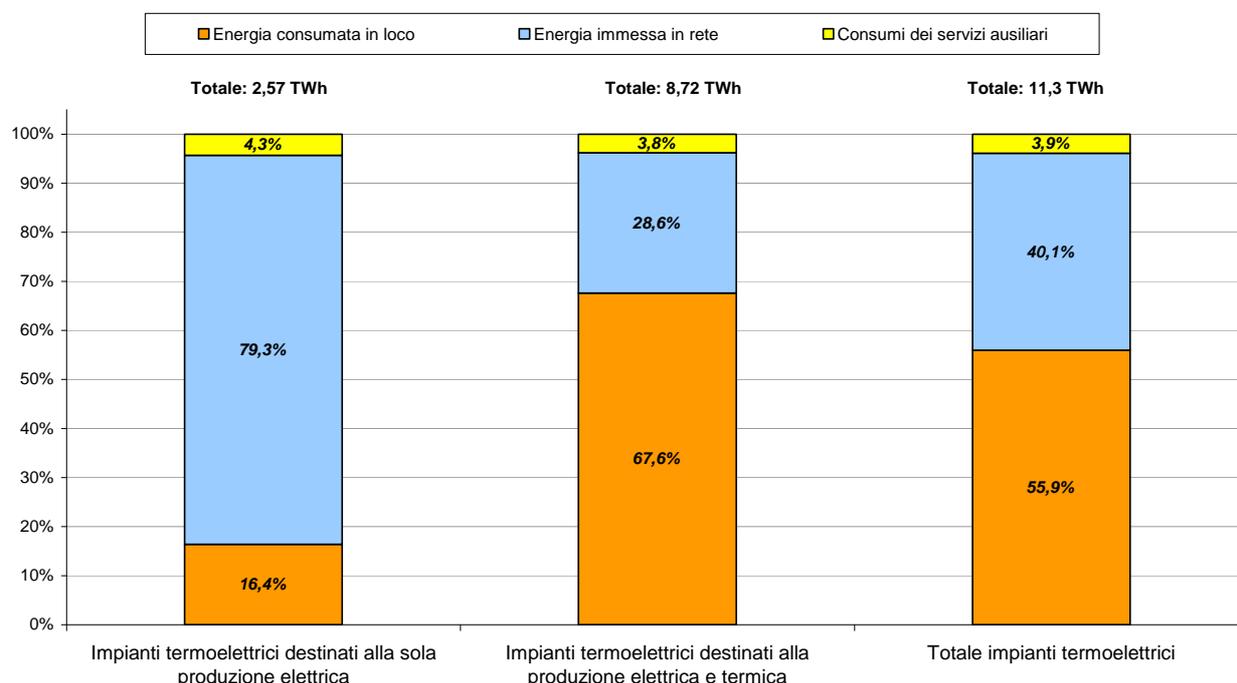


Figura 2.24 A: Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della GD – anno 2007

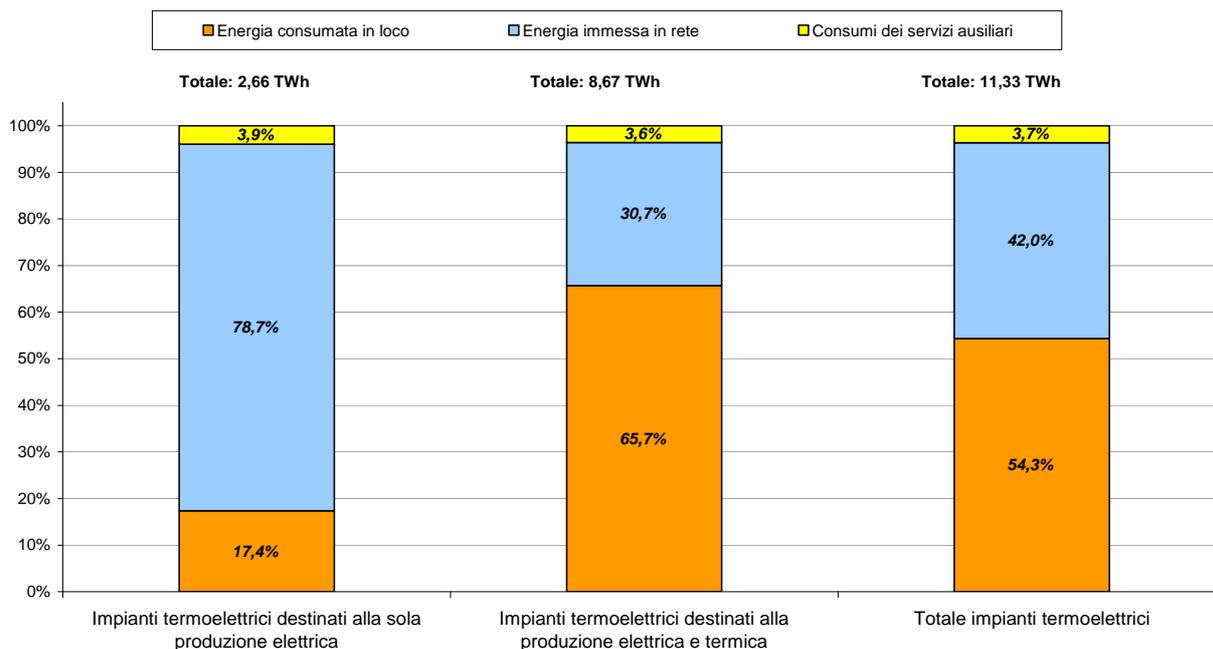


Figura 2.24 B: Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della GD – anno 2008

Anche per quanto riguarda i fattori di utilizzo le differenziazioni riscontrate negli anni precedenti continuano a presentarsi, 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 4.000 e le 5.000 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 3.000 alle 6.000 ore annue) e si osserva anche una sostanziale indipendenza dal tipo di fonte primaria utilizzata. 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 1.000 – 2.500 ore.

Concentrandosi sui motori primi impiegati nella generazione distribuita si nota che, sia nel 2007 che nel 2008, circa il 70% delle sezioni degli impianti utilizzano motori a combustione interna. Ancor più interessante è notare che di queste sezioni la maggior parte è costituita da motori con taglia fino a 1 MW (circa il 68%, per entrambi gli anni, nel caso di produzione di sola energia elettrica e circa il 58%, per entrambi gli anni, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore, [figura 2.25 A](#), [figura 2.25 B](#), [figura 2.26 A](#) e [figura 2.26 B](#)) 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.

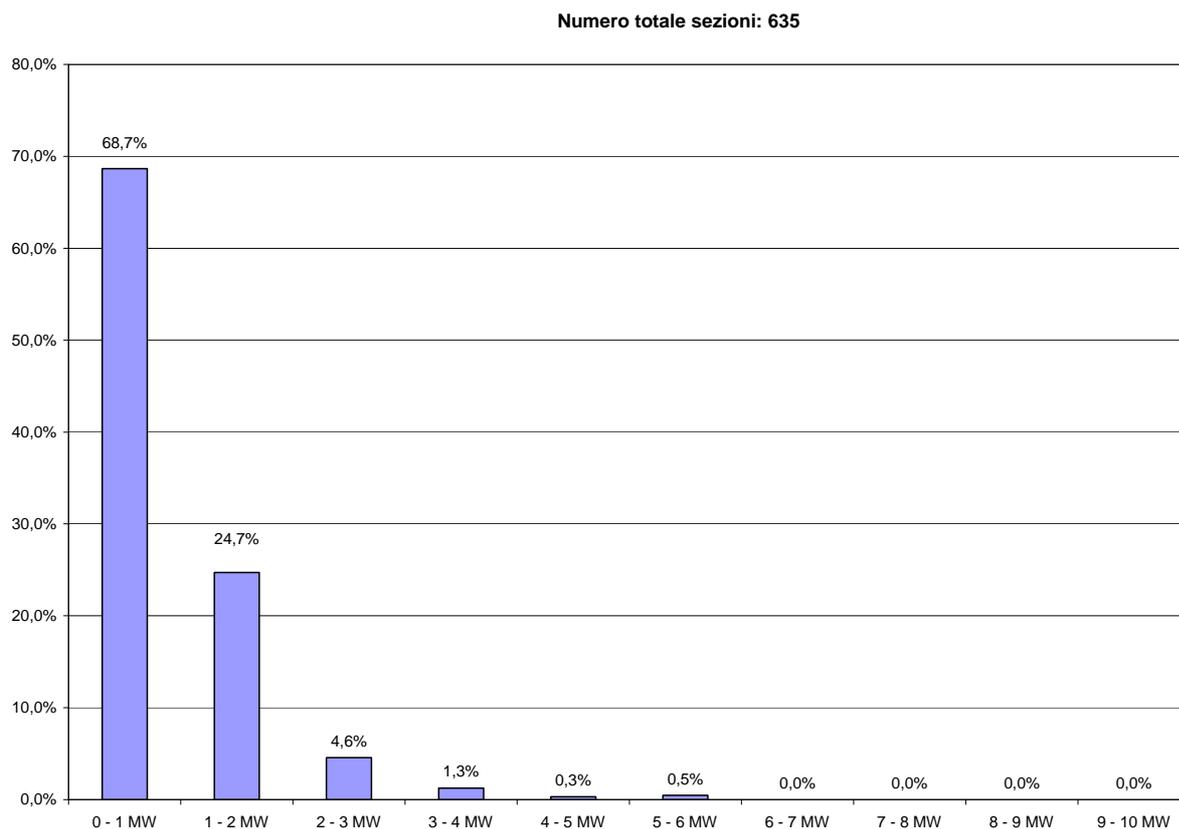


Figura 2.25 A: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la sola produzione di energia elettrica tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2007

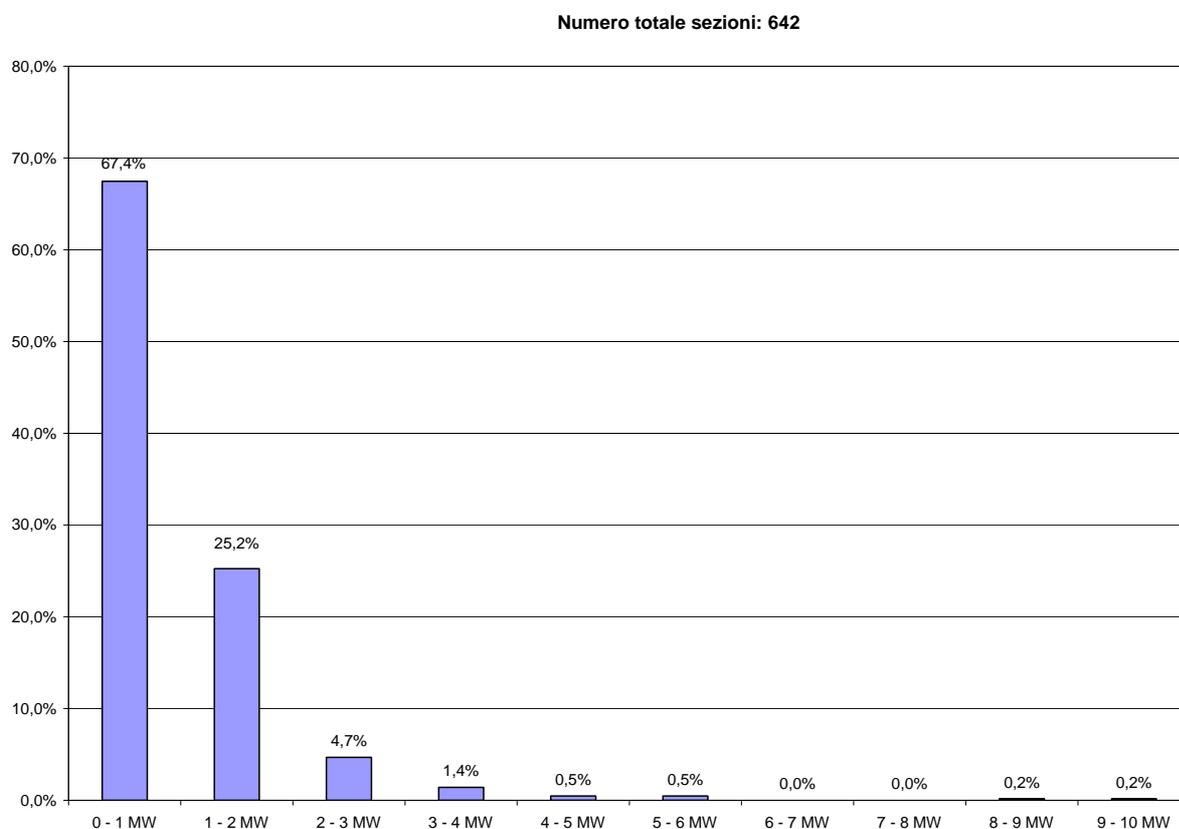


Figura 2.25 B: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la sola produzione di energia elettrica tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2008

Numero totale sezioni: 513

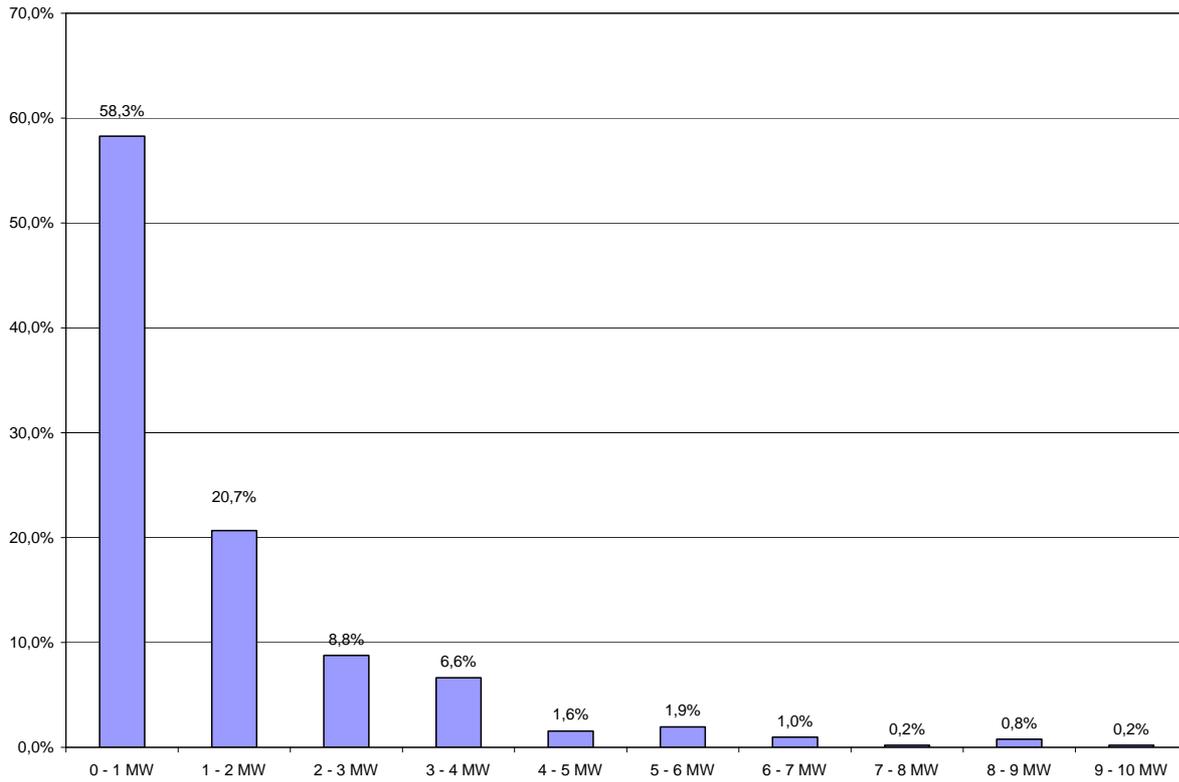


Figura 2.26 A: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2007

Numero totale sezioni: 561

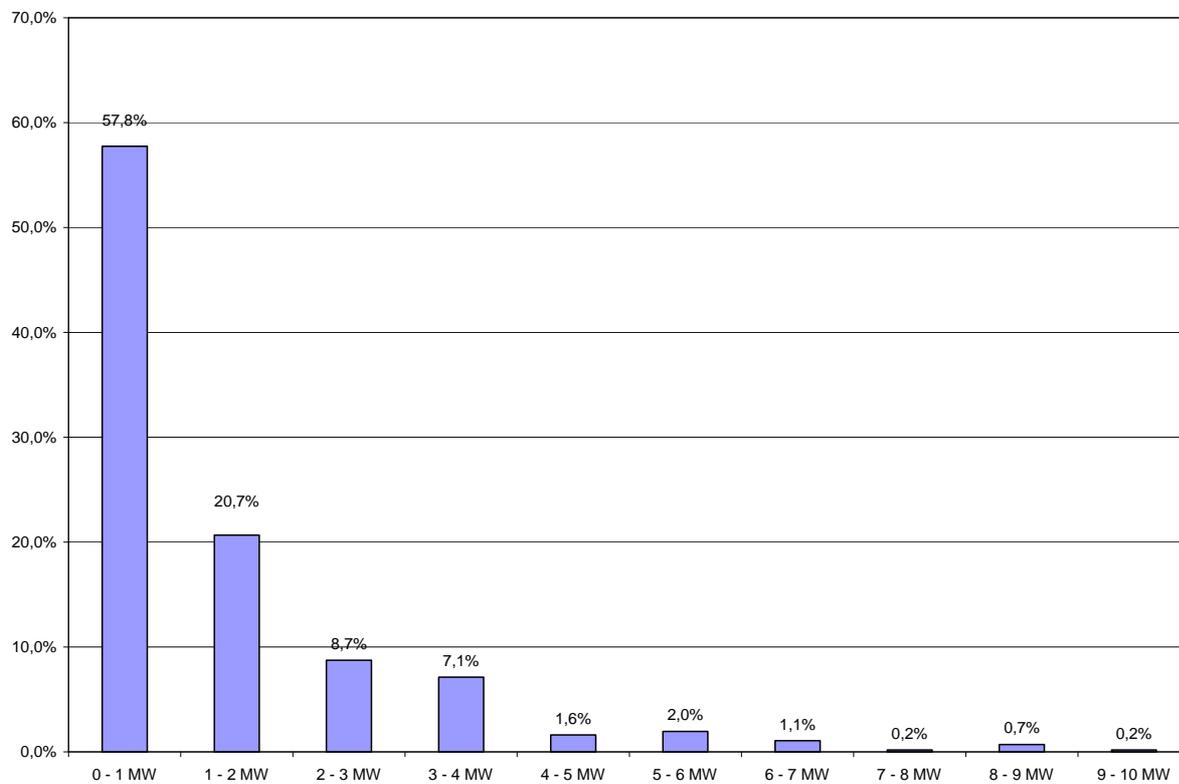


Figura 2.26 B: Distribuzione delle sezioni con motori a combustione interna per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2008

Nel caso di impianti per la produzione combinata di energia elettrica e termica l'impiego delle turbine risulta molto diffuso, soprattutto nelle configurazioni di impianti in contropressione (164 sezioni nel 2007 e 152 sezioni nel 2008) con taglie dei motori primi per lo più sotto i 4 MW (figura 2.27 A e figura 2.27 B) e di impianti turbogas (155 sezioni nel 2007 e 148 sezioni nel 2008) con taglie dei motori primi per lo più fino a 6 MW ma con un picco nel "range" tra 4 e 5 MW (figura 2.28 A e figura 2.28 B).

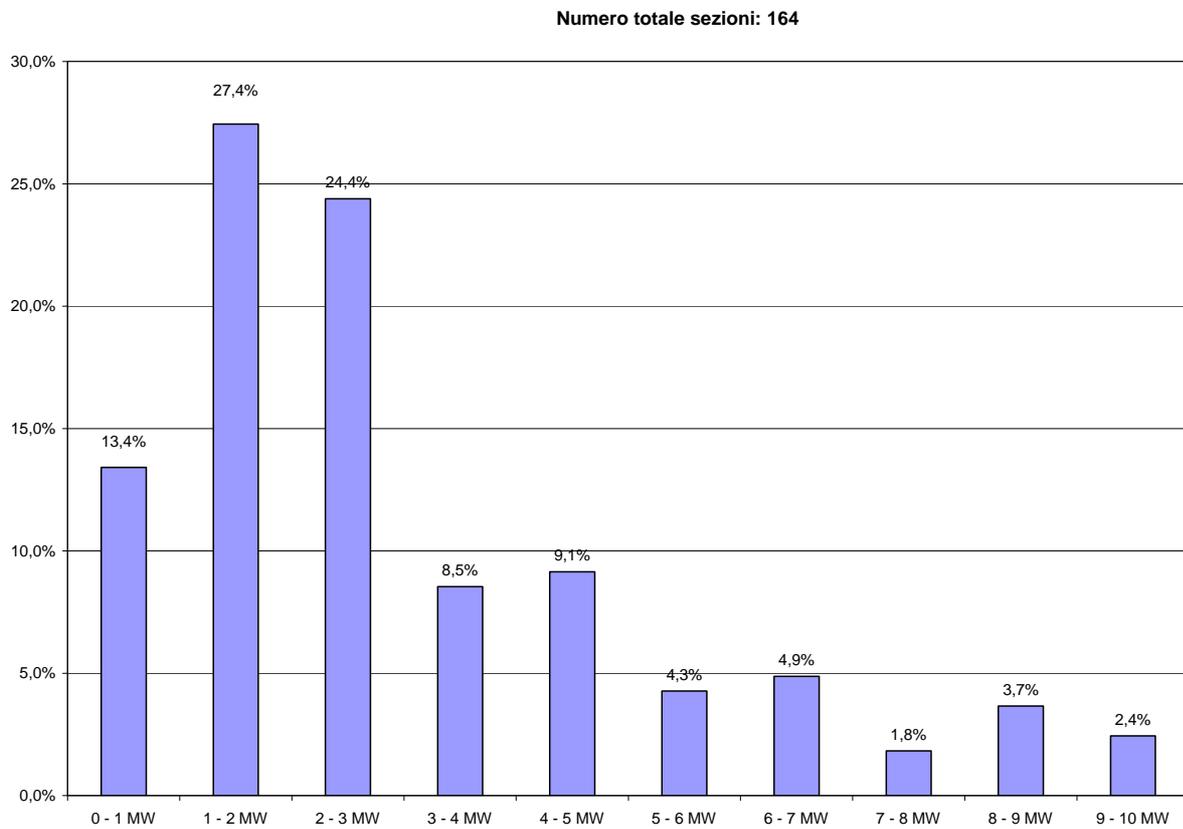


Figura 2.27 A: Distribuzione delle sezioni con turbine a vapore in contropressione per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD - anno 2007

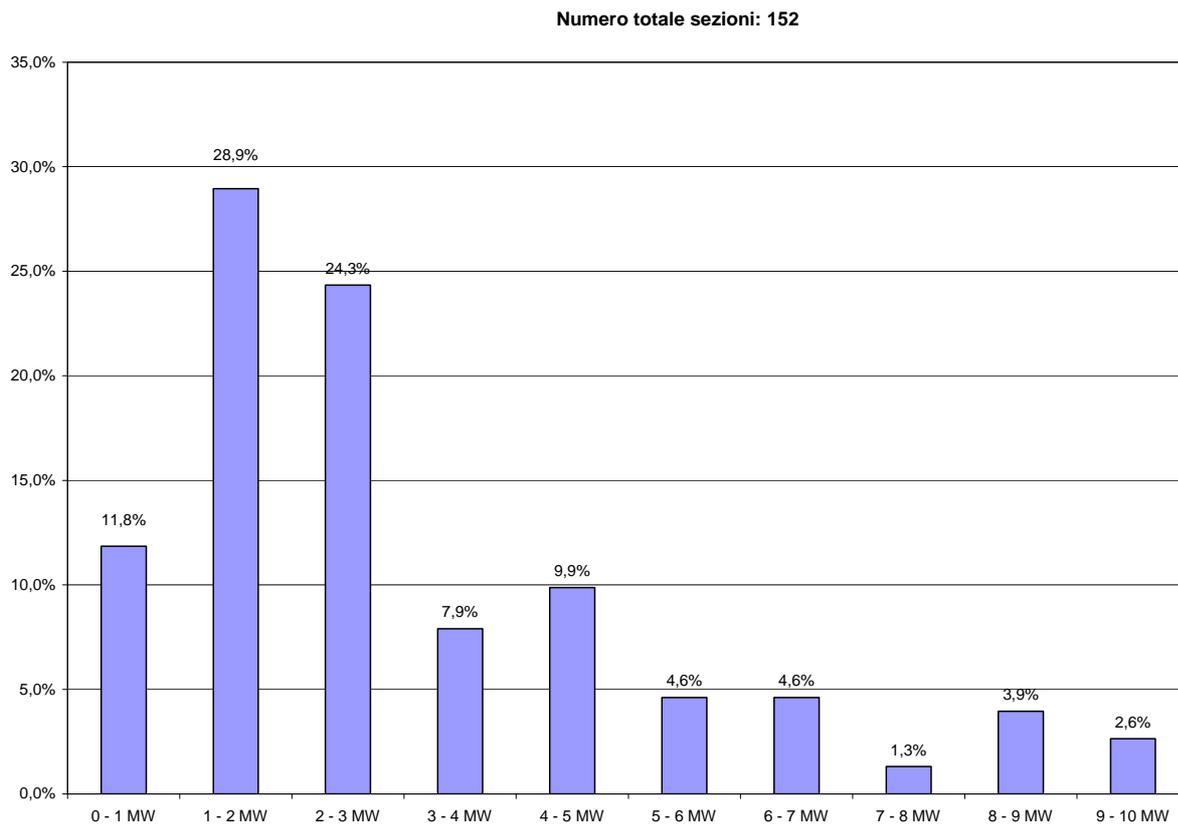


Figura 2.27 B: Distribuzione delle sezioni con turbine a vapore in contropressione per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2008

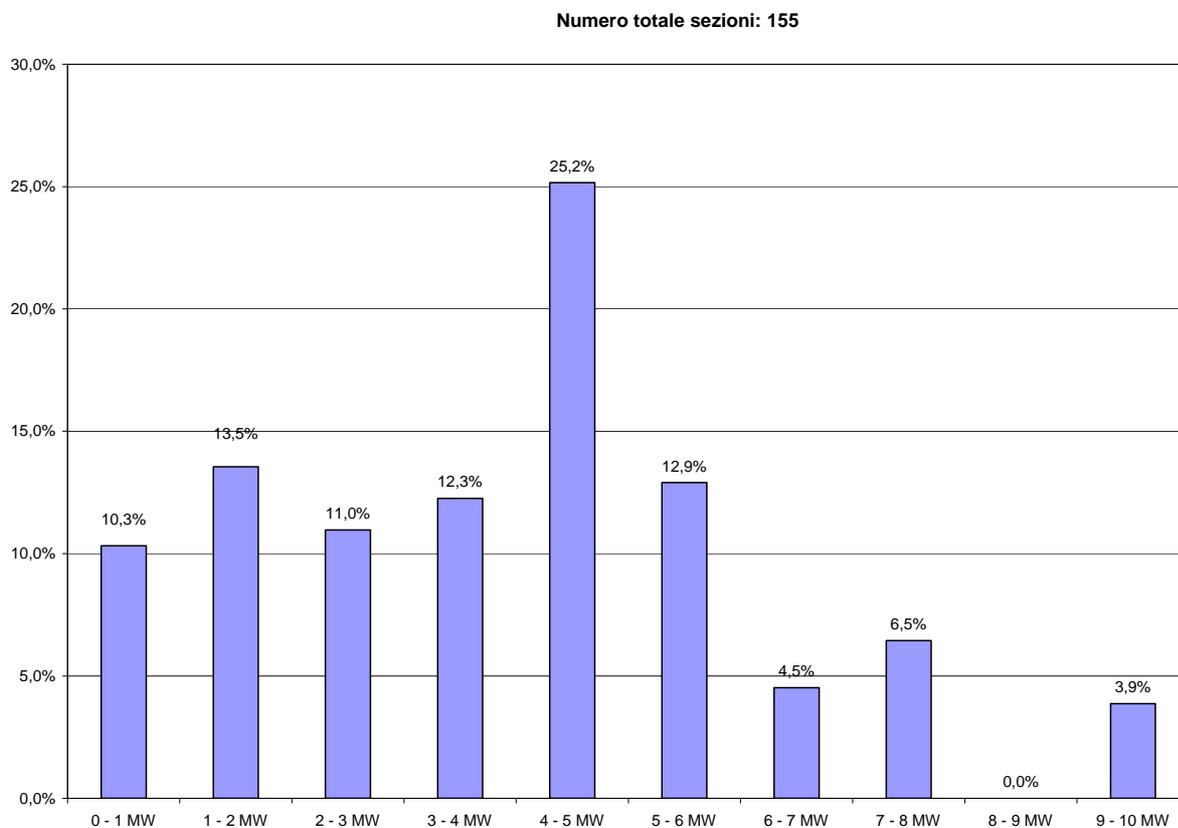


Figura 2.28 A: Distribuzione delle sezioni con turbine a gas per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2007

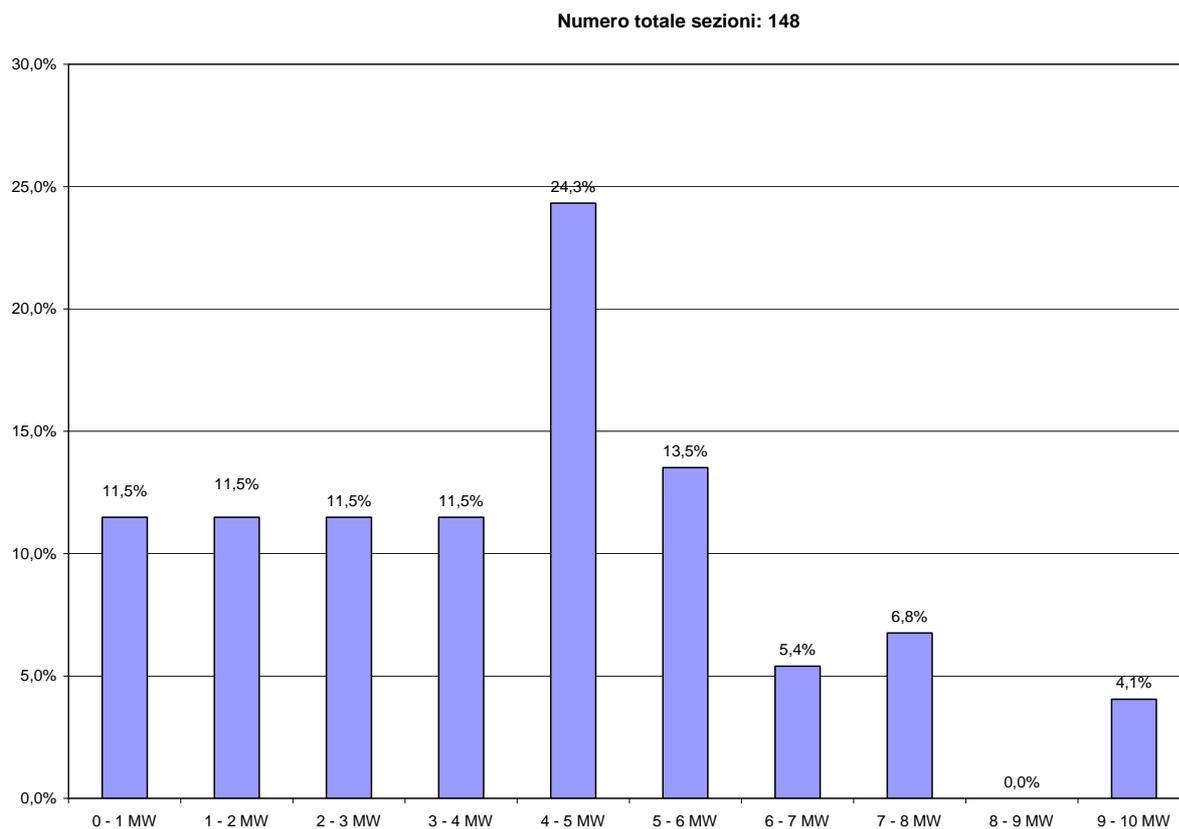


Figura 2.28 B: *Distribuzione delle sezioni con turbine a gas per la produzione combinata di energia elettrica e calore tra le varie classi di potenza nell'ambito della GD – anno 2008*

Sono invece minori le applicazioni in impianti a ciclo combinato o in impianti a condensazione e spillamento.

Nelle seguenti figure ([figura 2.39 A](#), [figura 2.39 B](#), [figura 2.40 A](#) e [figura 2.40 B](#)) 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.

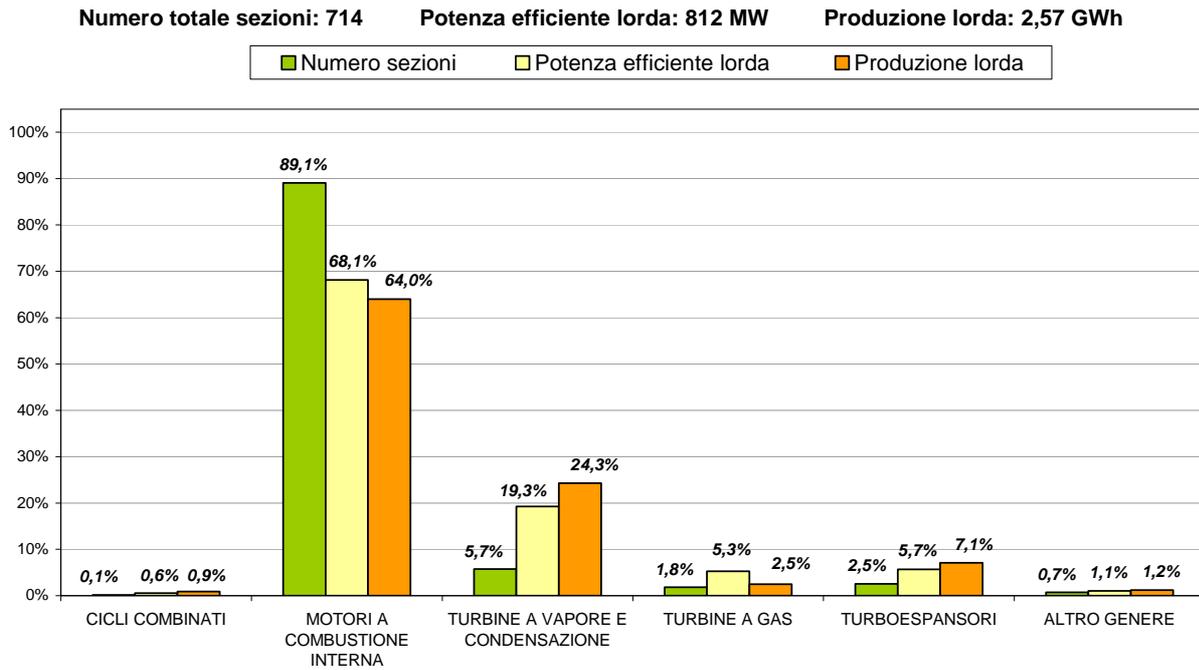


Figura 2.29 A: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della GD – anno 2007

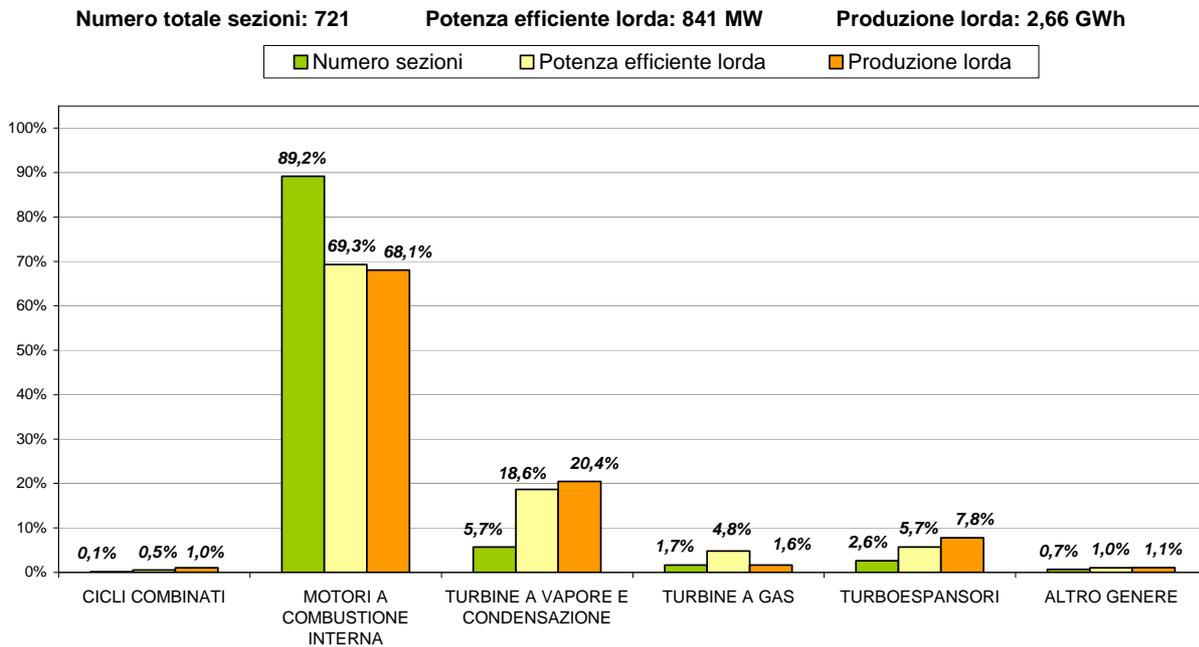


Figura 2.29 B: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della GD – anno 2008

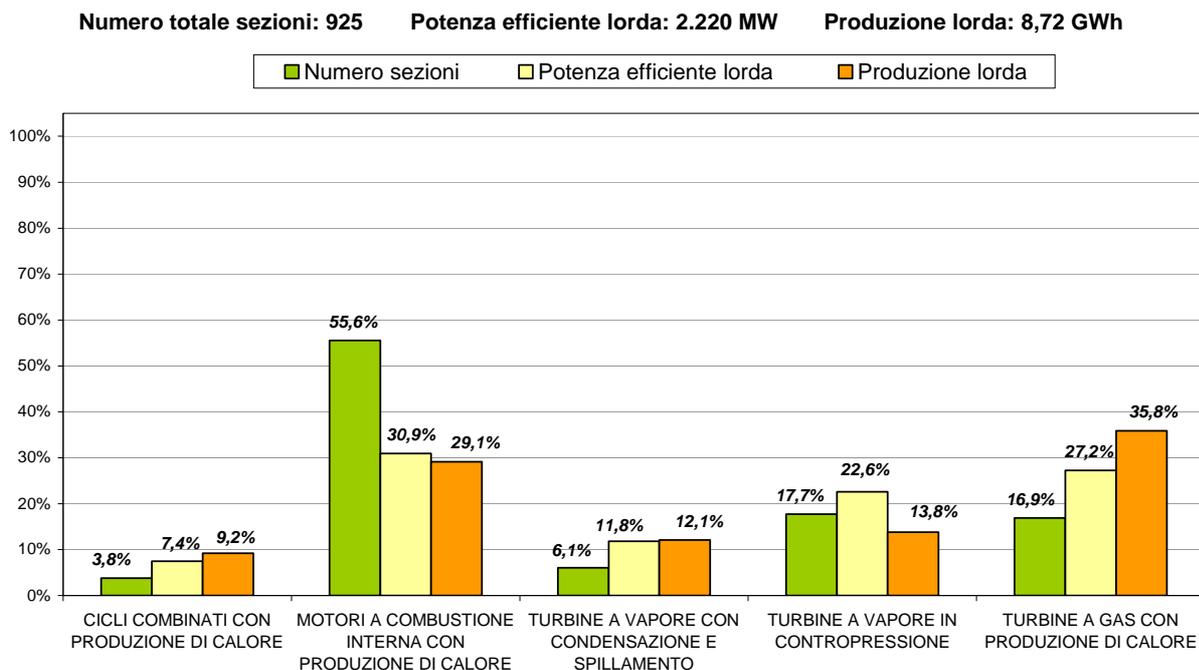


Figura 2.30 A: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD – anno 2007

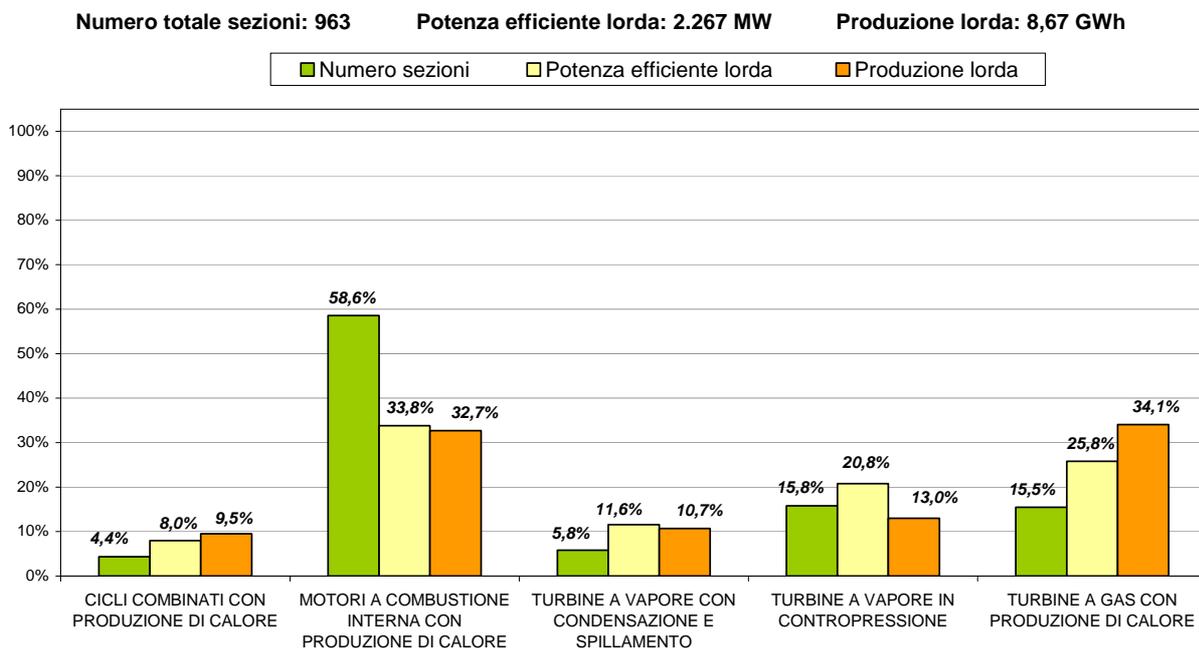


Figura 2.30 B: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD – anno 2008

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 2.31 A e figura 2.31 B) dalla quale emerge la presenza di cicli combinati con recupero termico di elevata taglia.

Numero totale sezioni: 1.109 Potenza efficiente lorda: 20.391 MW Produzione lorda: 107.650 GWh

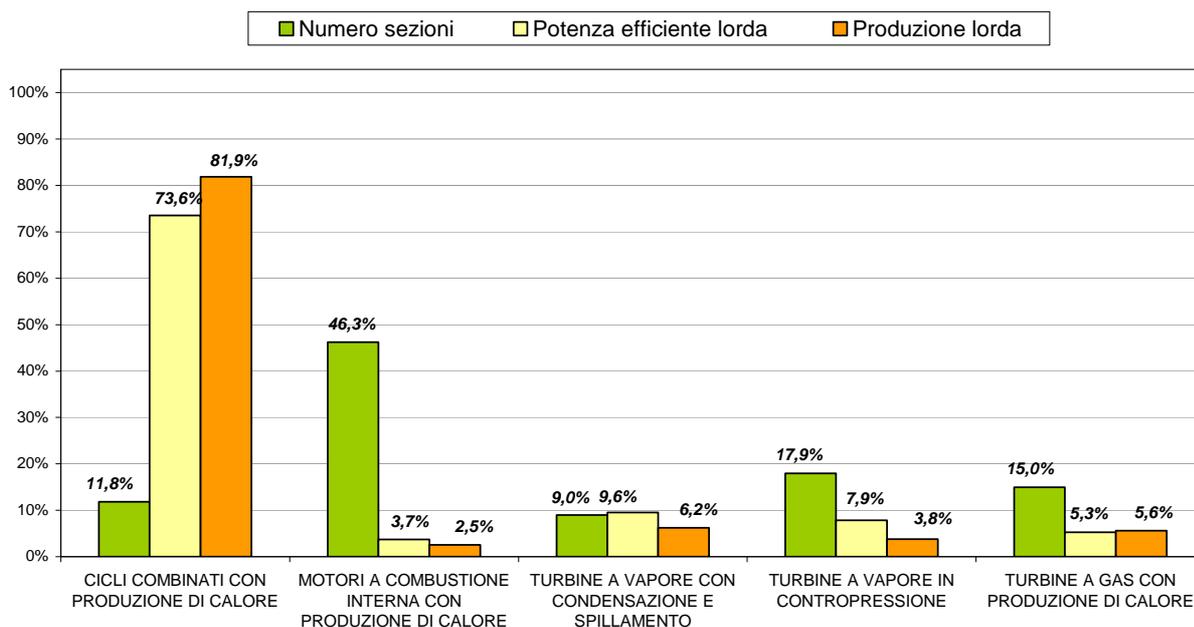


Figura 2.31 A: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del complessivo parco termoelettrico italiano – anno 2007

Numero totale sezioni: 1.154 Potenza efficiente lorda: 21.522 MW Produzione lorda: 102.925 GWh

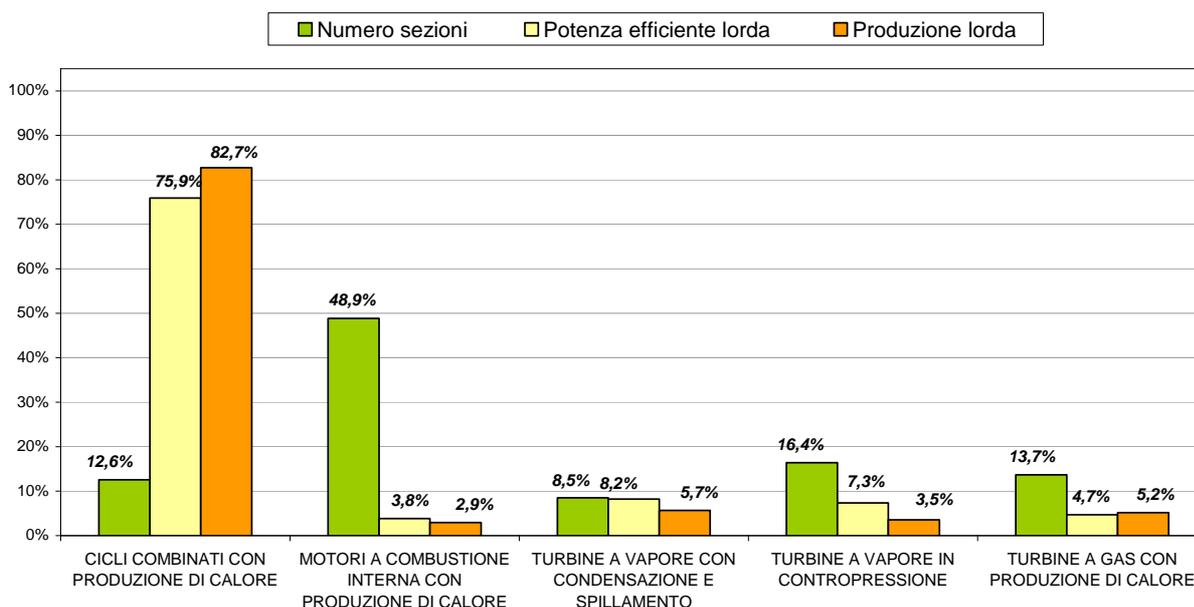


Figura 2.31 B: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del complessivo parco termoelettrico italiano – anno 2008

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 netta di energia elettrica e la produzione di energia termica utile) per le diverse tipologie impiantistiche nel caso della GD (figura 2.32 A e figura 2.32 B) e nel caso globale nazionale (figura 2.33 A e figura 2.33 B).

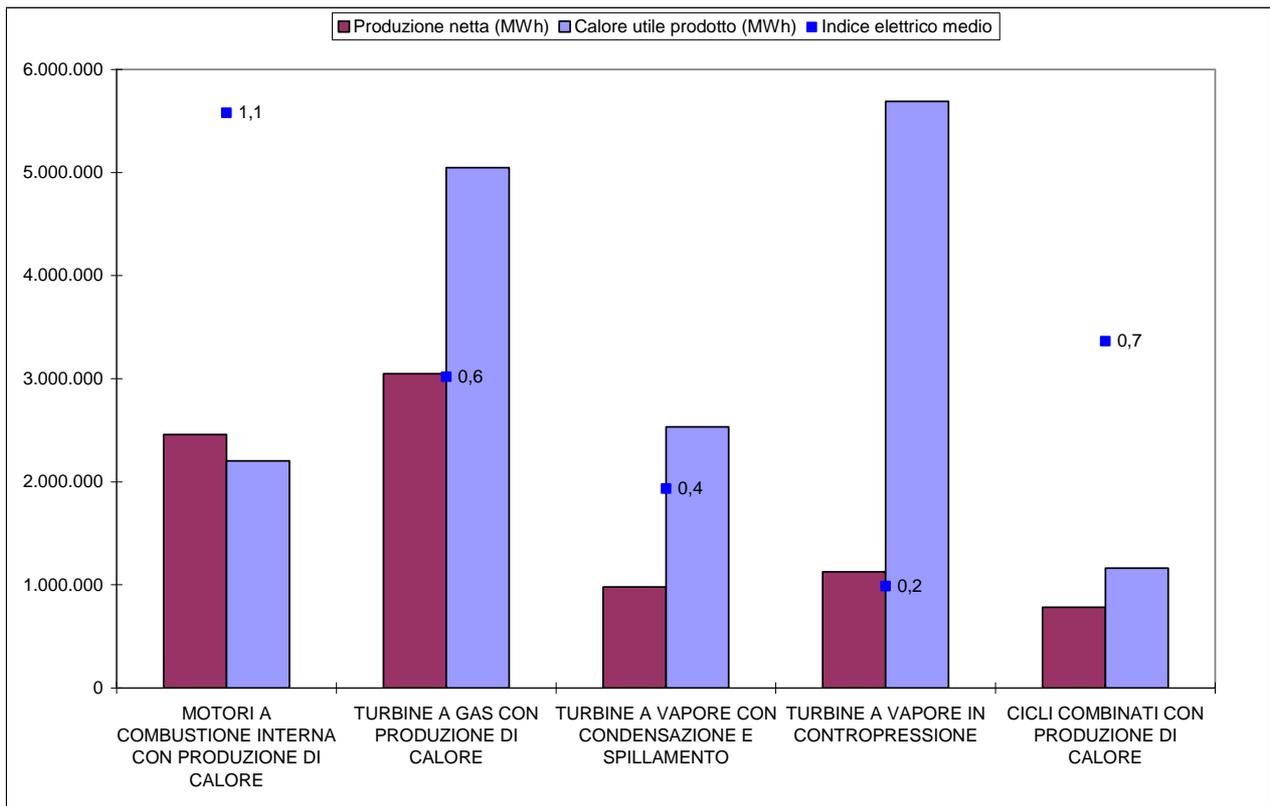


Figura 2.32 A: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD – anno 2007

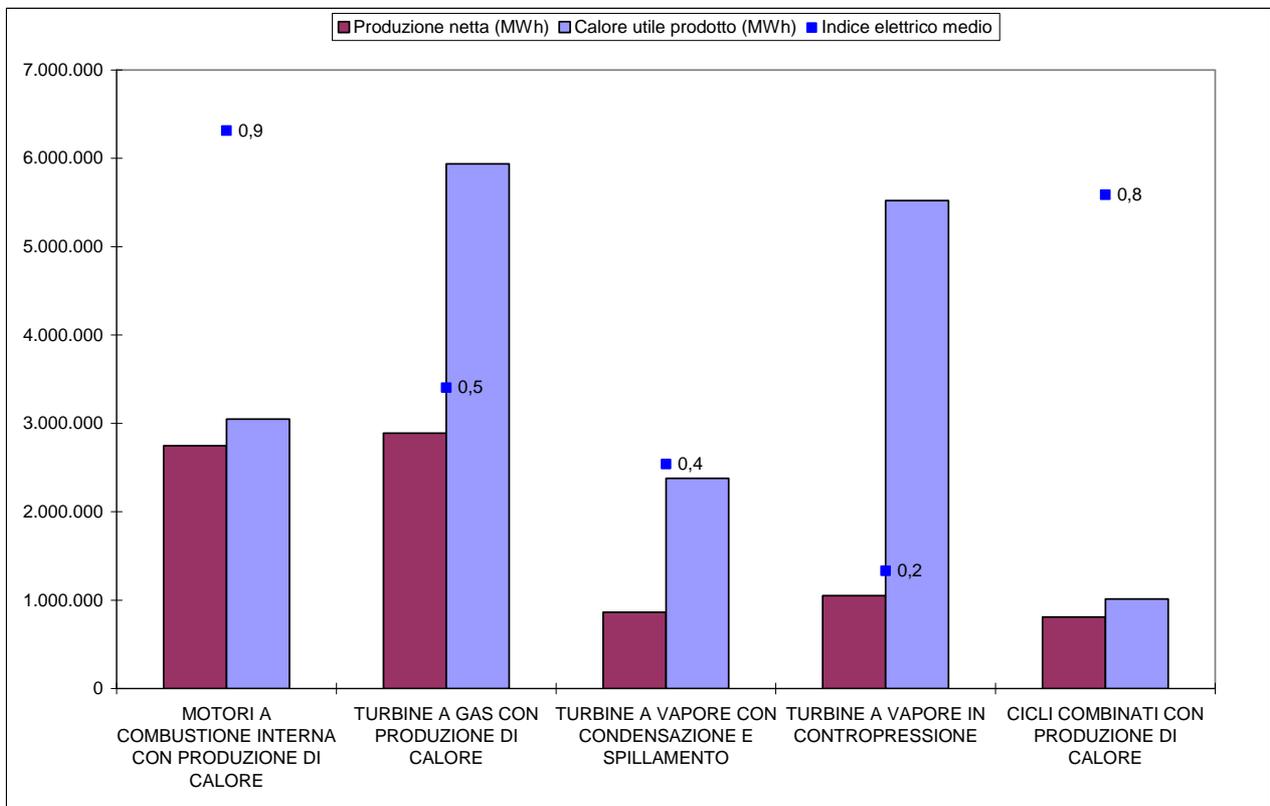


Figura 2.32 B: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD – anno 2008

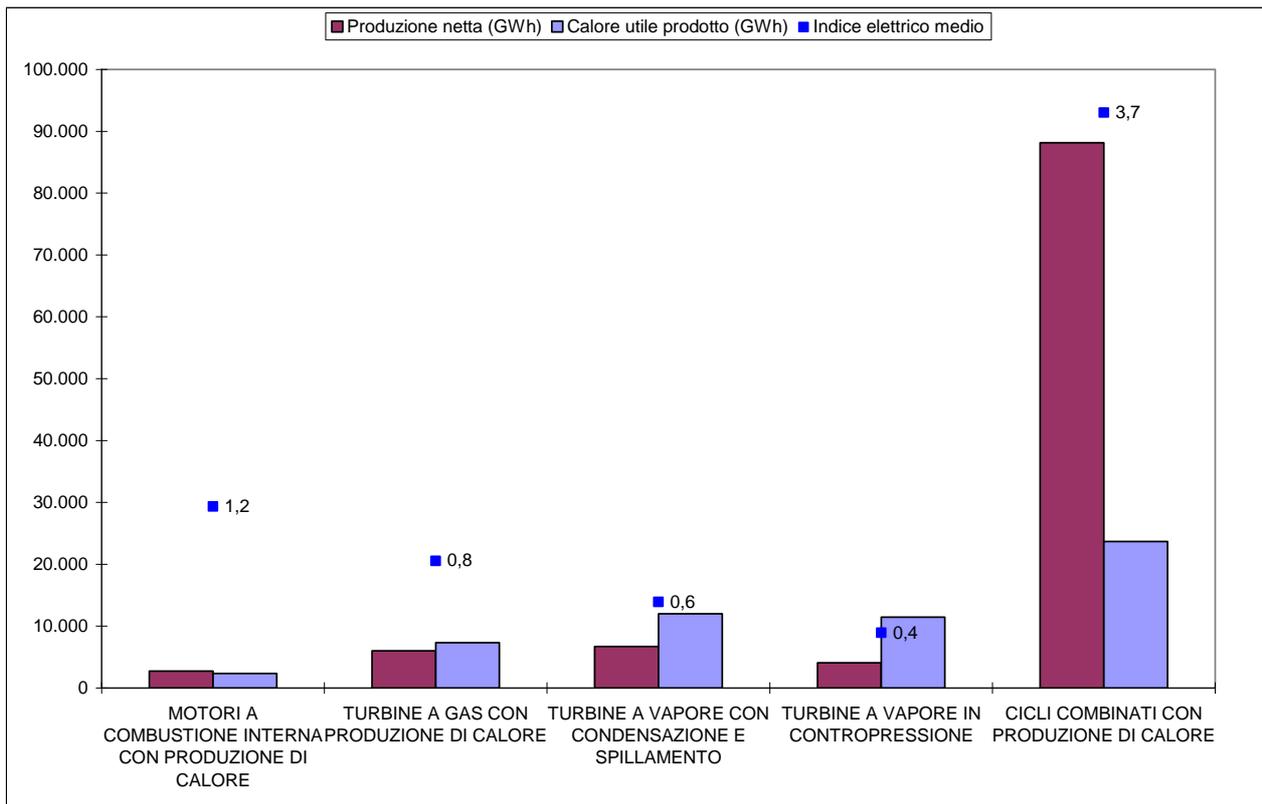


Figura 2.33 A: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del parco termoelettrico complessivo italiano – anno 2007

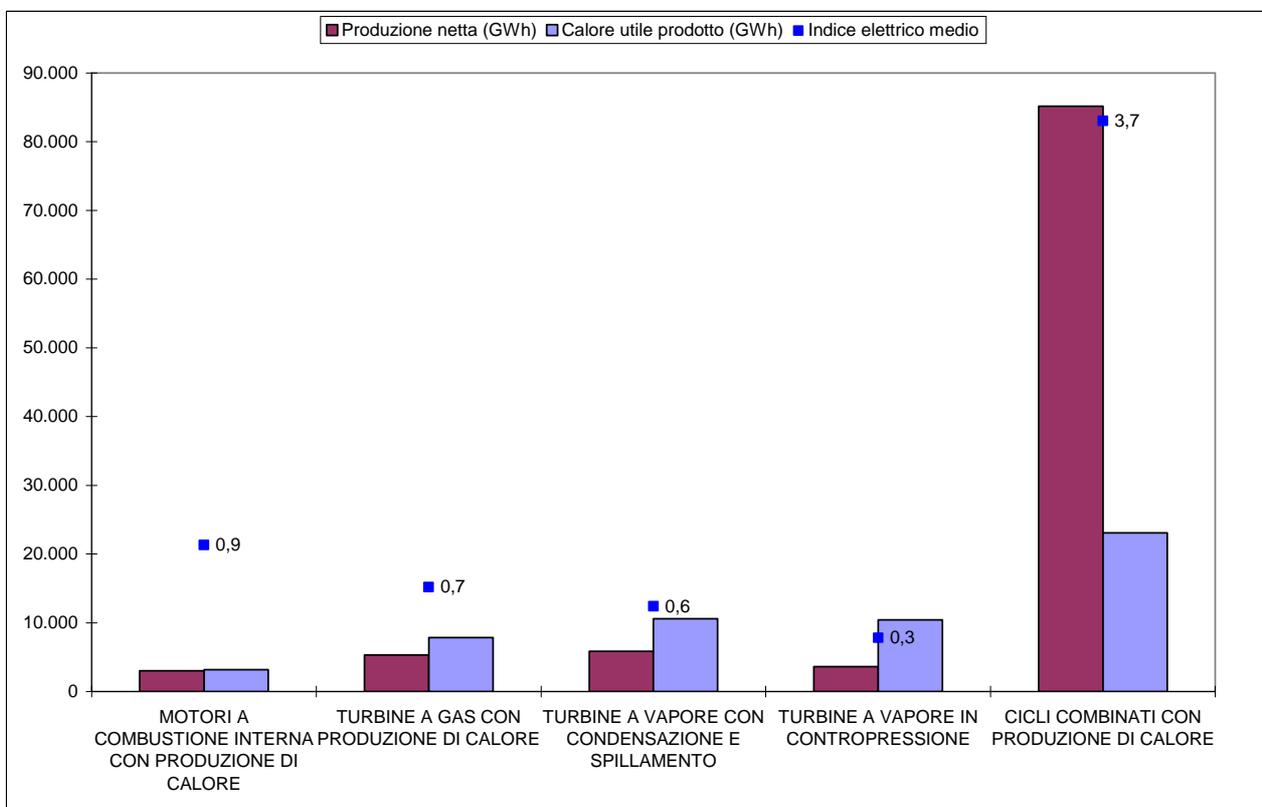


Figura 2.33 B: Indici elettrici medi per le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito del parco termoelettrico complessivo italiano – anno 2008

Con riferimento agli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore, sulla base dei dati disponibili, è possibile formulare alcune considerazioni in termini di efficienza e di risparmio energetico. Nel caso di impianti alimentati da gas naturale (le cui produzioni di energia elettrica sono circa pari all'80% del totale termoelettrico da GD), si evidenzia che:

- a) nell'ipotesi di considerare un rendimento elettrico di riferimento (η_{es}) pari al 51% e un rendimento termico di riferimento (η_{ts}) dell'85%¹⁰, si ottiene un IRE medio pari a 2,5% nel 2007 e pari a 4,6% nel 2008;
- b) nell'ipotesi di considerare un rendimento elettrico di riferimento (η_{es}) pari al 41% e un rendimento termico di riferimento (η_{ts}) dell'85%¹¹, si ottiene un IRE medio pari a 13,4% nel 2007 e pari a 15% nel 2008.

Si noti tuttavia che tali considerazioni si basano su dati medi e potrebbero risentire di errori derivanti dalla quantificazione dell'energia termica utile. Infatti, tale quantificazione è oggetto di più accurate analisi e verifiche solo nel caso in cui venga richiesta la qualifica di cogenerazione ad alto rendimento al fine di ottenere i conseguenti benefici.

Sulla base dei dati disponibili, non si ritiene opportuno effettuare valutazioni simili nel caso degli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore alimentati da combustibili diversi da quelli fossili commerciali poiché i risultati ottenuti risentirebbero notevolmente delle approssimazioni relative alla quantificazione dell'energia termica utile e anche del contenuto energetico dei combustibili.

¹⁰ I valori utilizzati per i parametri η_{es} e η_{ts} sono valori medi indicativi ricavabili, nel caso di utilizzo del gas naturale, dalla decisione della Commissione europea del 21 dicembre 2006, senza effettuare più accurate distinzioni sulla base dell'anno di entrata in esercizio dell'impianto e del fluido vettore di energia termica.

¹¹ I valori utilizzati per i parametri η_{es} e η_{ts} sono valori medi indicativi ricavabili, nel caso di utilizzo del gas naturale, dalla deliberazione n. 42/02, senza effettuare più accurate distinzioni sulla base della taglia dell'impianto e della destinazione dell'energia termica.

CAPITOLO 3

ANALISI DEI DATI RELATIVI ALLA PICCOLA GENERAZIONE NEGLI ANNI 2007 E 2008 IN ITALIA

3.1 Quadro generale

La produzione lorda di energia elettrica da impianti di piccola generazione nel 2007 è stata pari a 1.906 GWh (poco meno del 10% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica da GD), con una riduzione, rispetto al 2006, di 66 GWh, mentre nel 2008 la produzione lorda è stata pari a 2.453 GWh (circa l'11,4% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica da GD), con un incremento rispetto al 2007 di 547 GWh.

Nel 2007 risultavano installati 9.058 impianti di PG per una potenza efficiente lorda di 693 MW, mentre nel 2008 gli impianti installati erano 33.475 con una potenza efficiente lorda corrispondente di 1.053 MW; l'evidente aumento del numero di impianti installati è da imputare, come già evidenziato per la GD, fondamentalmente agli impianti fotovoltaici e, in parte marginale, agli impianti idroelettrici e termoelettrici.

Nel 2007 risultavano installati 439 MW da impianti idroelettrici che hanno prodotto 1.416 GWh (74,3% della produzione da PG), 158 MW da impianti termoelettrici che hanno prodotto 443 GWh (23,2% della produzione da PG), 12 MW da impianti eolici che hanno prodotto 9 GWh (poco meno dello 0,5% della produzione da PG) e 83 MW da impianti fotovoltaici che hanno prodotto 39 GWh (circa il 2% della produzione da PG).

Nel 2008 risultavano installati 453 MW da impianti idroelettrici che hanno prodotto 1.770 GWh (72,2% della produzione da PG), 176 MW da impianti termoelettrici che hanno prodotto 500 GWh (20,4% della produzione da PG), 13 MW da impianti eolici che hanno prodotto circa 9 GWh (poco meno dello 0,4% della produzione da PG) e 410 MW da impianti fotovoltaici che hanno prodotto 174 GWh (poco più del 7% della produzione da PG).

Nelle tabelle seguenti (tabella 3.A relativa al 2007 e tabella 3.B relativa al 2008) vengono riportati, per ogni tipologia di impianti di produzione di energia elettrica (nel caso degli impianti termoelettrici vengono suddivisi in base alla tipologia di combustibile utilizzato: biomasse, biogas e bioliquidi, rifiuti solidi urbani, fonti non rinnovabili e impianti ibridi), il numero di impianti, la potenza efficiente lorda installata, la produzione lorda di energia elettrica e la produzione netta di energia elettrica, distinta tra la quota consumata in loco e la quota immessa in rete.

| | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (MW) | Produzione lorda (MWh) | Produzione netta (MWh) | |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
| | | | | Consumata in loco | Immessa in rete |
| Idroelettrici | 1.201 | 439 | 1.415.739 | 103.234 | 1.284.930 |
| <i>Biomasse e biogas</i> | 102 | 63 | 237.043 | 25.008 | 201.737 |
| <i>Rifiuti solidi urbani</i> | 6 | 3 | 9.128 | 0 | 7.913 |
| <i>Fonti non rinnovabili</i> | 181 | 88 | 186.960 | 119.526 | 61.997 |
| <i>Ibridi</i> | 4 | 3 | 10.108 | 8.226 | 953 |
| Totale termoelettrici | 293 | 158 | 443.239 | 152.760 | 272.601 |
| Geotermoelettrici | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eolici | 21 | 12 | 8.911 | 0 | 8.909 |
| Fotovoltaici | 7.543 | 83 | 38.563 | 24.048 | 14.515 |
| TOTALE | 9.058 | 693 | 1.906.452 | 280.041 | 1.580.955 |

Tabella 3.A: Impianti di PG – anno 2007

| | Numero impianti | Potenza efficiente lorda (MW) | Produzione lorda (MWh) | Produzione netta (MWh) | |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | Consumata in loco | Immessata in rete |
| Idroelettrici | 1.230 | 453 | 1.769.658 | 106.598 | 1.632.115 |
| <i>Biomasse, biogas e bioliquidi</i> | 119 | 74 | 287.697 | 39.284 | 237.992 |
| <i>Rifiuti solidi urbani</i> | 6 | 3 | 6.970 | 591 | 6.348 |
| <i>Fonti non rinnovabili</i> | 191 | 94 | 192.369 | 115.890 | 71.563 |
| <i>Ibridi</i> | 5 | 4 | 13.228 | 8.133 | 3.716 |
| Totale termoelettrici | 321 | 176 | 500.264 | 163.898 | 319.620 |
| Geotermoelettrici | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eolici | 22 | 13 | 8.506 | 0 | 8.469 |
| Fotovoltaici | 31.902 | 410 | 174.081 | 108.124 | 65.947 |
| TOTALE | 33.475 | 1.053 | 2.452.509 | 378.619 | 2.026.152 |

Tabella 3.B: Impianti di PG – anno 2008

In relazione alla fonte di energia utilizzata si nota che nel 2007 l'89,6% dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di PG è di origine rinnovabile¹² (figura 3.1 A) e tra le fonti rinnovabili la principale è la fonte idrica per una produzione pari al 74,6% dell'intera produzione da PG; nel 2008 il 91,6% dell'energia elettrica prodotta è di origine rinnovabile (figura 3.1 B) e anche in questo anno la principale fonte utilizzata è quella idrica per una produzione pari al 72% della produzione da PG.

Si osserva un mix molto diverso da quello che caratterizza la GD (figura 2.1 A e figura 2.1 B) e ancor più spostato verso la produzione da fonte idrica con una notevole riduzione invece dell'incidenza delle fonti non rinnovabili, mentre il contributo delle biomasse e dei rifiuti si mantiene sostanzialmente costante e cresce in maniera evidente l'utilizzo della fonte solare, dovuto alla larga diffusione di impianti fotovoltaici di piccola taglia.

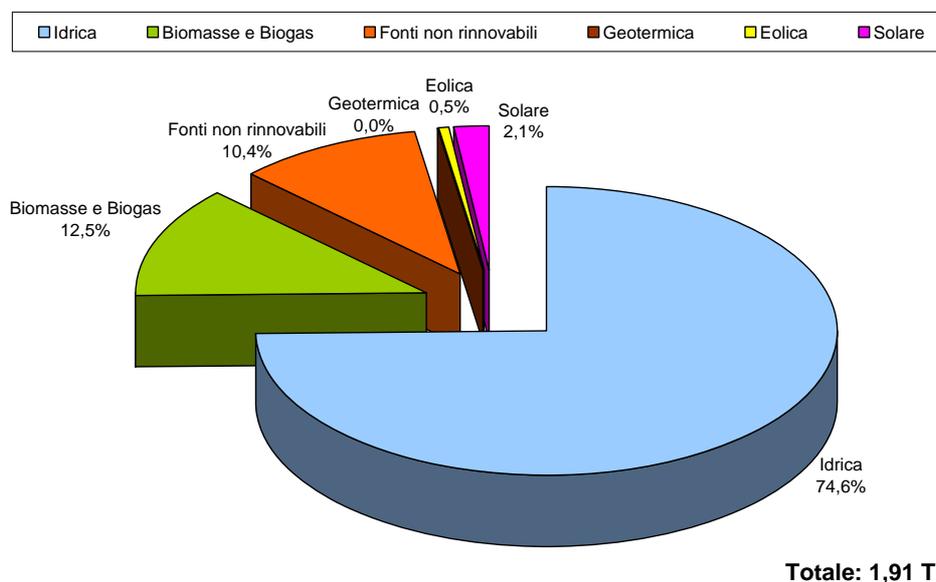


Figura 3.1 A: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della PG – anno 2007

¹² Nel caso degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, convenzionalmente il 51% dell'energia elettrica prodotta è stato imputato a fonti rinnovabili, mentre il restante 49% è stato imputato a fonti non rinnovabili; nel caso degli impianti termoelettrici ibridi sono invece disponibili i dati relativi alla parte imputabile a fonti rinnovabili, per cui tale quota è stata attribuita alle fonti rinnovabili, mentre la quota non imputabile a fonti rinnovabili è stata attribuita alle fonti non rinnovabili.

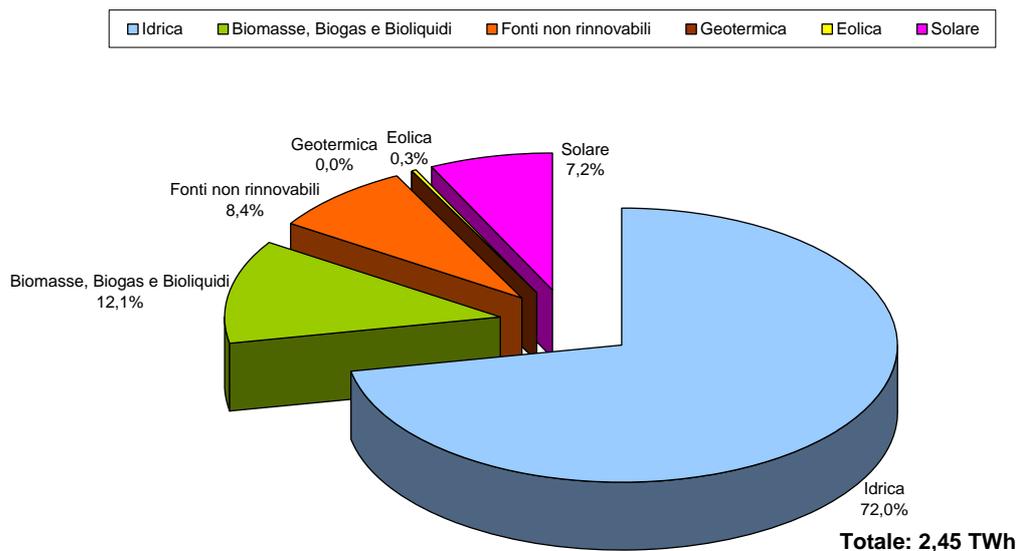


Figura 3.1 B: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della PG – anno 2008

Differenziando per tipologia di impianti in funzione delle fonti utilizzate, si nota che nel 2007 (figura 3.2 A) l'89,2% dell'energia elettrica è stata prodotta da impianti alimentati esclusivamente da fonti rinnovabili, quindi lo 0,4% della produzione totale (differenza tra il valore riportato nella figura 3.1 A e quello nella figura 3.2 A) è la produzione degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani e degli impianti ibridi imputabile alle fonti rinnovabili. Nel 2008 (figura 3.2 B) il 91,3% dell'energia elettrica è stata prodotta da impianti alimentati esclusivamente da fonti rinnovabili, quindi lo 0,3% della produzione totale (differenza tra il valore riportato nella figura 3.1 B e quello nella figura 3.2 B) è la produzione degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani e degli impianti ibridi imputabile alle fonti rinnovabili.

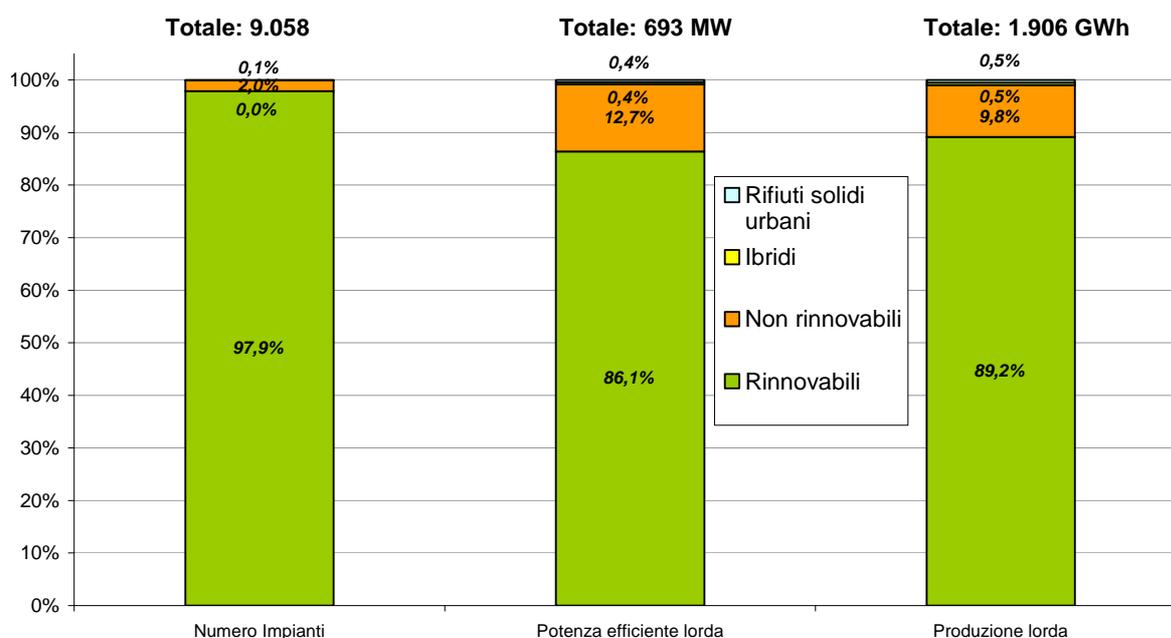


Figura 3.2 A: Impianti da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e impianti ibridi nella PG – anno 2007

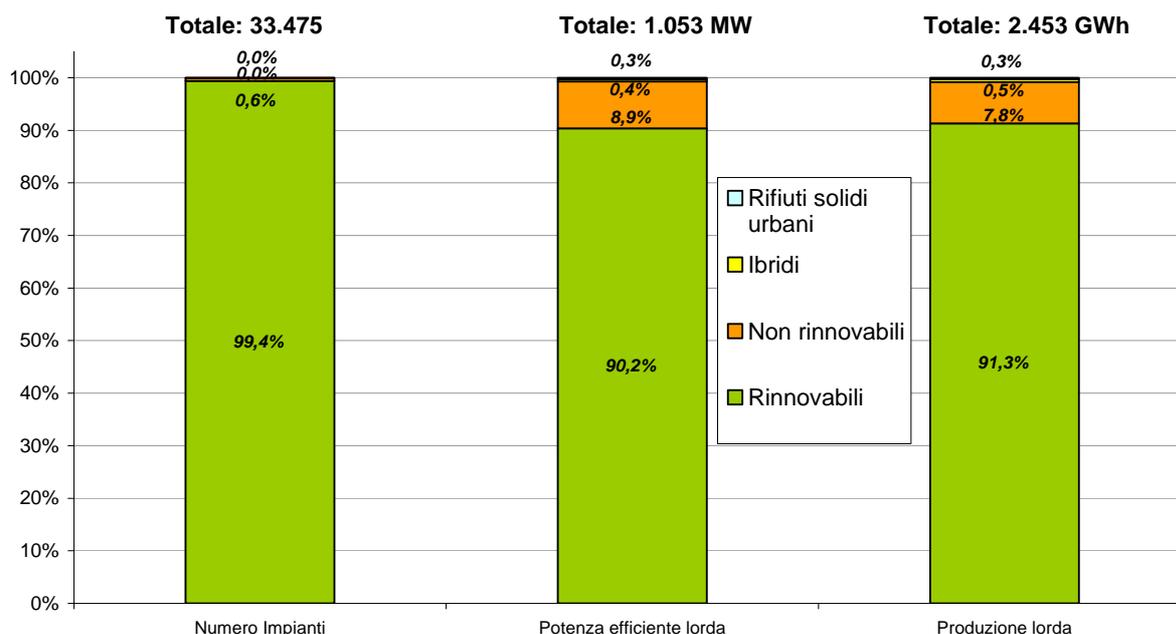


Figura 3.2 B: Impianti da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e impianti ibridi nella PG – anno 2008

Andando a considerare la destinazione dell'energia elettrica prodotta, nel 2007 circa il 15% della produzione lorda di energia elettrica da impianti di PG è stato consumato in loco, circa l'83% di energia prodotta è stato immesso in rete e il restante 2% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione (servizi ausiliari di centrale e perdite nei trasformatori di centrale); nel 2008 circa il 15,6% della produzione lorda di energia elettrica da impianti di PG è stato consumato in loco, l'82,4% di energia prodotta è stato immesso in rete e il restante 2% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione. Si nota, quindi, che nel 2008 si è verificata un leggero aumento della percentuale di energia elettrica consumata in loco e conseguente diminuzione della percentuale di energia elettrica immessa in rete, rimanendo invariati i consumi relativi ai servizi ausiliari di generazione.

In particolare, con riferimento alle singole tipologie impiantistiche utilizzate, si nota che, sia nel 2007 che nel 2008, la percentuale di energia elettrica prodotta e consumata in loco risulta essere prevalente nel caso di impianti termoelettrici (soprattutto quelli alimentati da fonti non rinnovabili e impianti ibridi) e nel caso di impianti fotovoltaici; invece la produzione da fonti rinnovabili, sia essa termoelettrica o no, presenta percentuali di consumo in loco molto basse, se non addirittura nulle in numerosi casi, ad eccezione degli impianti fotovoltaici ([tabella 3.A](#) e [figura 3.3 A](#), [tabella 3.B](#) e [figura 3.3 B](#)). Tale situazione si è riscontrata anche nel caso degli impianti di GD ([tabella 2.A](#) e [figura 2.4 A](#), [tabella 2.B](#) e [figura 2.4 B](#)).

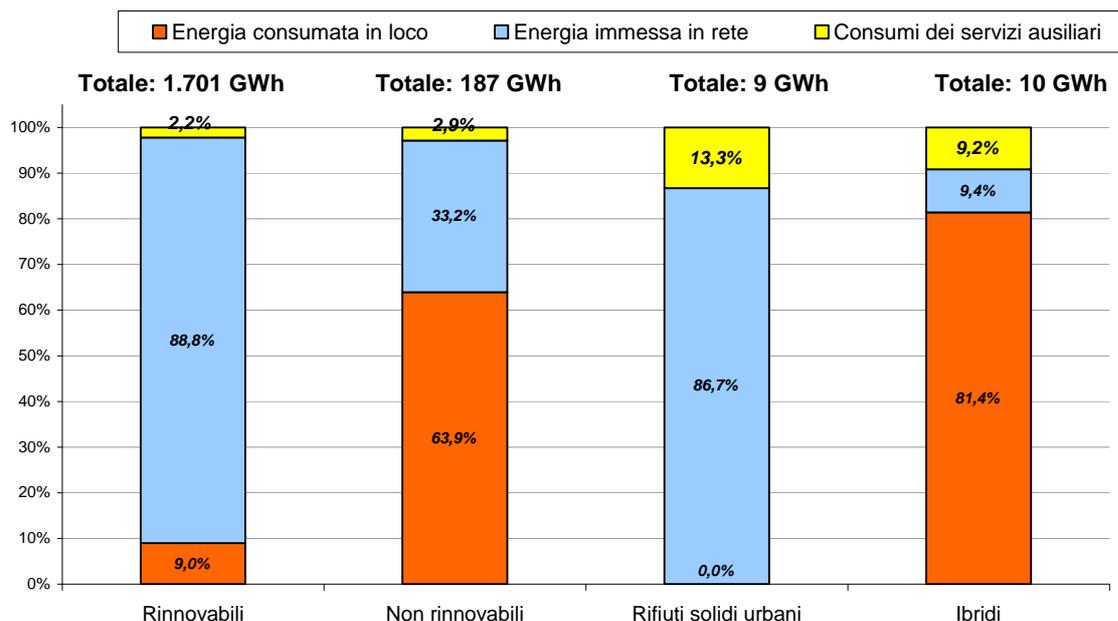


Figura 3.3 A: Ripartizione della produzione lorda da PG tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti urbani e per impianti ibridi) – anno 2007

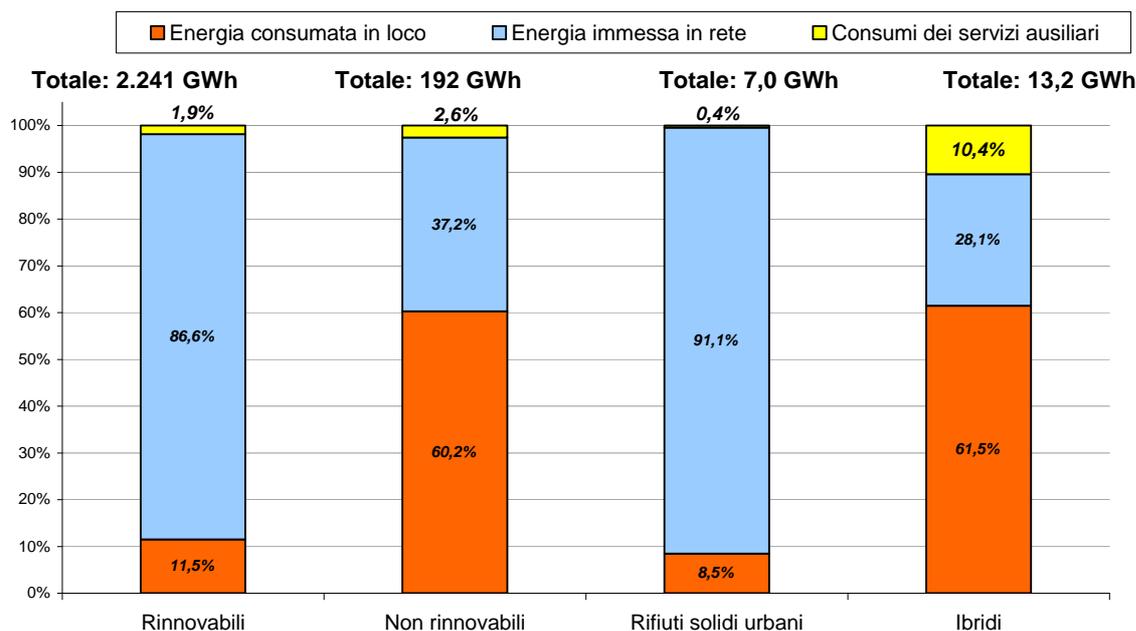


Figura 3.3 B: Ripartizione della produzione lorda da PG tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti urbani e per impianti ibridi) – anno 2008

Come già evidenziato nel capitolo 2, questo dato mette in luce in maniera chiara le motivazioni e i criteri con i quali si sono sviluppate la GD e la PG in Italia fino al 2008: soddisfare richieste locali di energia elettrica e/o calore (confrontando la [figura 3.4 A](#) e la [figura 3.4 B](#) con la [figura 2.5 A](#) e la [figura 2.5 B](#) si nota, nel caso della PG, una distribuzione più equa degli impianti termoelettrici con sola produzione di energia elettrica e degli impianti termoelettrici in assetto cogenerativo), e sfruttare le risorse energetiche locali, generalmente di tipo rinnovabile.

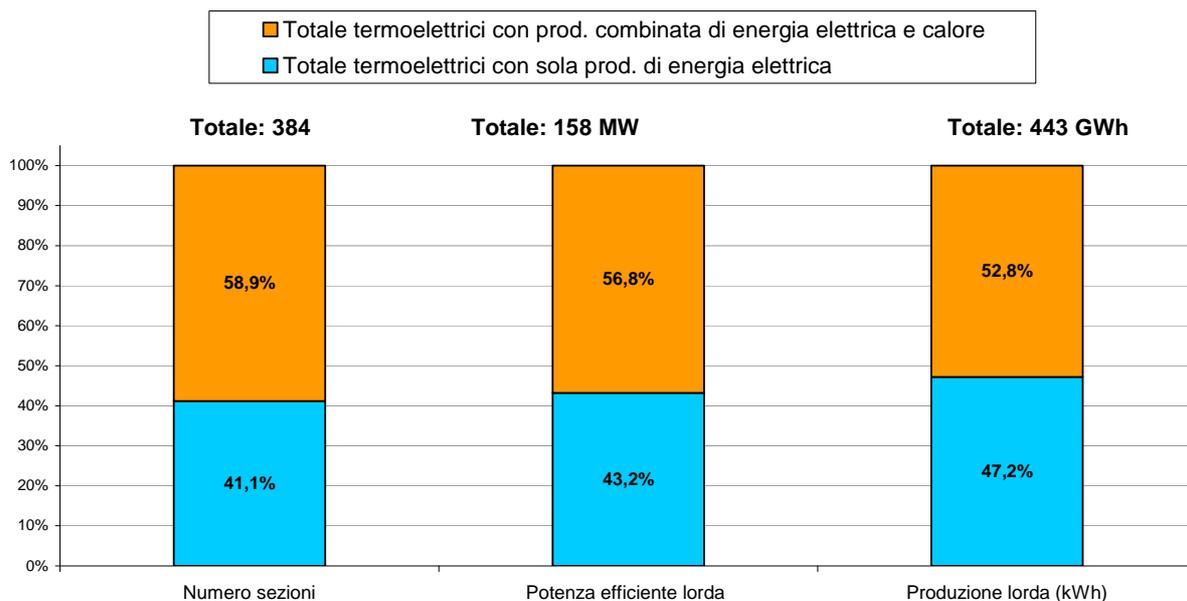


Figura 3.4 A: Impianti termoelettrici nell'ambito della PG – anno 2007

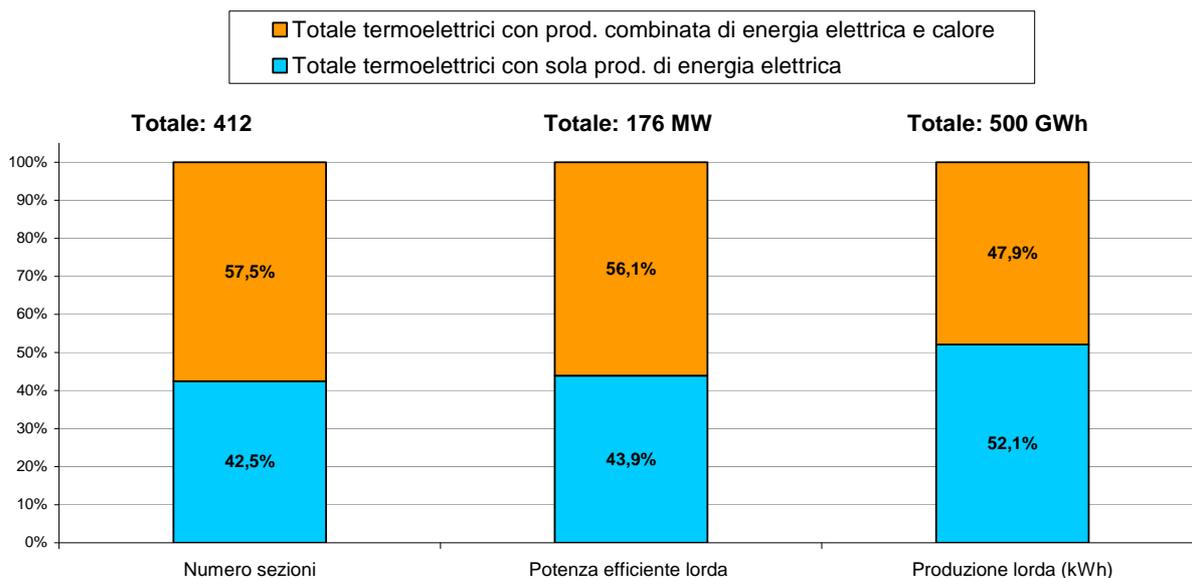


Figura 3.4 B: Impianti termoelettrici nell'ambito della PG – anno 2008

Di seguito si riportano i grafici che evidenziano la distribuzione degli impianti di PG in Italia in termini di potenza e di energia ([figura 3.5 A](#) e [figura 3.5 B](#)) e degli impianti di PG alimentati da fonti rinnovabili in Italia in termini di potenza e di energia ([figura 3.6 A](#) e [figura 3.6 B](#)).

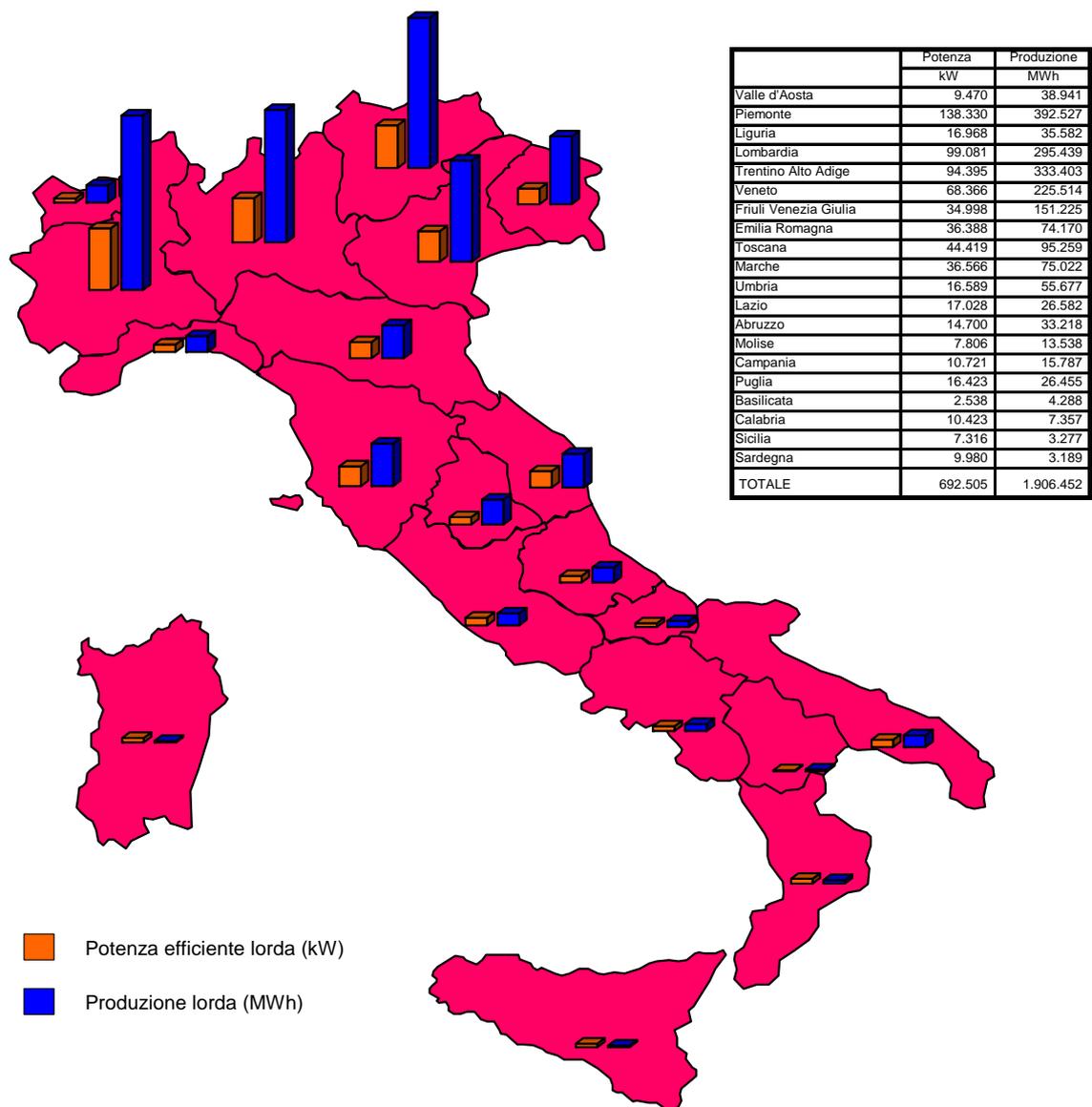


Figura 3.5 A: Dislocazione degli impianti di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 693 MW; Produzione lorda totale: 1.906 GWh) – anno 2007

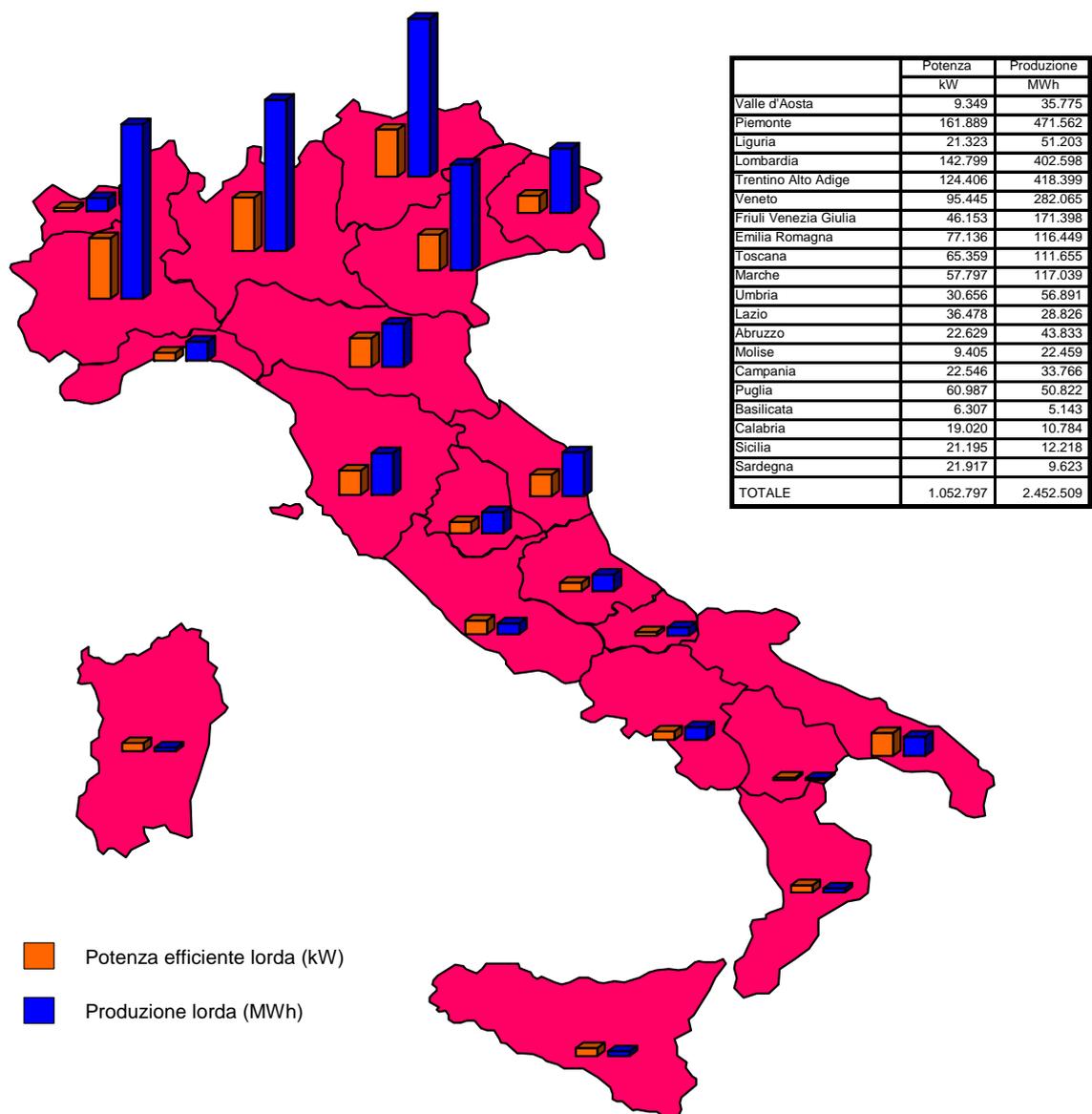


Figura 3.5 B: Dislocazione degli impianti di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 1.053 MW; Produzione lorda totale: 2.453 GWh) – anno 2008

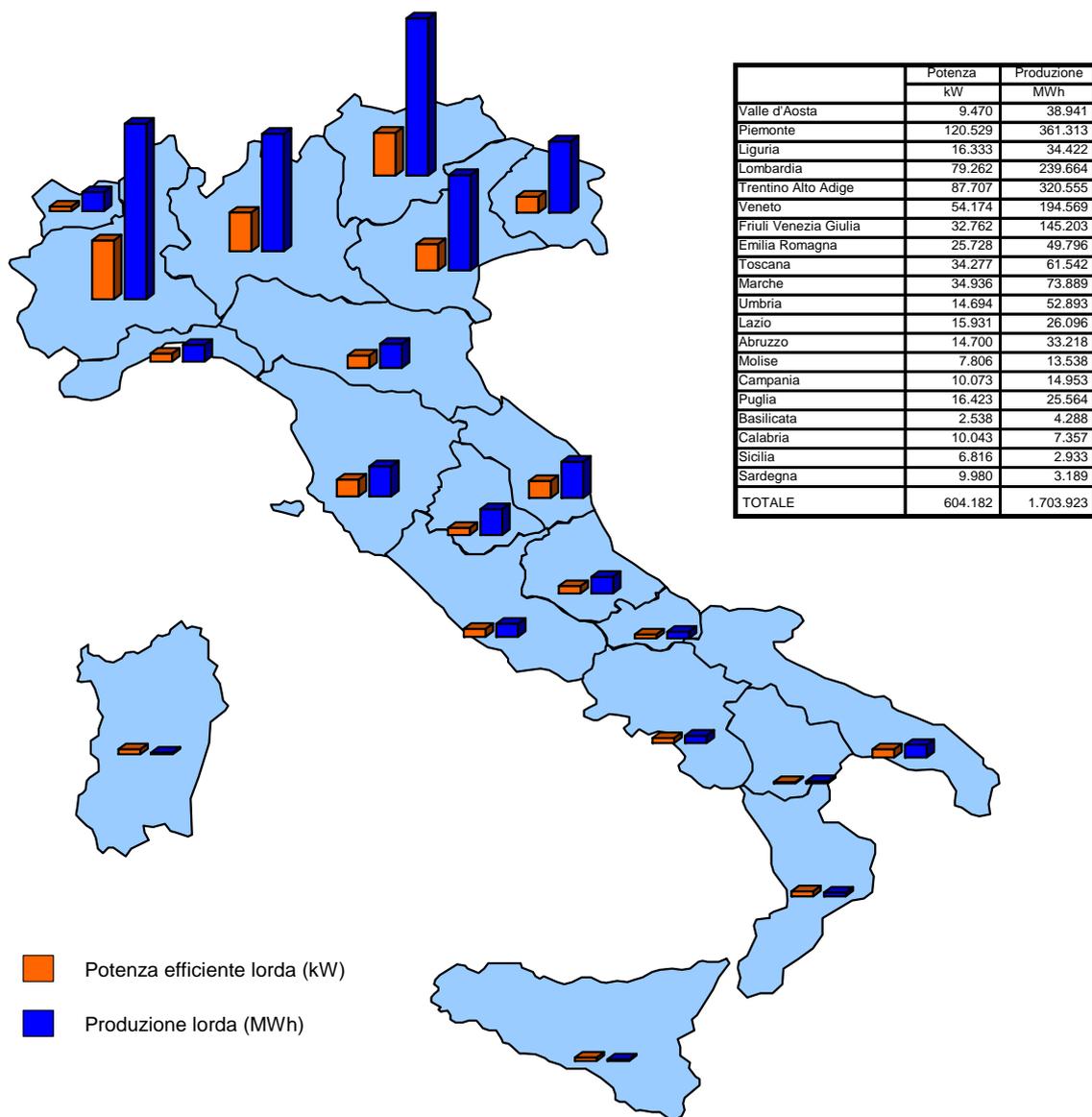


Figura 3.6 A¹³: Dislocazione degli impianti di PG alimentati da fonti rinnovabili in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 604 MW; Produzione lorda totale: 1.704 GWh) – anno 2007

¹³ Con riferimento a questa figura si è considerato:

- per quanto riguarda la potenza installata, la somma delle potenze degli impianti idroelettrici, termoelettrici alimentati da fonti rinnovabili, termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, termoelettrici ibridi, geotermoelettrici, eolici e fotovoltaici;
- per quanto riguarda l'energia elettrica prodotta, l'energia elettrica prodotta riferita agli impianti idroelettrici, agli impianti termoelettrici alimentati da fonti rinnovabili, alla quota pari al 51% dell'energia elettrica prodotta da impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, alla parte imputabile a fonti rinnovabili degli impianti termoelettrici ibridi, agli impianti geotermoelettrici, agli impianti eolici e agli impianti fotovoltaici.

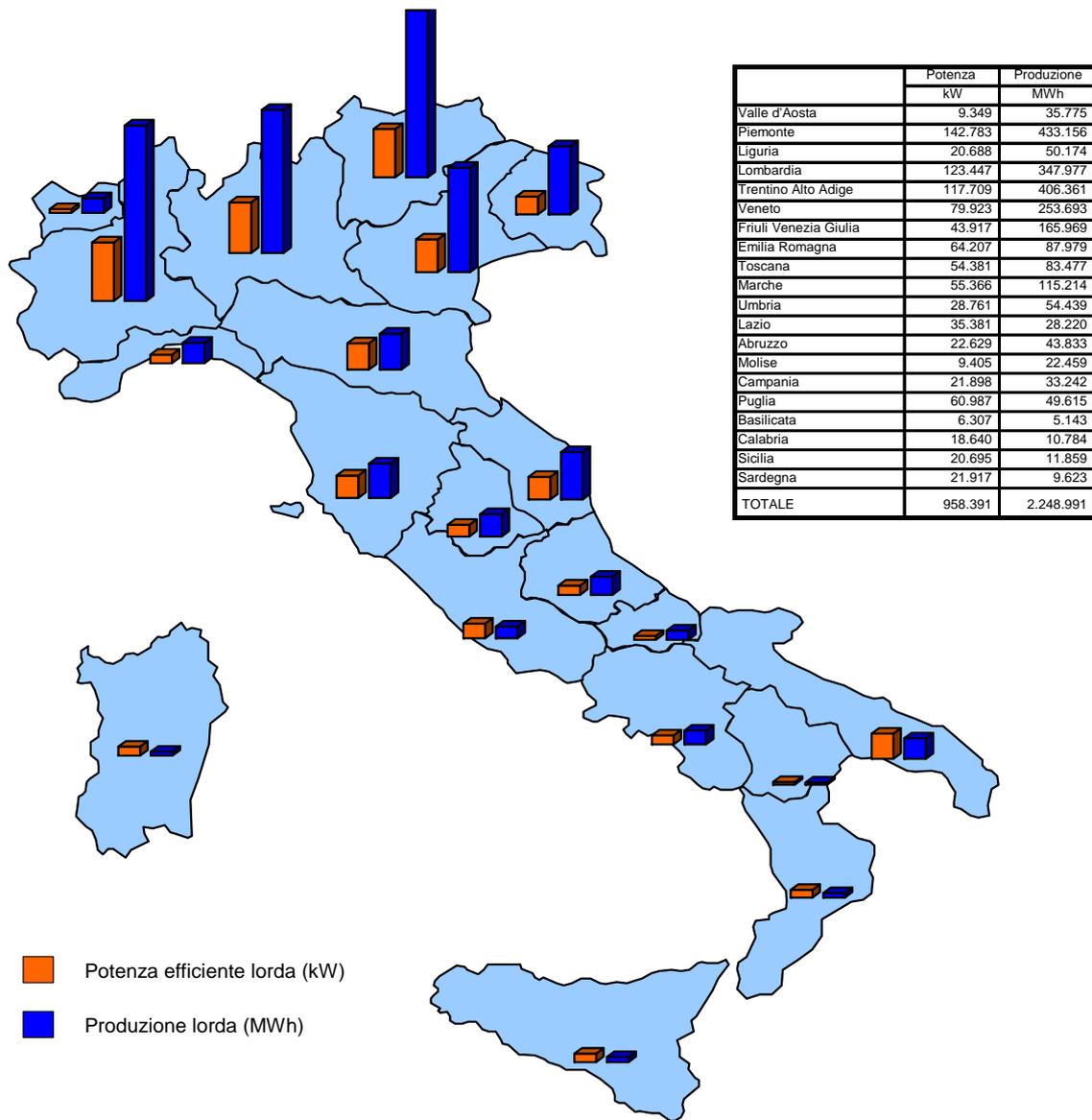


Figura 3.6 B¹¹: Dislocazione degli impianti di PG alimentati da fonti rinnovabili in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 958 MW; Produzione lorda totale: 2.249 GWh) - anno 2008

Infine la figura 3.7 A e la figura 3.7 B descrivono, in termini di potenza efficiente lorda e di energia, la penetrazione della PG in Italia rispetto al totale Italia; il confronto è effettuato su base regionale.

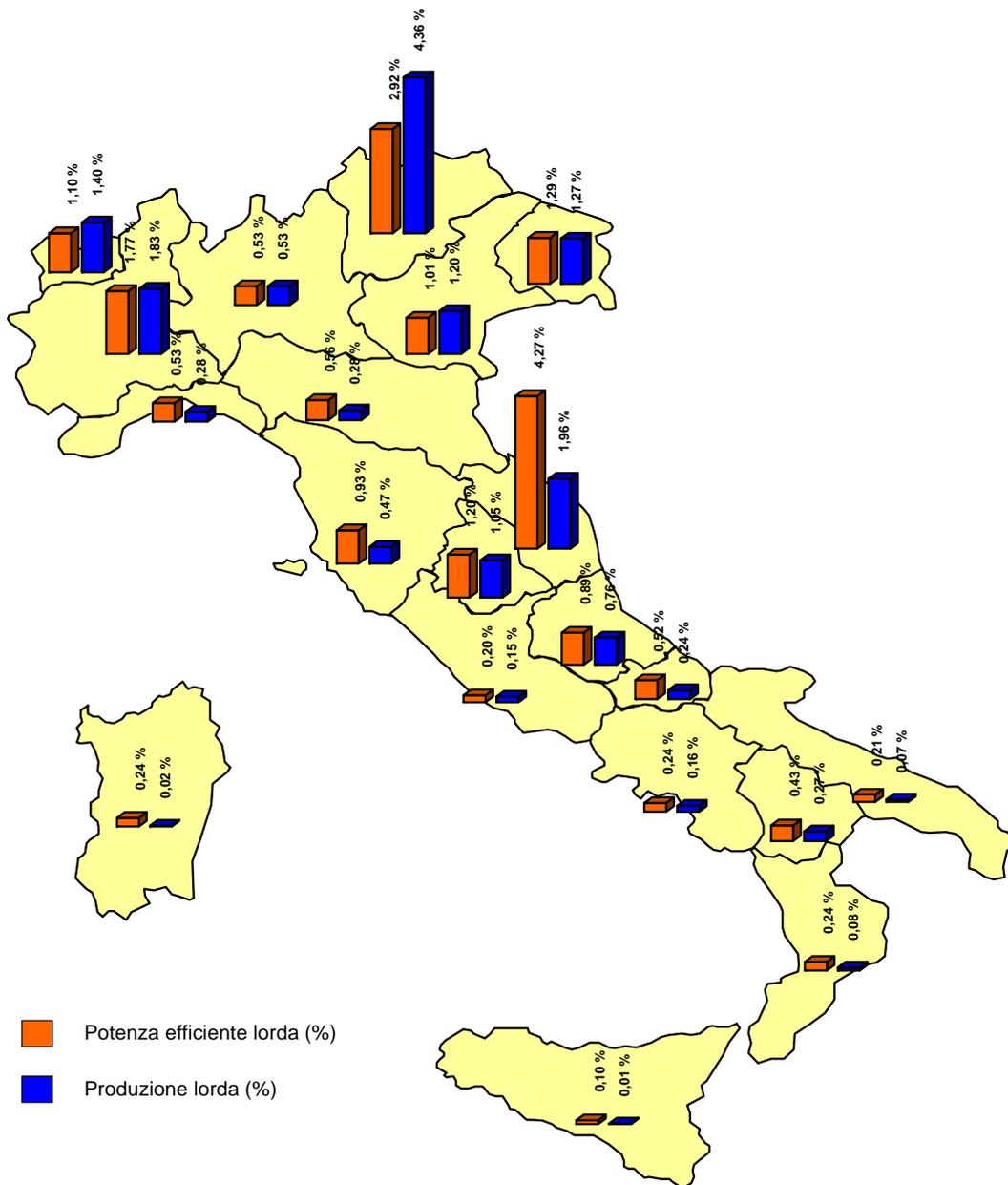


Figura 3.7 A: Penetrazione della PG in termini di potenza e di produzione rispetto al totale regionale – anno 2007

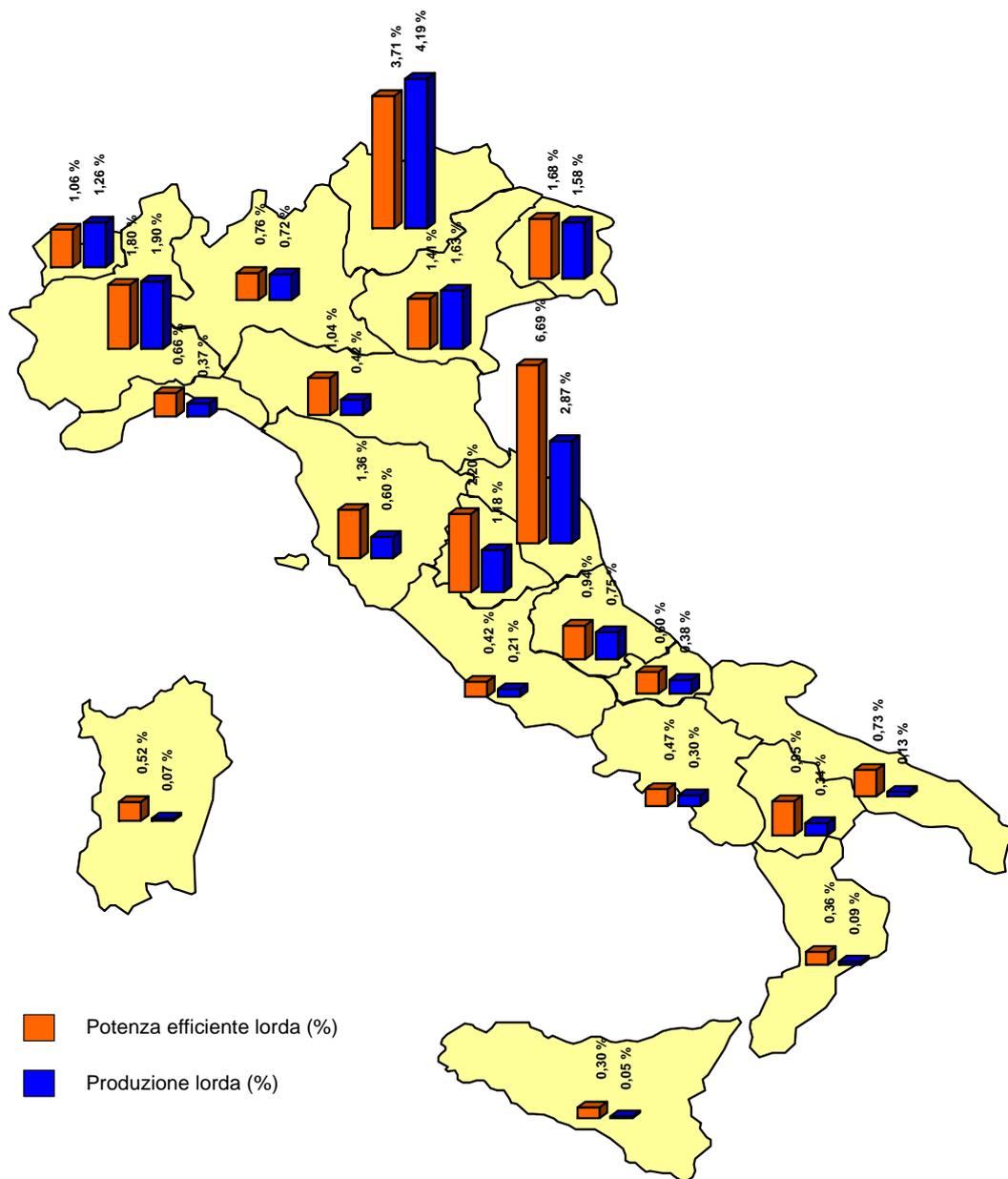


Figura 3.7 B: Penetrazione della PG in termini di potenza e di produzione rispetto al totale regionale – anno 2008

2.2 Gli impianti idroelettrici nell'ambito della PG

Così come avviene nella GD, anche nell'ambito della PG la fonte più sfruttata in Italia è quella idrica. Infatti, con riferimento ai dati 2007, circa il 63,3% della potenza efficiente lorda utilizza questa fonte producendo circa 1.416 GWh di energia elettrica (circa il 74,3% dell'intera produzione lorda da impianti di PG), mentre, con riferimento ai dati del 2008, circa il 43% della potenza efficiente lorda utilizza la fonte idrica producendo circa 1.770 GWh di energia elettrica (circa il 72% dell'intera produzione lorda da impianti di PG). Si nota che nel 2008, rispetto al 2007, nonostante la quota percentuale di energia elettrica prodotta con impianti idroelettrici sia diminuita, il valore assoluto dell'energia elettrica prodotta da fonte idrica nella PG sia aumentato di circa 354 GWh.

Analizzando la [figura 3.8 A](#) e la [figura 3.8 B](#) si evidenzia che nell'ambito della PG l'incidenza degli impianti ad acqua fluente risulta ancor maggiore rispetto a quanto riscontrato nell'analisi dell'idroelettrico nella GD. Infatti circa il 98,5% degli impianti sono ad acqua fluente (1.184 impianti nel 2007 e 1.212 impianti nel 2008), mentre poco più dell'1% rientrano nelle restanti tipologie impiantistiche (4 impianti a bacino sia nel 2007 che nel 2008, 13 impianti a serbatoio nel 2007 e 14 nel 2008). Inoltre, con riferimento alle taglie impiantistiche maggiormente utilizzate, sia nell'anno 2007 che nell'anno 2008, la maggior parte degli impianti ad acqua fluente è concentrata sotto i 400 kW.

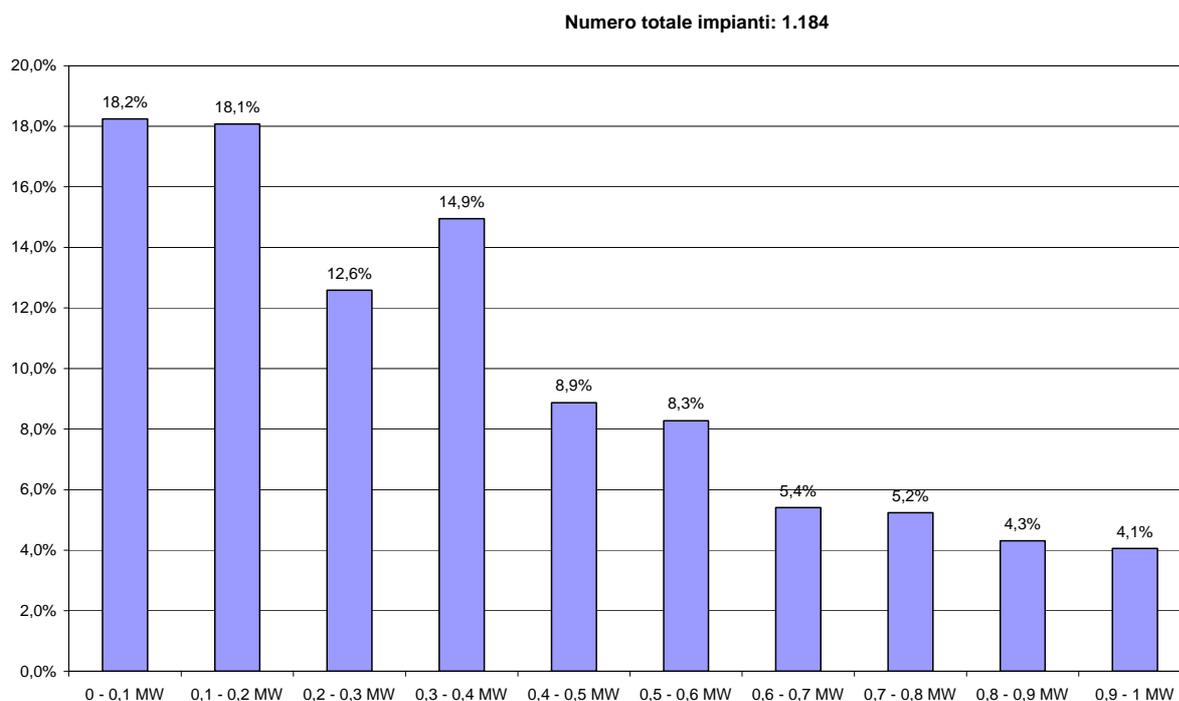


Figura 3.8 A: Distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente tra le varie classi di potenza nell'ambito della PG – anno 2007

Numero totale impianti: 1.212

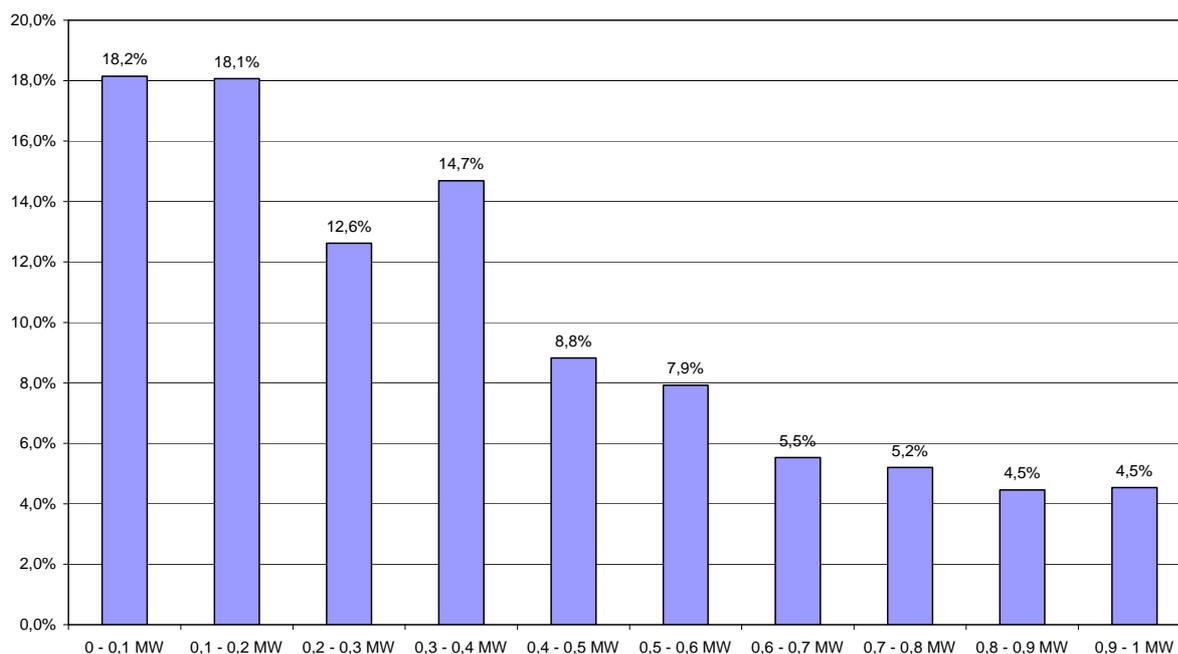


Figura 3.8 B: Distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente tra le varie classi di potenza nell'ambito della PG – anno 2008

Passando ad analizzare la distribuzione sul territorio nazionale si nota che, come già evidenziato nel caso della GD, nel nord Italia è localizzata la maggior parte degli impianti e la maggior parte della potenza efficiente lorda installata, con una conseguente percentuale elevata della produzione nazionale da idroelettrico fino a 1 MW. Questa produzione nel nord è essenzialmente dovuta, come evidenziato prima, ad impianti ad acqua fluente ed è fortemente concentrata lungo l'arco alpino. Spostandosi dalle Alpi verso sud si assiste ad una netta riduzione della potenza installata e della produzione idroelettrica, in coerenza con la netta diminuzione della disponibilità di corsi d'acqua (figura 3.9 A e figura 3.9 B).

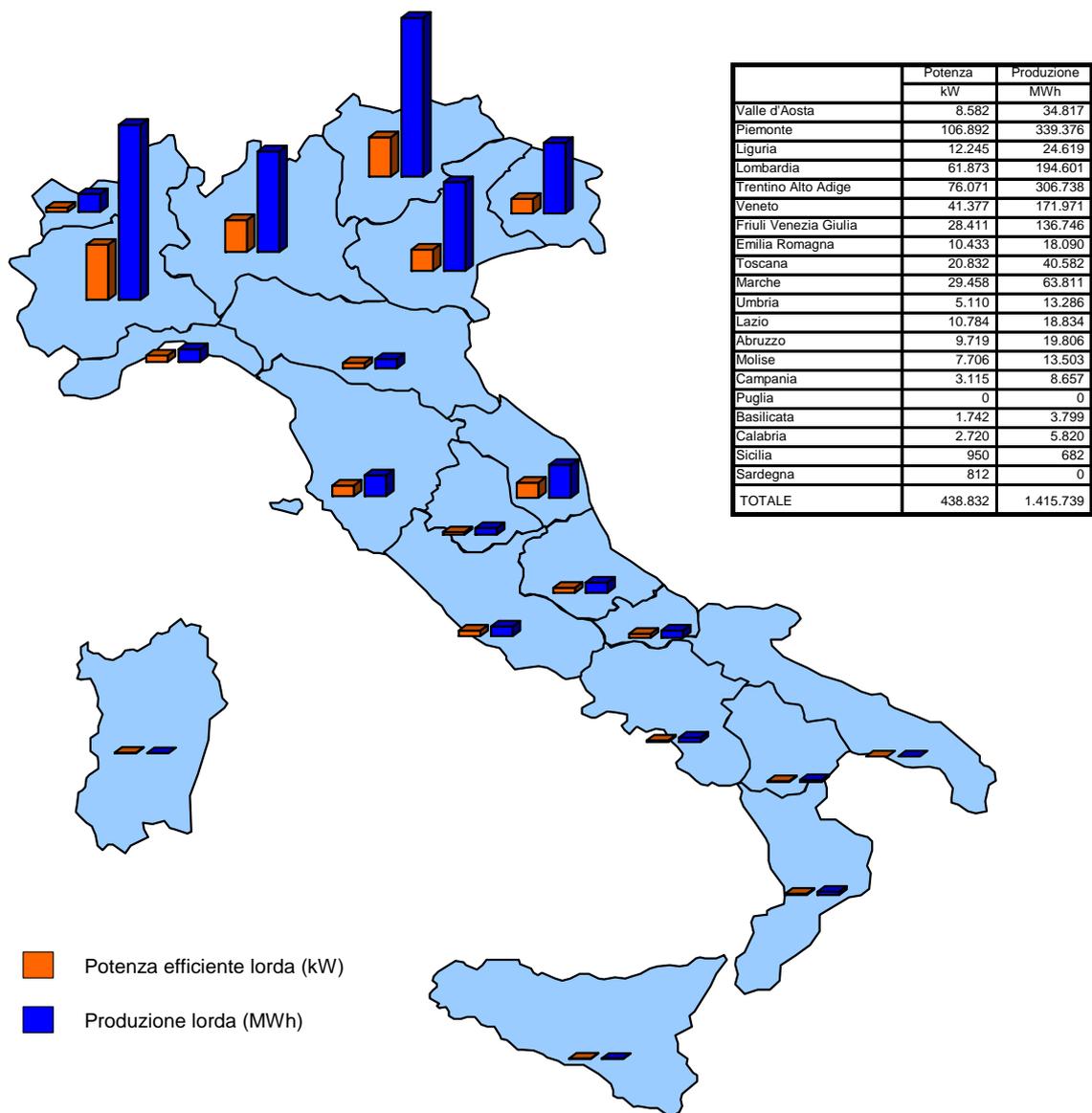


Figura 3.9 A: Dislocazione degli impianti idroelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 439 MW; Produzione lorda totale: 1.416 GWh) – anno 2007

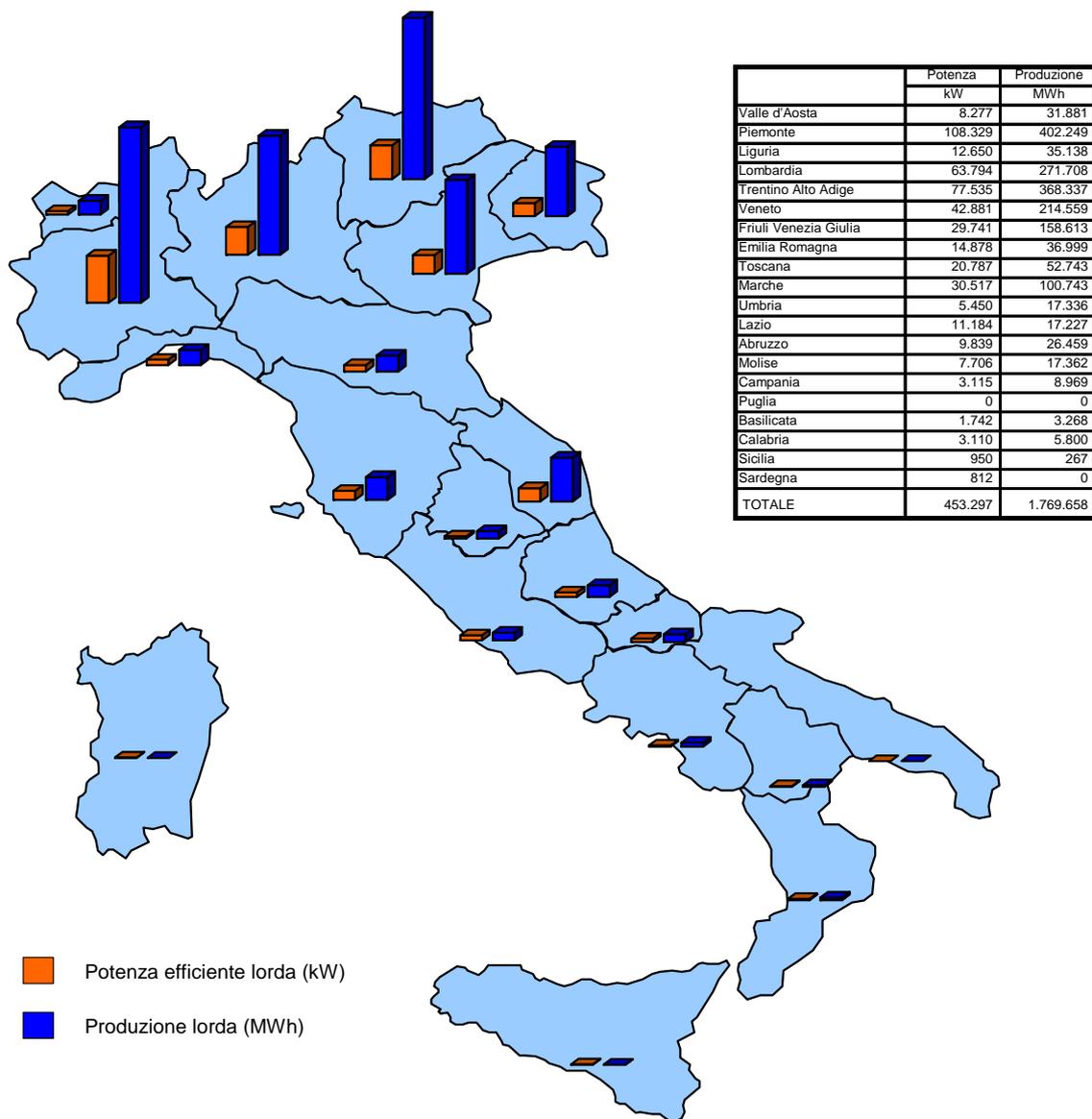


Figura 3.9 B: Dislocazione degli impianti idroelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 453 MW; Produzione lorda totale: 1.770 GWh) – anno 2008

3.3 Gli impianti eolici e fotovoltaici nell'ambito PG

Con riferimento agli impianti eolici vale quanto già detto nel paragrafo 2.3 relativo alla GD; in particolare si nota che il numero degli impianti eolici fino a 1 MW è poco meno del 20% del totale eolico da GD sia nel 2007 che nel 2008 e la potenza eolica installata in PG è circa il 3% di quella installata in GD per entrambi gli anni, sebbene producano, sia nel 2007 che nel 2008, poco più dell'1% della produzione lorda da eolico sotto i 10 MVA. Analizzando la [figura 3.10 A](#) e la [figura 3.10 B](#) si possono fare considerazioni analoghe a quelle fatte nell'ambito della GD.

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici, considerando il fatto che nel 2007 solo un impianto superava la potenza di 1 MW e nel 2008 erano 9 gli impianti di GD non rientranti della PG, e che non si evidenziano particolari differenze tra gli impianti fotovoltaici in GD e gli impianti in PG, si rimanda al paragrafo 2.4 relativo alla GD.

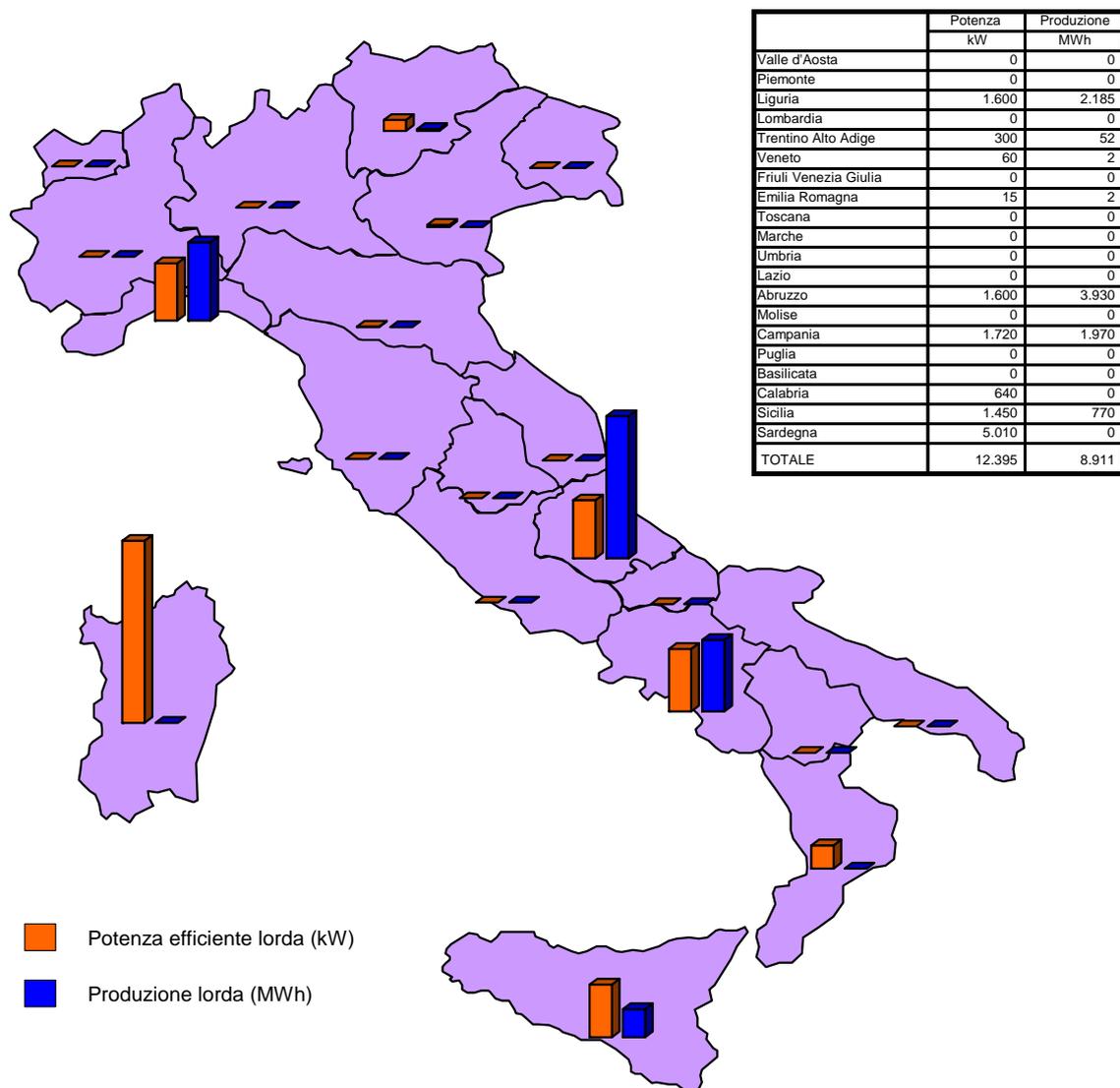


Figura 3.10 A: Dislocazione degli impianti eolici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 12 MW; Produzione lorda totale: 9 GWh) – anno 2007

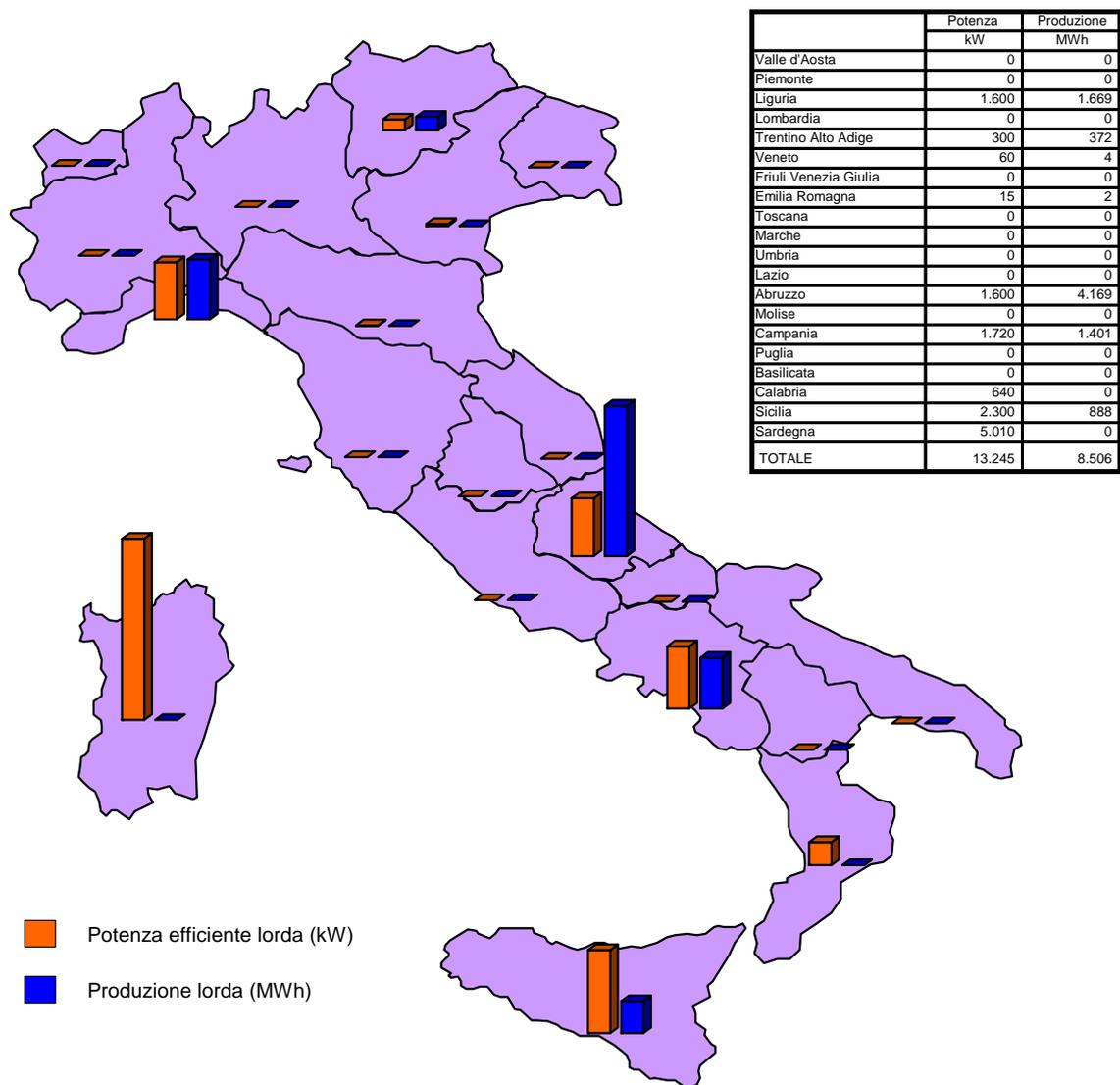


Figura 3.10 B: Dislocazione degli impianti eolici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 13 MW; Produzione lorda totale: 9 GWh) – anno 2008

3.4 Gli impianti termoelettrici nell'ambito della PG

Nel 2007 la produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della PG, è risultata essere pari a 443 GWh con 293 impianti in esercizio per 384 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 158 MW; nel 2008 la produzione termoelettrica è stata pari a 500 GWh con 321 impianti in esercizio per 412 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 176 MW. Da una prima analisi si nota che, a differenza di quanto evidenziato nella GD, aumentando il numero di impianti e la potenza installata nel 2008 la produzione è aumentata conseguentemente rispetto al 2007.

Analizzando la distribuzione degli impianti sul territorio nazionale si nota che, analogamente a quanto evidenziato nella GD, esiste una stretta corrispondenza fra la potenza installata e l'industrializzazione regionale: infatti nelle regioni del nord Italia e del centro-nord è localizzata la maggior parte della potenza installata e nelle medesime regioni si riscontra la maggiore produzione di energia elettrica con impianti termoelettrici (figura 3.11 A e figura 3.11 B).

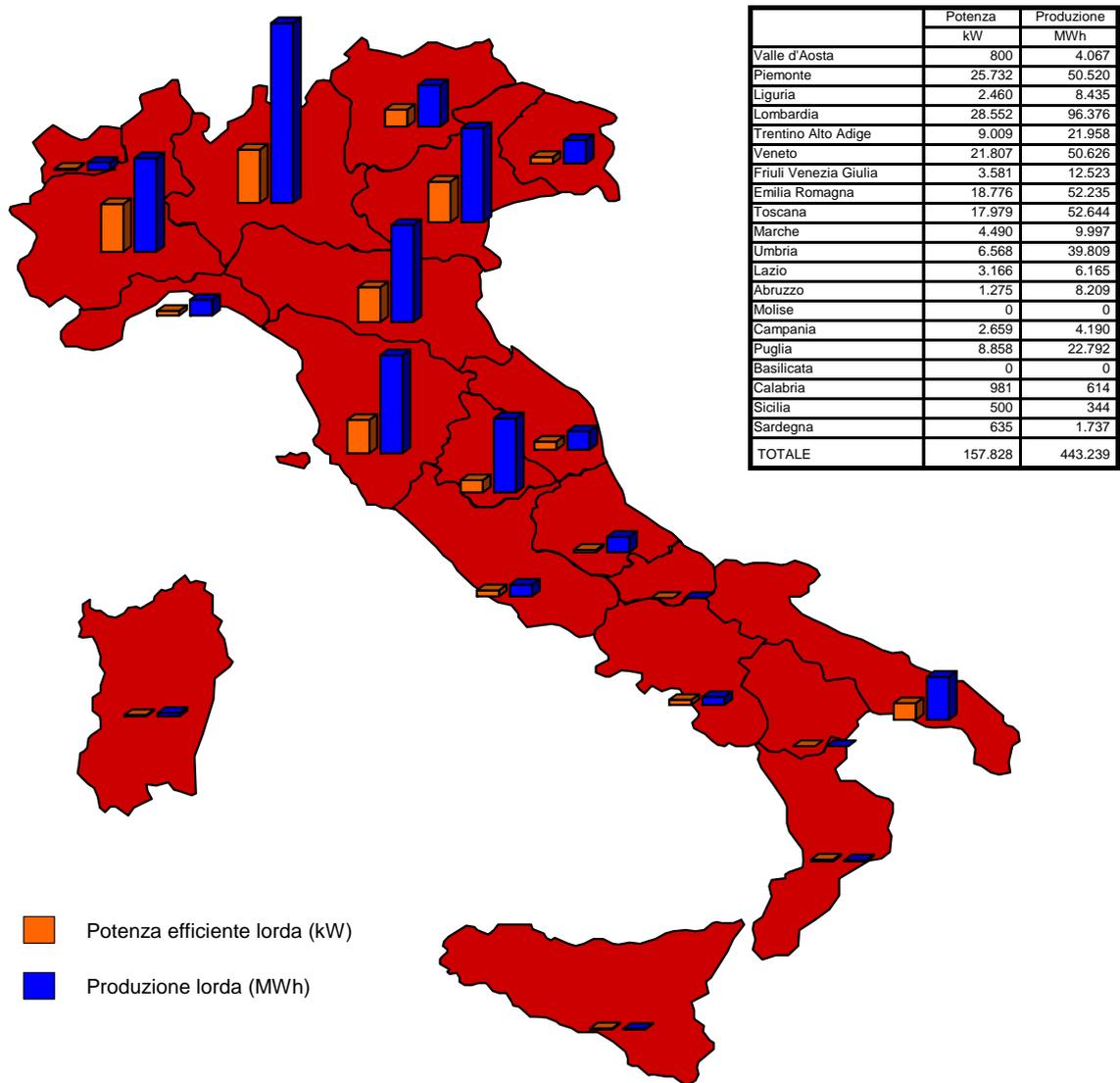


Figura 3.11 A: Dislocazione degli impianti termoelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 158 MW; Produzione lorda totale: 443 GWh) – anno 2007

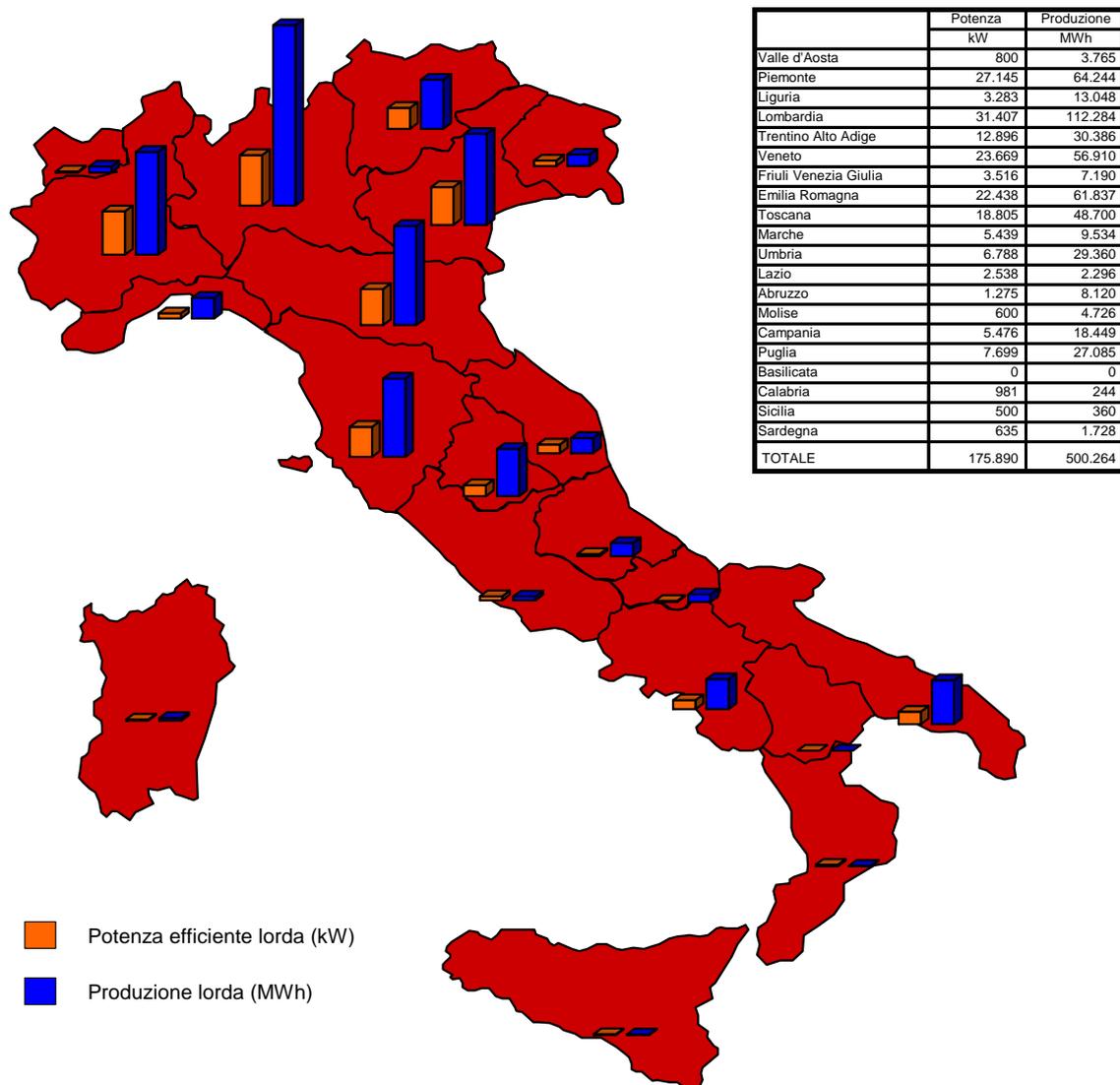


Figura 3.11 B: Dislocazione degli impianti termoelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 176 MW; Produzione lorda totale: 500 GWh) – anno 2008

Considerando le fonti di energia primaria utilizzate per la produzione di energia elettrica (figura 3.12 A) si può osservare che, nel 2007, dei complessivi 443 GWh lordi prodotti dal termoelettrico da PG, circa il 38,6% è prodotto tramite l'uso di gas naturale, circa il 6% utilizzando altri combustibili non rinnovabili, meno dell'1% utilizzando altre fonti di energia ed il restante 55% utilizzando biomasse, biogas e rifiuti; un mix di fonti primarie, quindi, abbastanza diverso da quello che caratterizza la produzione termoelettrica da GD in Italia (figura 2.20 A). Nel 2008 la situazione è rimasta pressoché simile (figura 3.12 B). Infatti, dei complessivi 500 GWh lordi prodotti circa il 35,7% è prodotto utilizzando gas naturale, meno del 5% utilizzando altri combustibili non rinnovabili, lo 0,6% utilizzando altre fonti di energia e il rimanente 59,3% utilizzando biomasse, biogas, bioliquidi e rifiuti; anche per l'anno 2008 il mix di produzione della PG termoelettrica è stato notevolmente diverso da quello utilizzato nella produzione termoelettrica da GD (figura 2.20 B).

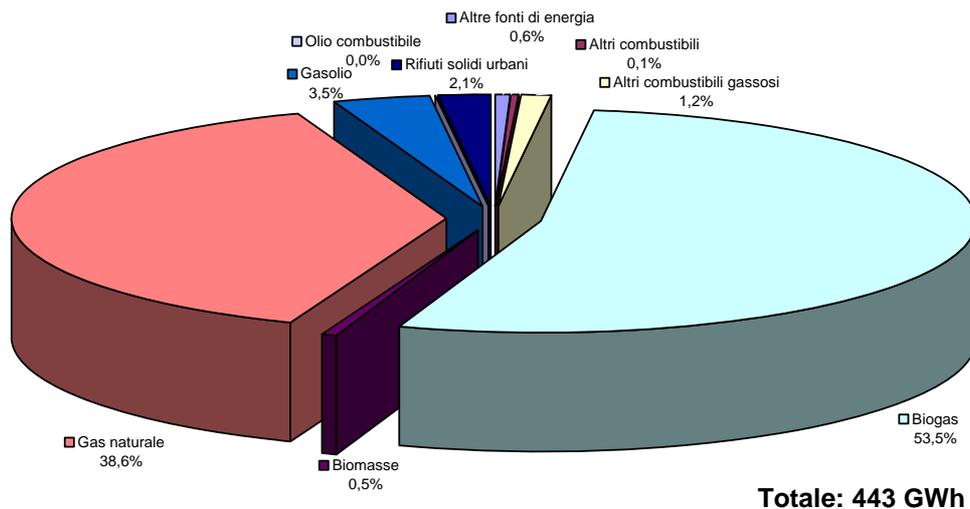


Figura 3.12 A¹⁴: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica – anno 2007

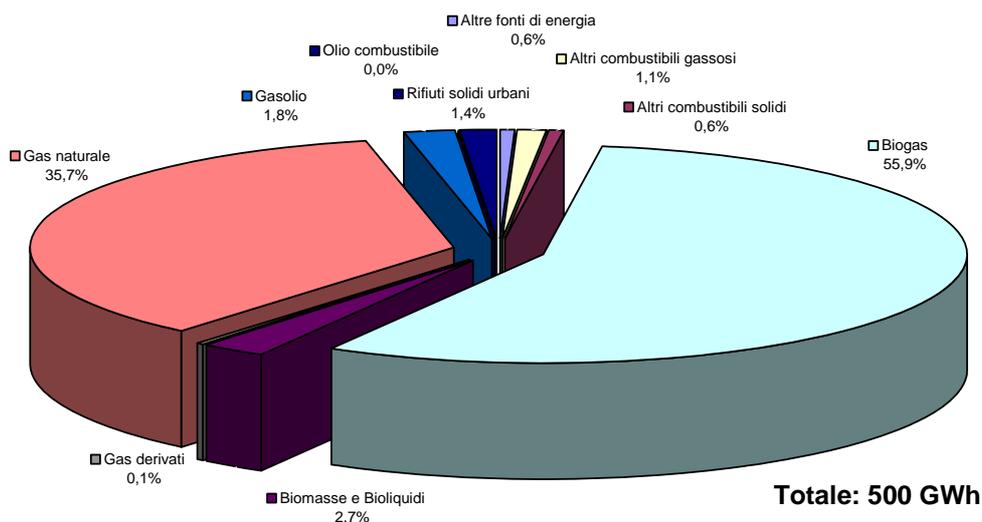


Figura 3.12 B¹⁴: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica - anno 2008

Si osservano differenze sostanziali anche analizzando il mix di fonti primarie utilizzato nell'ambito della PG, sia per l'anno 2007 che per il 2008, nel caso di impianti per la sola produzione di energia elettrica e di impianti per la produzione combinata di energia elettrica e calore. Infatti, mentre nel caso di sola produzione di energia elettrica ([figura 3.13 A](#) e [figura 3.13 B](#)) più del 90% della produzione lorda è ottenuto tramite l'utilizzo di combustibili rinnovabili (quasi esclusivamente

¹⁴ Nelle figure riportate nel presente paragrafo con il termine "altri combustibili" si intendono i combustibili fossili non meglio identificati, i distillati leggeri, il cherosene e la nafta, con il termine "altri combustibili gassosi" si intendono i combustibili fossili gassosi non meglio identificati, il gas di petrolio liquefatto e il gas di raffineria, con il termine "altri combustibili solidi" si intendono i combustibili fossili solidi non meglio identificati e i rifiuti industriali non biodegradabili, e con il termine "gas derivati" si intendono il gas d'altoforno, il gas di cokeria e il gas da estrazione. Per l'anno 2008 con il termine "biomasse e bioliquidi" si intendono, oltre le biomasse, il biodiesel, gli oli vegetali grezzi e i rifiuti liquidi biodegradabili. I singoli apporti di tali combustibili nell'ambito della PG sono esplicitati nelle tabelle in Appendice.

biogas) e la rimanente parte è prodotta tramite altre fonti di energia, gas naturale e prodotti petroliferi, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore (figura 3.14 A e figura 3.14 B) il mix è molto più spostato verso le fonti non rinnovabili, per lo più gas naturale (più del 70%), mentre le fonti rinnovabili incidono per poco più del 20% della produzione elettrica da termoelettrico combinato.

Si possono quindi fare considerazioni analoghe a quelle fatte in riferimento al diverso mix tra sola produzione di energia elettrica e produzione combinata nell'ambito della GD. Inoltre confrontando i dati relativi alla GD e alla PG con riferimento alle fonti utilizzate nella produzione termoelettrica per la sola produzione di energia elettrica e quelli relativi alla produzione combinata di energia elettrica e calore, si nota soprattutto che, nel caso di sola produzione di energia elettrica con impianti di PG, si ha un più consistente utilizzo di combustibili rinnovabili rispetto agli impianti di GD.

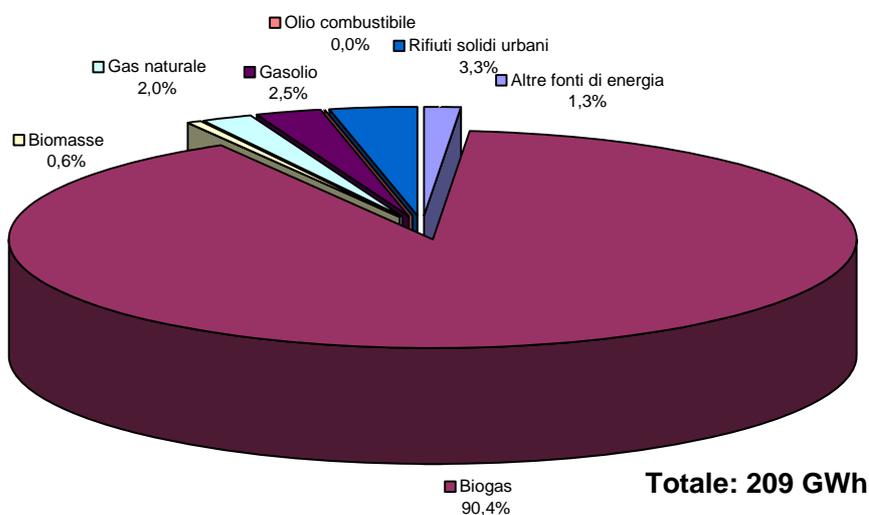


Figura 3.13 A¹⁴: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la sola produzione di energia elettrica – anno 2007*

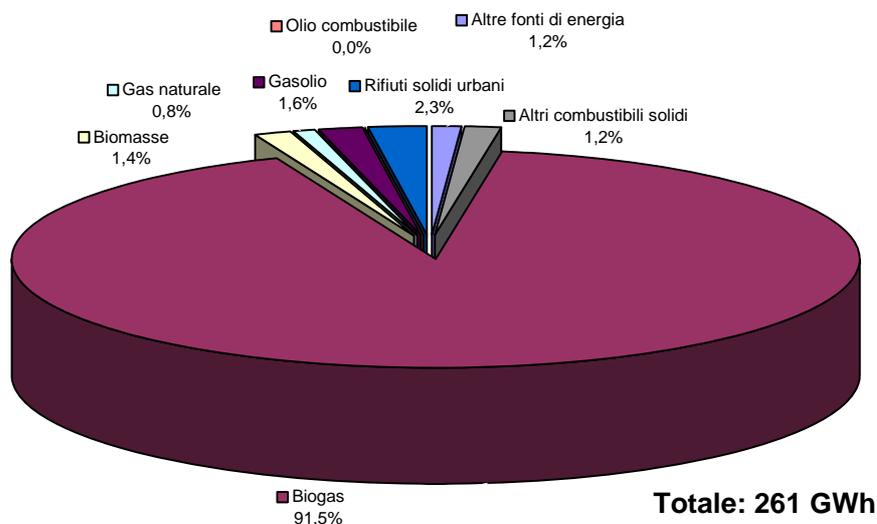


Figura 3.13 B¹⁴: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la sola produzione di energia elettrica – anno 2008*

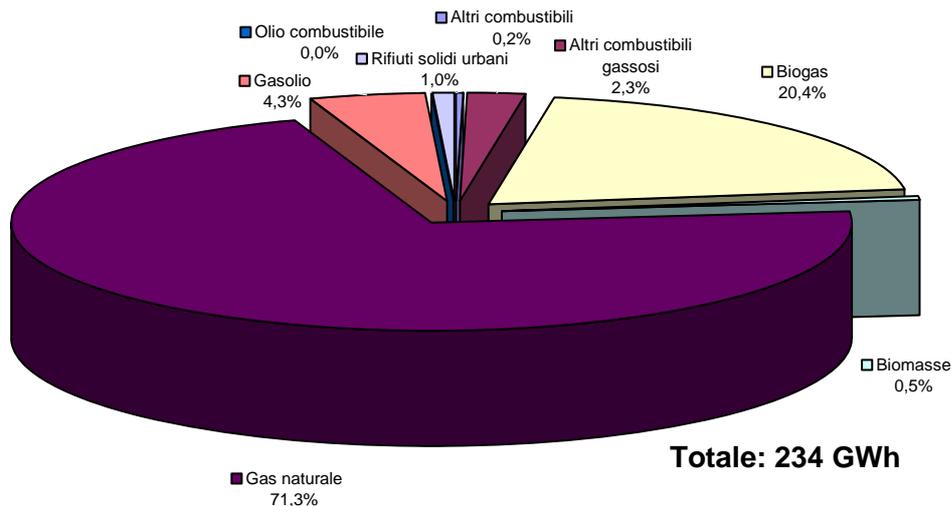


Figura 3.14 A¹⁴: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la produzione combinata di energia elettrica e calore – anno 2007*

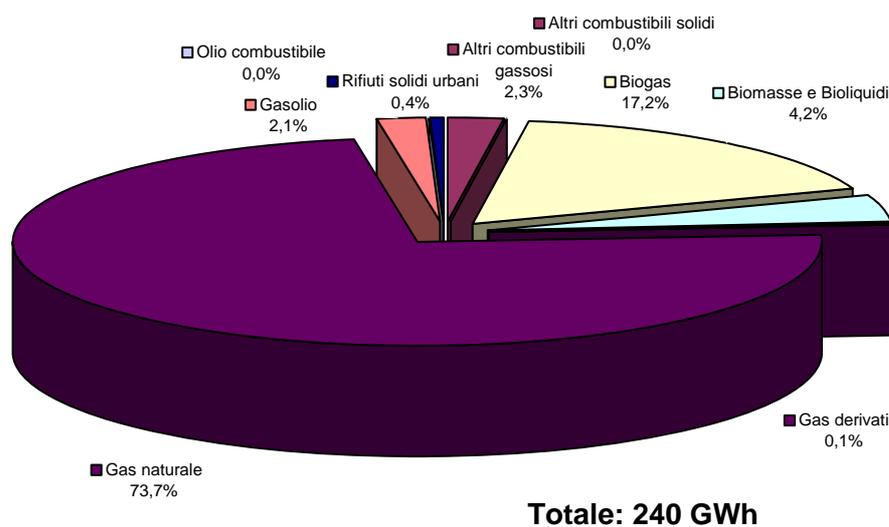


Figura 3.14 B¹⁴: *Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la produzione combinata di energia elettrica e calore – anno 2008*

Altro aspetto molto interessante è il rapporto fra la produzione consumata in loco e quella immessa in rete. Se, infatti, globalmente nel termoelettrico da PG si registra, nel 2007, un consumo in loco dell'energia prodotta pari al 34,5% (il 32,8% nel 2008) dell'intera produzione termoelettrica lorda, emergono differenze andando a considerare le diverse tipologie impiantistiche ([figura 3.15 A](#) e [figura 3.15 B](#)): gli impianti termoelettrici destinati alla sola produzione di energia elettrica consumano in loco una quota minima dell'energia elettrica prodotta (10,3% nel 2007 e 14,1% nel 2008), mentre gli impianti termoelettrici destinati alla produzione combinata di energia elettrica e termica consumano in loco una percentuale considerevole dell'energia elettrica prodotta (56,1% nel 2007 e 53% nel 2008).

Facendo un confronto sul complessivo parco termoelettrico, si nota che nel caso della PG la percentuale di energia elettrica consumata in loco diminuisce rispetto a quella registrata nell'ambito della GD. Al tempo stesso, nel caso della PG la percentuale di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili è maggiore rispetto alla GD.

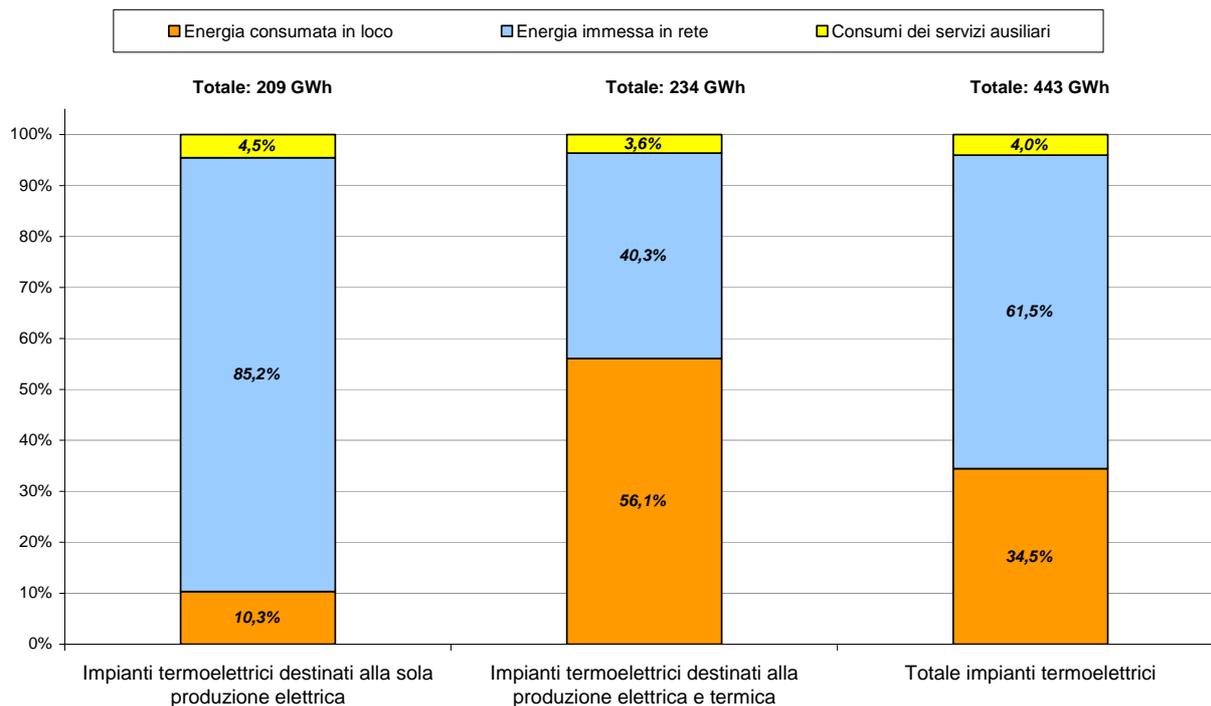


Figura 3.15 A: Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della PG – anno 2007

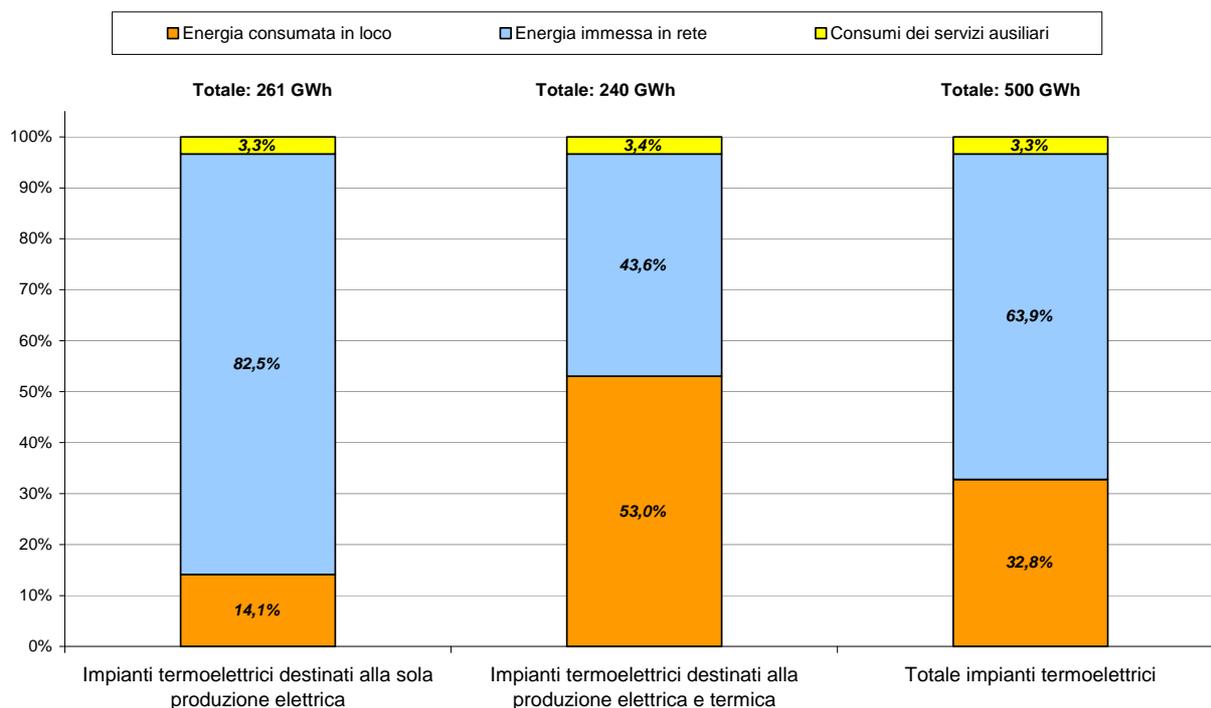


Figura 3.15 B: Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della PG – anno 2008

Concentrandosi sull'analisi della tipologia di motori primi utilizzati risulta evidente che quasi la totalità degli impianti termoelettrici di potenza fino a 1 MW utilizzano motori a combustione interna, soprattutto nel caso di impianti di produzione per la sola energia elettrica; nel caso di impianti in assetto cogenerativo continuano a prevalere i motori a combustione interna ma è presente una ridotta percentuale di turbine a vapore in contropressione e di turbine a gas con

produzione di calore. Le figure seguenti ([figura 3.16 A](#), [figura 3.16 B](#), [figura 3.17 A](#) e [figura 3.17 B](#)) riassumono, in percentuali, la ripartizione del numero di sezioni, della potenza efficiente lorda e della produzione lorda per le varie tipologie impiantistiche, suddividendo gli impianti termoelettrici in impianti che producono solo energia elettrica e impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore; si può notare che esiste una considerevole differenza tra la diffusione delle tipologie impiantistiche nell'ambito della PG termoelettrica e quella riscontrabile nell'ambito più generale della GD ([figura 2.30 A](#), [figura 2.30 B](#), [figura 2.31 A](#) e [figura 2.31 B](#)).

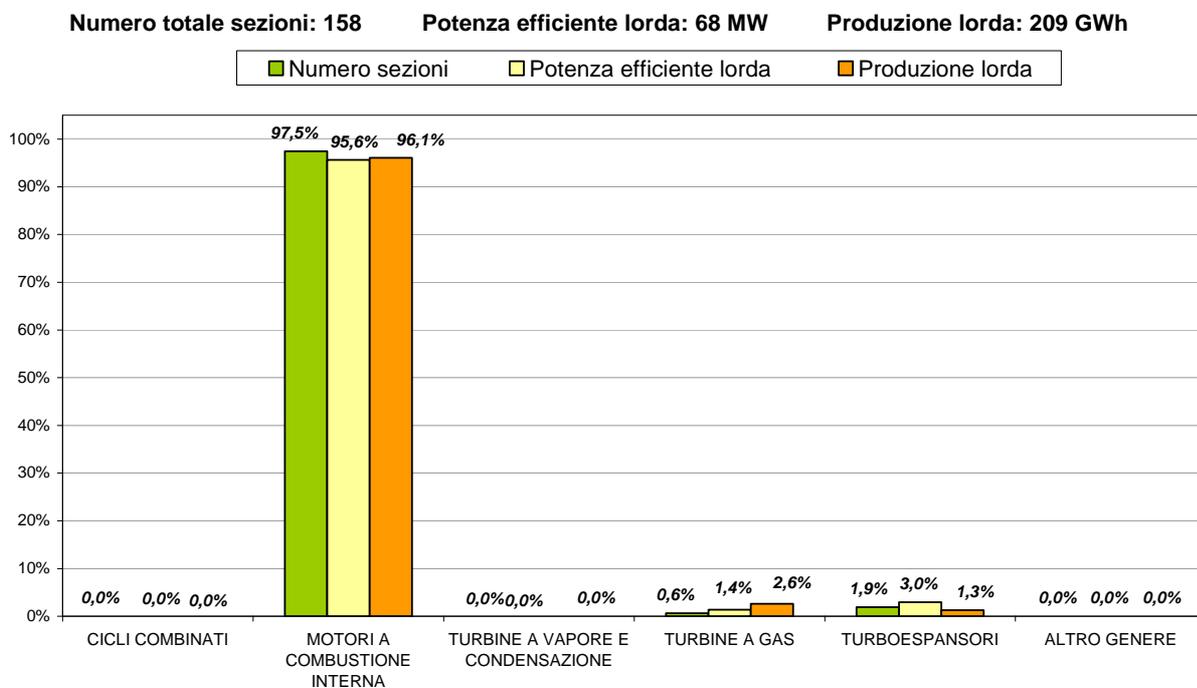


Figura 3.16 A: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della PG – anno 2007

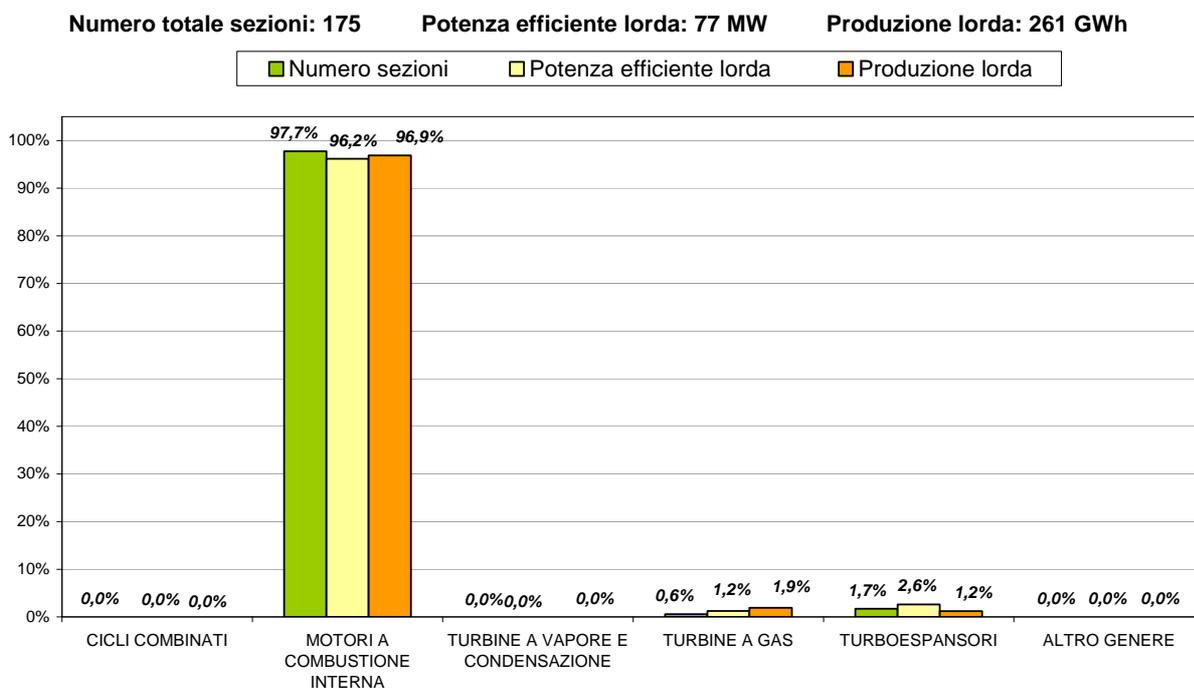


Figura 3.16 B: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della PG – anno 2008

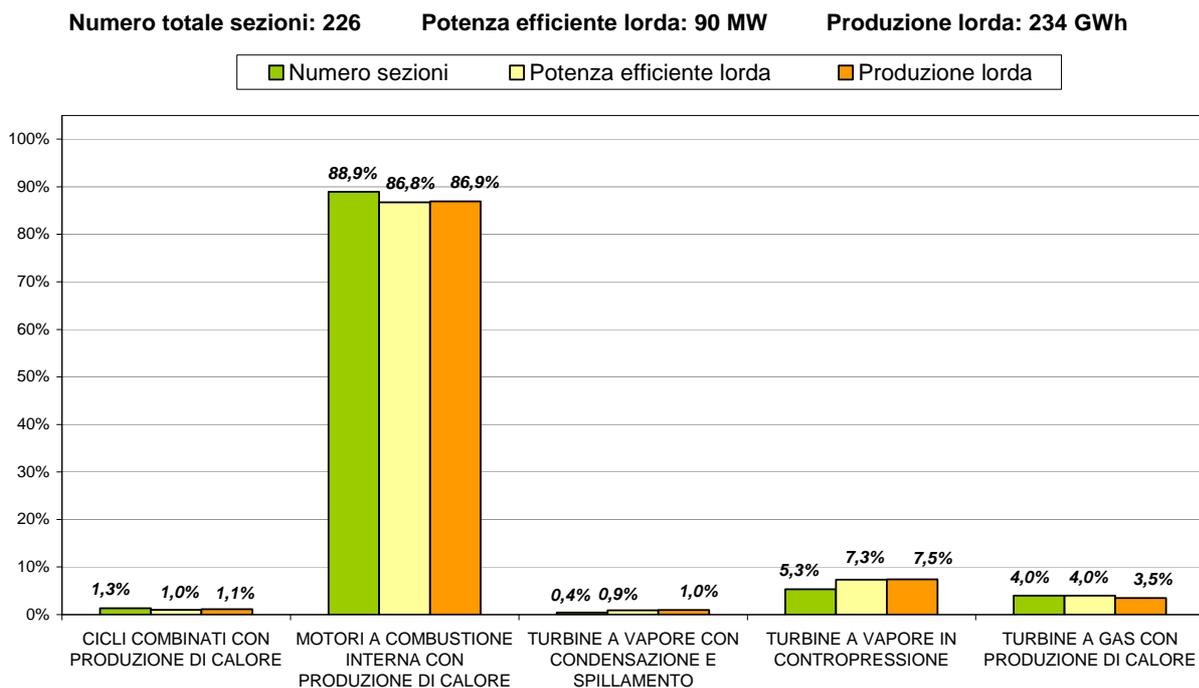


Figura 3.17 A: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della PG – anno 2007

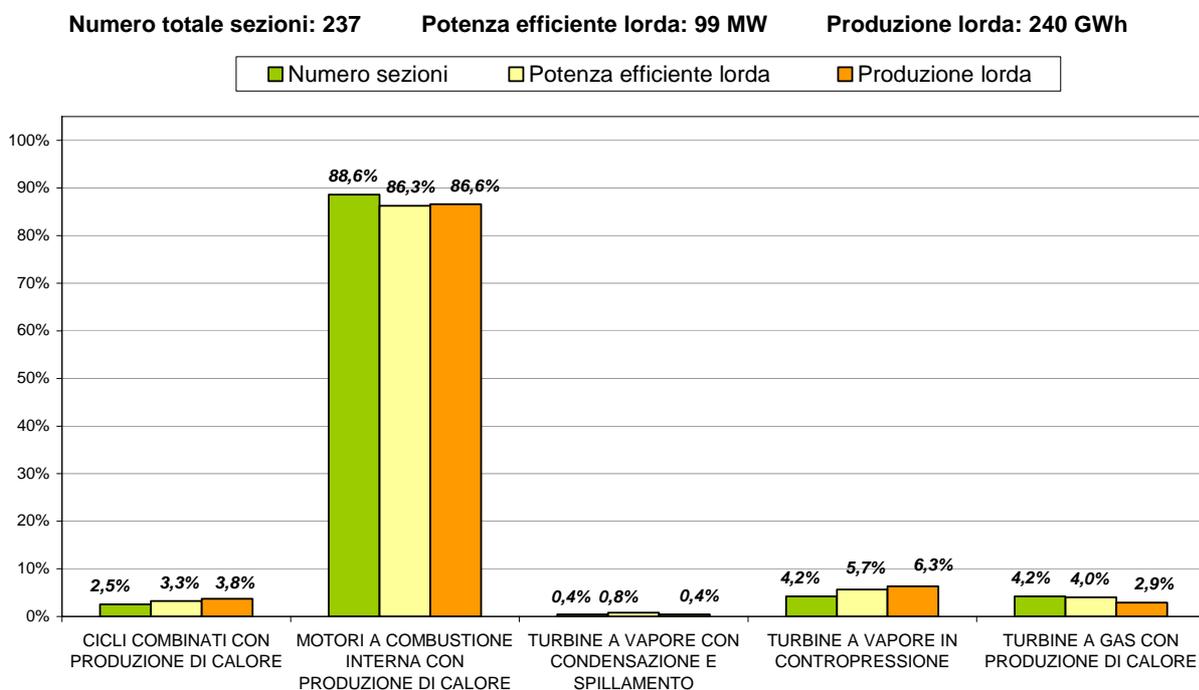


Figura 3.17 B: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della PG – anno 2008

CAPITOLO 4

CONFRONTO DEGLI ANNI 2007 E 2008 CON L'ANNO 2006

4.1 Confronto a livello nazionale della diffusione della generazione distribuita

Confrontando gli anni 2007 e 2008 con l'anno 2006, si nota un *trend* di crescita con riferimento sia al numero di impianti che alla potenza installata e alla produzione lorda. Nello specifico, nel 2006 erano installati 2.631 impianti per una potenza di 4.036 MW e produzione di 13.494 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 10.371 (+294% rispetto al 2006) per una potenza di 6.072 MW (+50,4% rispetto al 2006) e produzione di 19.326 GWh (+43,2% rispetto al 2006); nel 2008 erano installati 34.848 impianti (+236% rispetto al 2007) per una potenza pari a 6.627 MW (+9,1% rispetto al 2007) e produzione di 21.606 GWh (+11,8% rispetto al 2007).

Analizzando nello specifico lo sviluppo della GD relativamente a ogni singolo anno rispetto al precedente, si nota che nel 2007 l'incremento del numero di impianti rispetto al 2006 è associato in maniera sostanziale allo sviluppo degli impianti fotovoltaici e a seguire, ma con ordini di grandezza molto inferiori, degli impianti termoelettrici e idroelettrici; l'incremento della potenza installata è invece dovuto principalmente agli impianti termoelettrici e idroelettrici e conseguentemente, visti i fattori di utilizzo per tali tipologie impiantistiche, il notevole incremento della produzione di energia elettrica è da imputare principalmente ai medesimi impianti.

Analizzando l'anno 2008 rispetto al 2007, si nota che anche in questo caso l'incremento del numero di impianti è dovuto in modo quasi esclusivo agli impianti fotovoltaici; a differenza di ciò che si è registrato nel 2007 rispetto al 2006, anche l'aumento della potenza installata è dovuto a tale tipologia impiantistica, mentre l'incremento dell'energia elettrica prodotta è dovuto principalmente agli impianti idroelettrici e, per la quasi totalità della rimanente quota, agli impianti fotovoltaici.

Nella [figura 4.1](#) viene riportato l'andamento, con riferimento agli anni 2006, 2007 e 2008, del numero totale di impianti installati in GD e delle relative potenze e produzioni lorde. Nel seguito viene anche analizzato lo sviluppo della GD per ogni tipologia impiantistica.

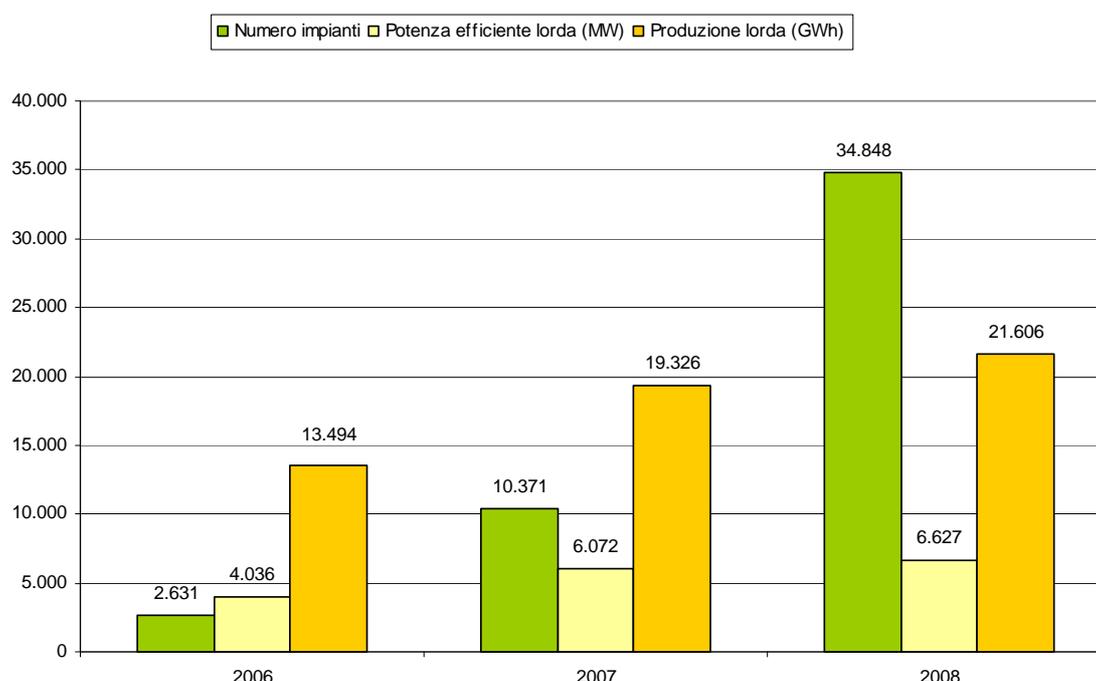


Figura 4.1: Numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti idroelettrici nel 2006 erano 1.754 per una potenza efficiente lorda di 2.051 MW e produzione lorda di 6.661 GWh; nel 2007 il numero di impianti è aumentato attestandosi sulle 1.844 unità (+90 impianti rispetto al 2006) per una potenza installata di 2.531 MW (+480 MW rispetto al 2006) e una produzione di 7.105 GWh (+444 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 gli impianti idroelettrici installati erano 1.898 (+54 impianti rispetto al 2007) con una corrispondente potenza installata pari a 2.617 MW (+86 MW rispetto al 2007) e una produzione di energia elettrica pari a 9.162 GWh (+2.057 GWh rispetto al 2007). Nella figura 4.2 viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti idroelettrici di GD.

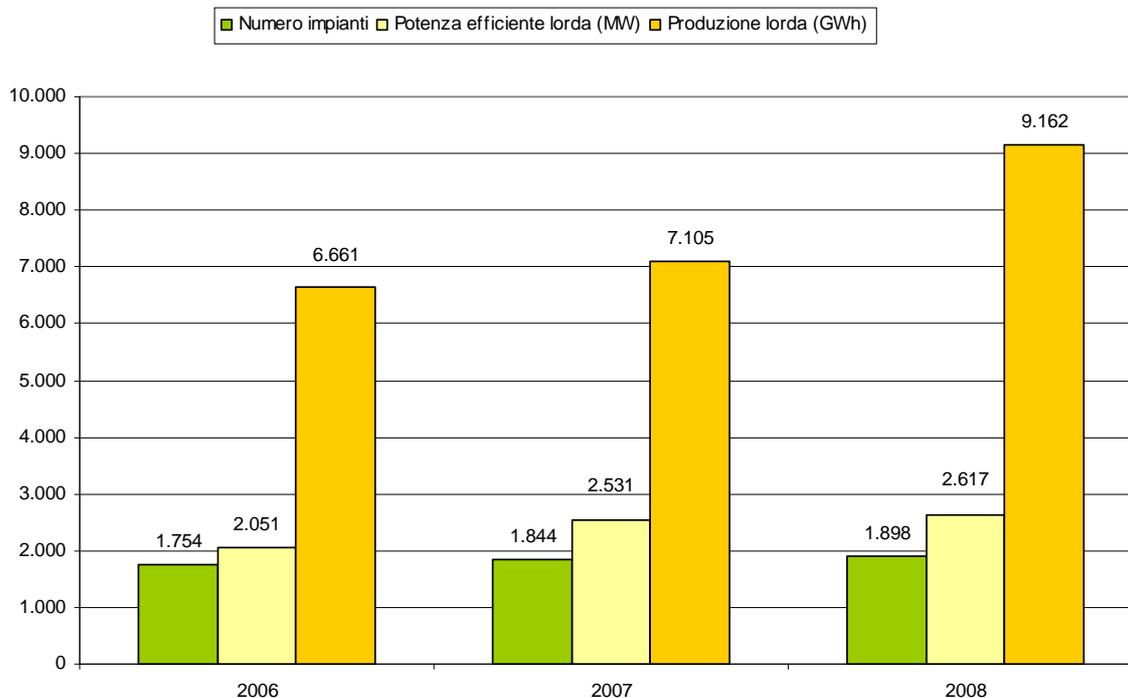


Figura 4.2: Impianti idroelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti termoelettrici nel 2006 erano 769 unità per una potenza efficiente lorda di 1.675 MW e produzione lorda di 6.371 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 872 (+103 impianti rispetto al 2006) per una potenza di 3.032 MW (+1.357 MW rispetto al 2006) e produzione di 11.299 GWh (+4.928 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 erano installati 919 impianti (+47 impianti rispetto al 2007) per una potenza pari a 3.108 MW (+76 MW rispetto al 2007) e produzione di 11.334 GWh (+35 GWh rispetto al 2007). L'andamento dello sviluppo degli impianti termoelettrici e della relativa produzione è rappresentato nella figura 4.3.

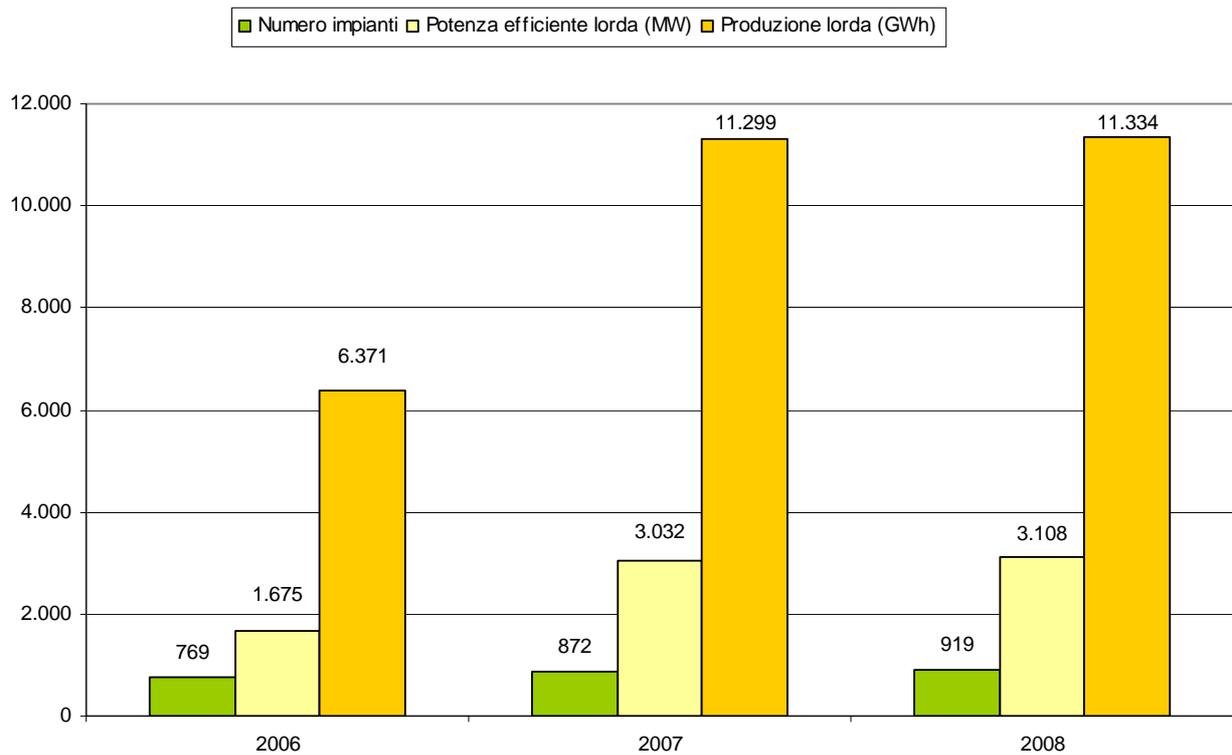


Figura 4.3: Impianti termoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

Nel 2006 non erano presenti impianti geotermoelettrici, mentre nel 2007 e nel 2008 erano presenti 4 impianti per una potenza efficiente lorda di 30 MW e una produzione lorda pari a 212 GWh nel 2007 e 221 GWh nel 2008 (+9 GWh rispetto al 2007); nella figura 4.4 si rappresenta lo sviluppo degli impianti geotermoelettrici di GD.

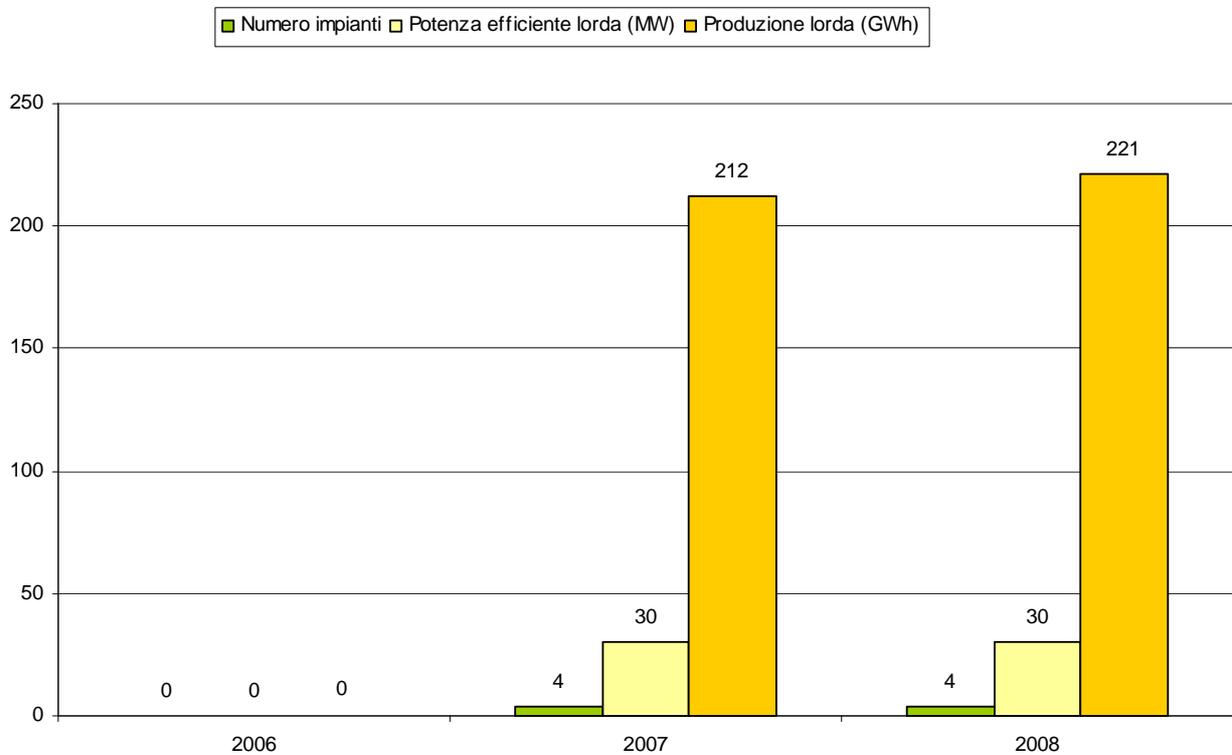


Figura 4.4: Impianti geotermoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti eolici nel 2006 erano 94 per una potenza efficiente lorda di 303 MW e produzione lorda di 459 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 107 (+13 impianti rispetto al 2006) per una potenza di 392 MW (+89 MW rispetto al 2006) e produzione di 671 GWh (+212 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 erano installati 116 impianti (+9 impianti rispetto al 2007) per una potenza pari a 441 MW (+49 MW rispetto al 2007) e produzione di 697 GWh (+26 GWh rispetto al 2007). L'andamento dello sviluppo degli impianti eolici e della relativa produzione è rappresentato nella figura 4.5.

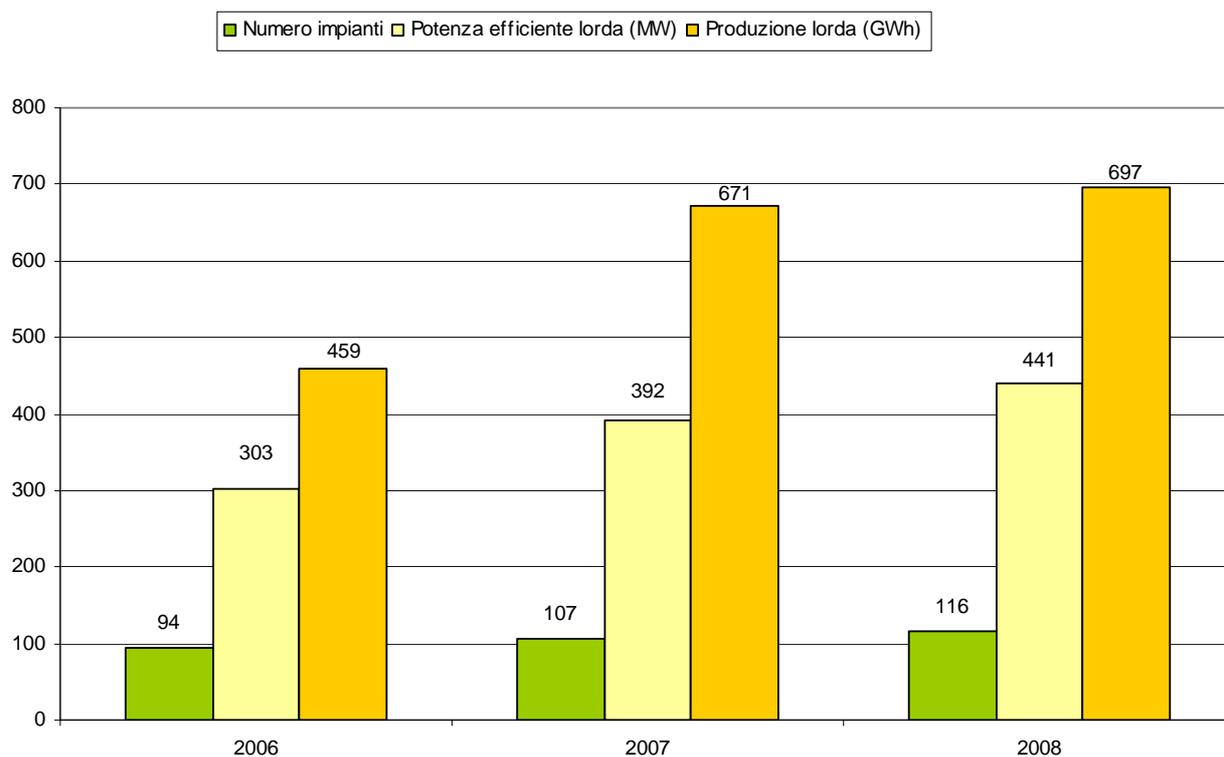


Figura 4.5: Impianti eolici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

Nel 2006 erano presenti 14 impianti fotovoltaici (con riferimento esclusivamente ai dati forniti da Terna) per una potenza corrispondente pari a 7 MW e una produzione lorda di energia elettrica di 2 GWh; nel 2007 il numero di impianti è cresciuto attestandosi sulle 7.544 unità (+7.530 impianti rispetto al 2006) per una potenza installata pari a 87 MW (+80 MW rispetto al 2006) e una produzione corrispondente di 39 GWh (+37 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 gli impianti fotovoltaici erano 31.911 (+24.367 impianti rispetto al 2007) per una potenza di 431 MW (+344 MW rispetto al 2007) e una produzione di 193 GWh (+154 GWh rispetto al 2007). Nella [figura 4.6](#) viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti fotovoltaici di GD.

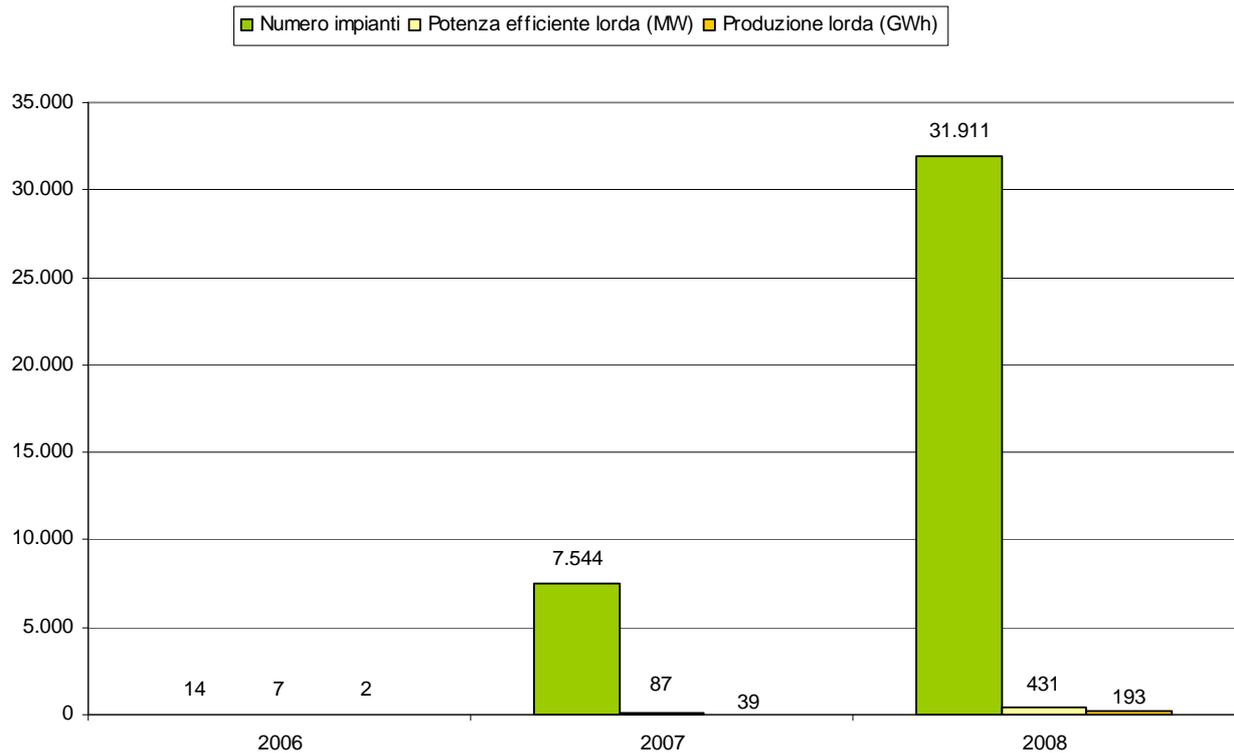


Figura 4.6: Impianti fotovoltaici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD per gli anni 2006, 2007 e 2008

4.2 Confronto a livello nazionale della diffusione della piccola generazione

Confrontando gli anni 2007 e 2008 con l'anno 2006, si nota un *trend* di crescita con riferimento sia al numero di impianti che alla potenza installata, mentre con riferimento alla produzione lorda si è riscontrata una diminuzione nell'anno 2007 rispetto al 2006 mentre nell'anno 2008 la produzione ha ripreso a crescere in modo sostanziale. Nello specifico, nel 2006 erano installati 1.508 impianti per una potenza efficiente lorda di 604 MW e produzione lorda di 1.972 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 9.058 (+500% rispetto al 2006) per una potenza di 693 MW (+14,7% rispetto al 2006) e produzione di 1.906 GWh (-3,3% rispetto al 2006), mentre nel 2008 erano installati 33.475 impianti (+270% rispetto al 2007) per una potenza pari a 1.053 MW (+51,9% rispetto al 2007) e produzione di 2.453 GWh (+28,7% rispetto al 2007).

Analizzando nello specifico lo sviluppo della PG relativamente a ogni singolo anno rispetto al precedente, si nota che nel 2007 l'incremento del numero di impianti rispetto al 2006 è associato, come verificatosi anche nell'ambito della GD, in maniera sostanziale allo sviluppo degli impianti fotovoltaici e, con ordini di grandezza molto inferiori, agli impianti idroelettrici. Anche l'incremento della potenza installata è dovuto principalmente agli impianti fotovoltaici e in modo meno rilevante agli impianti idroelettrici. Con riferimento alla variazione dell'energia elettrica prodotta si nota un aumento della produzione da impianti eolici e fotovoltaici ma tale incremento non è riuscito a bilanciare la riduzione della produzione degli impianti idroelettrici da PG: infatti, nel complesso, il 2007 ha fatto rilevare un'inflexione del dato di produzione rispetto al 2006. Analizzando l'anno 2008 rispetto al 2007 si nota che, anche in questo caso, l'incremento del numero di impianti è dovuto in modo quasi esclusivo agli impianti fotovoltaici e a seguire, ma con ordini di grandezza inferiori, agli impianti idroelettrici e termoelettrici. Con riferimento all'aumento della potenza efficiente lorda, come riscontrato anche nell'ambito della GD, l'apporto maggiore è dovuto agli impianti fotovoltaici e in modo nettamente inferiore agli impianti termoelettrici e idroelettrici, mentre l'incremento dell'energia elettrica prodotta è dovuto, nell'ordine, agli impianti idroelettrici, fotovoltaici e termoelettrici.

Nella figura 4.7 seguente viene riportato l'andamento, con riferimento agli anni 2006, 2007 e 2008, del totale numero di impianti installati in PG e delle relative potenze efficienti lorde e produzioni lorde di energia elettrica. Nel seguito viene analizzato lo sviluppo della PG per ogni tipologia impiantistica.

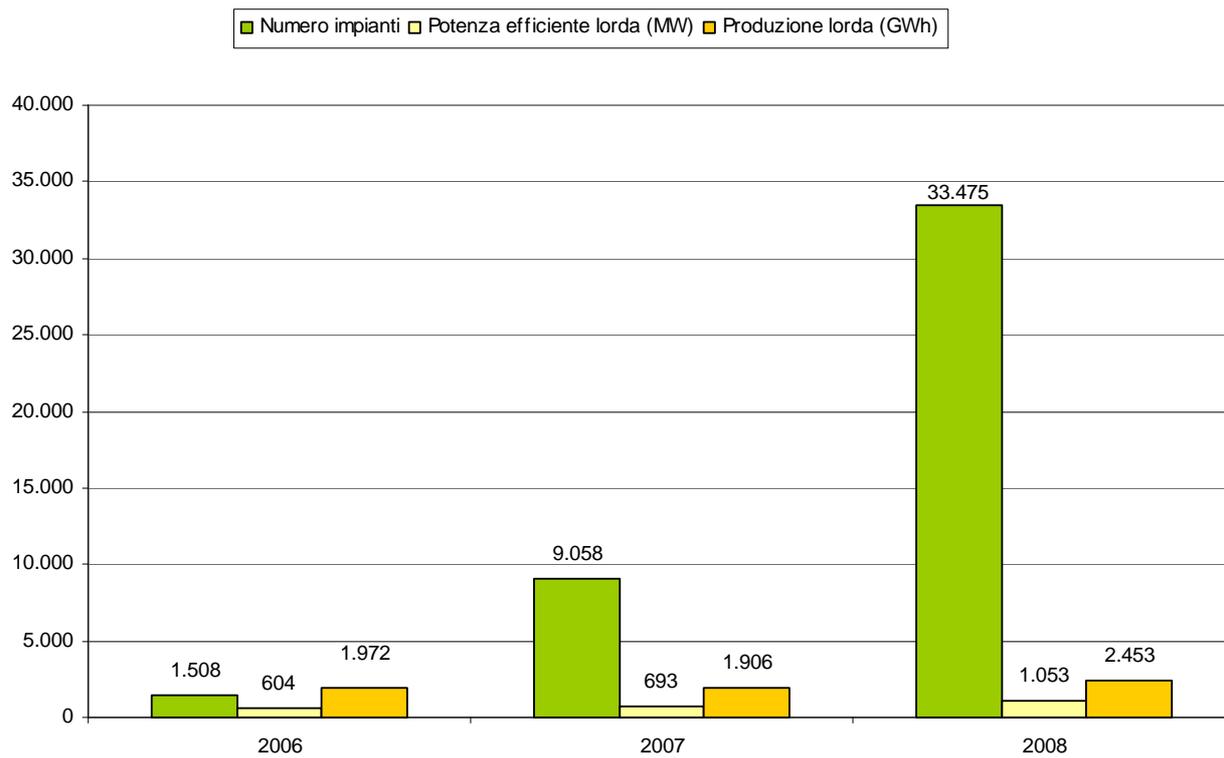


Figura 4.7: Numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda di PG per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti idroelettrici nel 2006 erano 1.177 per una potenza efficiente lorda di 429 MW e una produzione lorda di 1.532 GWh; nel 2007 il numero di impianti è incrementato fino a 1.201 (+24 impianti rispetto al 2006) per una potenza efficiente lorda di 439 MW (+10 MW rispetto al 2006) e una produzione di 1.416 GWh (-116 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 gli impianti idroelettrici installati erano 1.230 (+29 impianti rispetto al 2007) con una corrispondente potenza pari a 453 MW (+14 MW rispetto al 2007) e una produzione pari a 1.770 GWh (+354 GWh rispetto al 2007). Nella figura 4.8 viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti idroelettrici e della relativa produzione di PG.

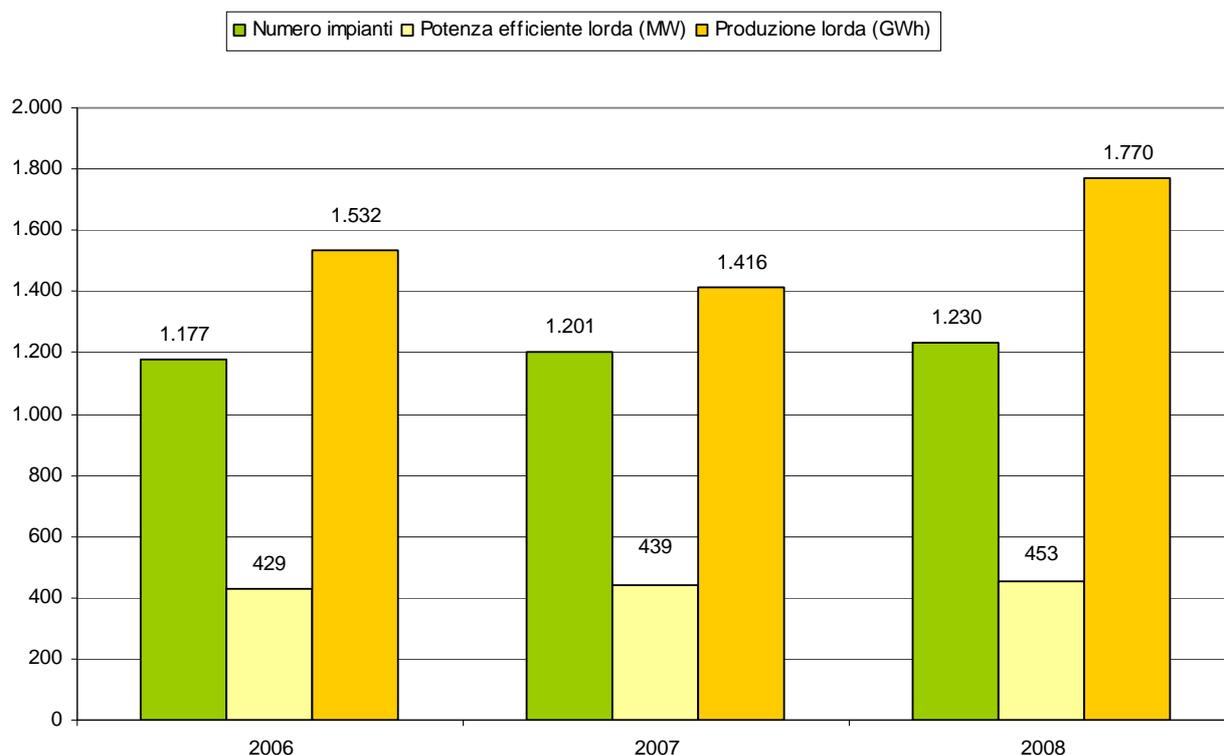


Figura 4.8: Impianti idroelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti termoelettrici nel 2006 erano 296 per una potenza efficiente lorda di 159 MW e produzione lorda di 434 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 293 (-3 impianti rispetto al 2006) per una potenza di 158 MW (-1 MW rispetto al 2006) e produzione di 443 GWh (+9 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 erano installati 321 impianti (+28 impianti rispetto al 2007) per una potenza pari a 176 MW (+18 MW rispetto al 2007) e produzione di 11.334 GWh (+57 GWh rispetto al 2007). L'andamento dello sviluppo degli impianti termoelettrici è rappresentato nella figura 4.9.

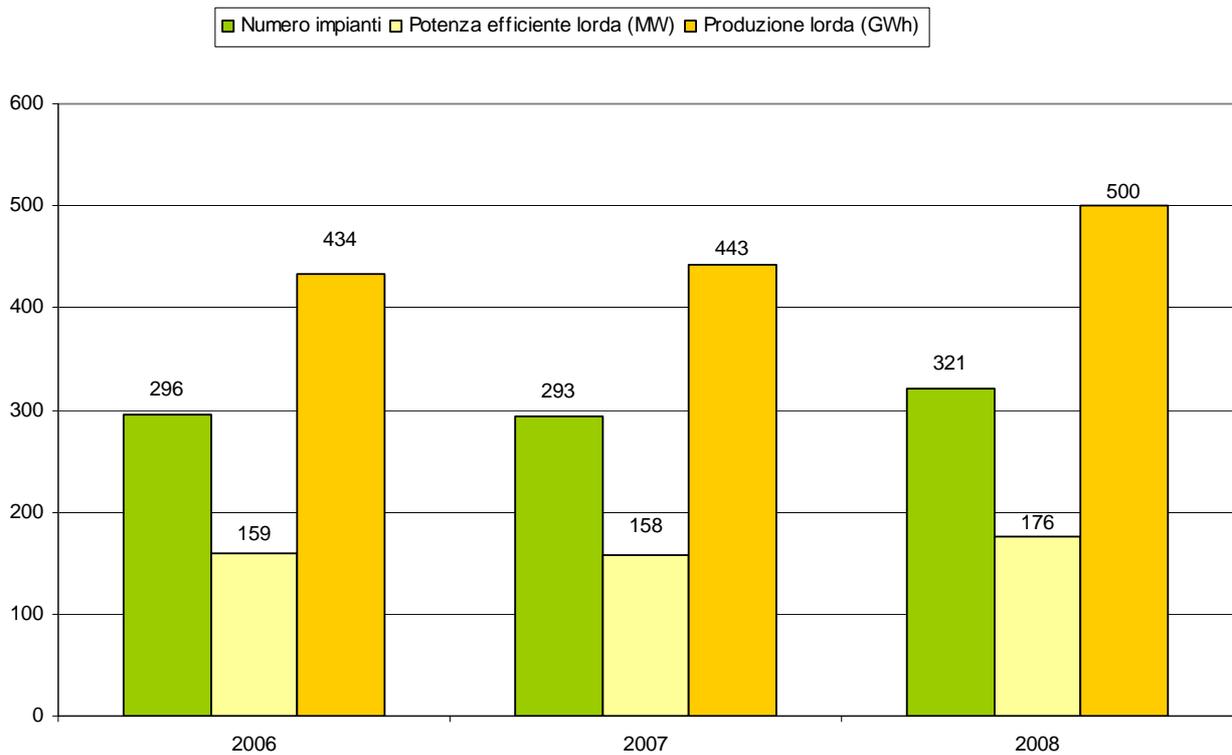


Figura 4.9: Impianti termoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG per gli anni 2006, 2007 e 2008

Nel 2006, 2007 e 2008 non erano presenti impianti geotermoelettrici di potenza fino a 1 MW.

Nel 2006 erano presenti 22 impianti eolici per una potenza efficiente lorda pari a 12 MW e una produzione lorda di 4 GWh; nel 2007 il numero di impianti era pari a 21 (-1 impianto rispetto al 2006) per una potenza pari a 12 MW (uguale alla potenza installata nel 2006) e una produzione di 9 GWh (+5 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 gli impianti erano 22 (+1 impianto rispetto al 2007) per una potenza di 13 MW (+1 MW rispetto al 2007) e una produzione di 8,5 GWh (-0,5 GWh rispetto al 2007). Nella figura 4.10 viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti eolici di PG.

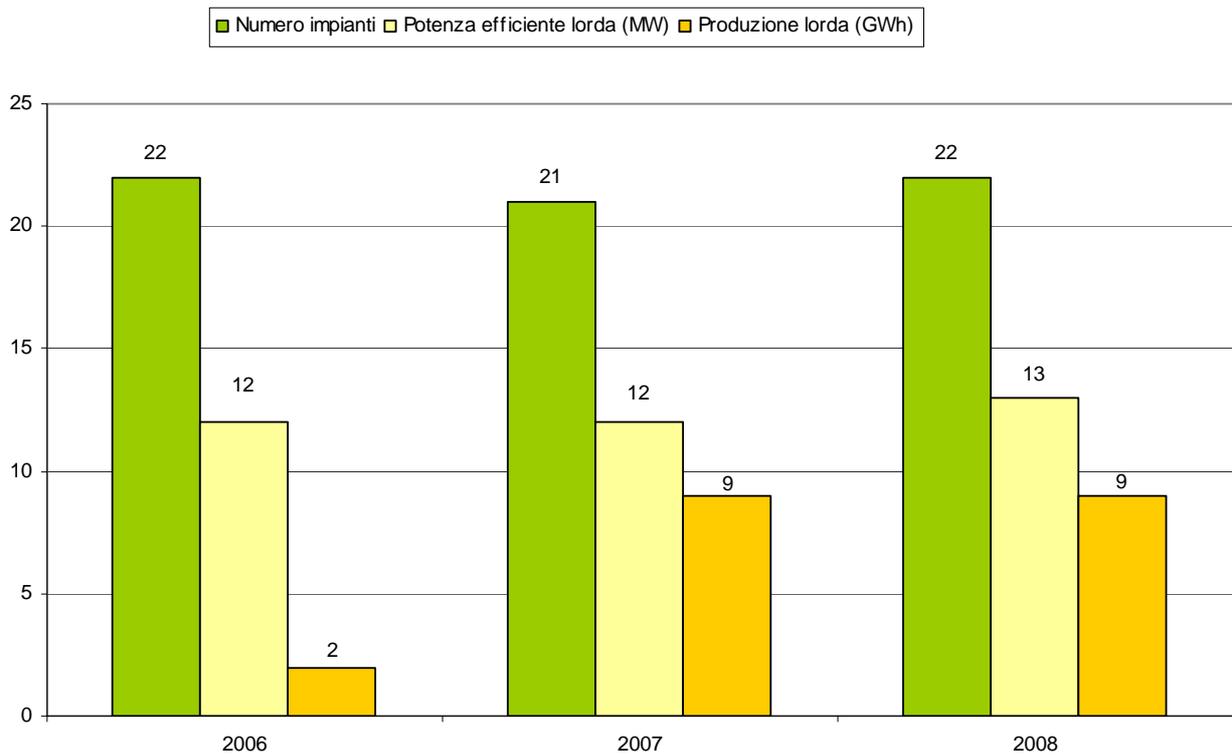


Figura 4.10: Impianti eolici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG per gli anni 2006, 2007 e 2008

Gli impianti fotovoltaici nel 2006 erano 13 per una potenza di 4 MW e produzione lorda di 2 GWh; nel 2007 il numero di impianti installati era pari a 7.543 (+7.530 impianti rispetto al 2006) per una potenza di 83 MW (+79 MW rispetto al 2006) e produzione di 39 GWh (+37 GWh rispetto al 2006), mentre nel 2008 erano installati 31.902 impianti (+24.369 impianti rispetto al 2007) per una potenza pari a 410 MW (+327 MW rispetto al 2007) e produzione di 174 GWh (+135 GWh rispetto al 2007). L'andamento dello sviluppo degli impianti fotovoltaici e della relativa produzione lorda è rappresentato nella figura 4.11.

Si nota che, come già evidenziato precedentemente nel presente Monitoraggio, nel caso degli impianti fotovoltaici non esiste una differenza tra i dati relativi al più generale ambito della GD e i dati della PG: tale aspetto si evidenzia anche confrontando i dati relativi allo sviluppo negli anni 2006, 2007 e 2008 qui commentati con quelli relativi agli impianti di GD fotovoltaici (figura 4.16).

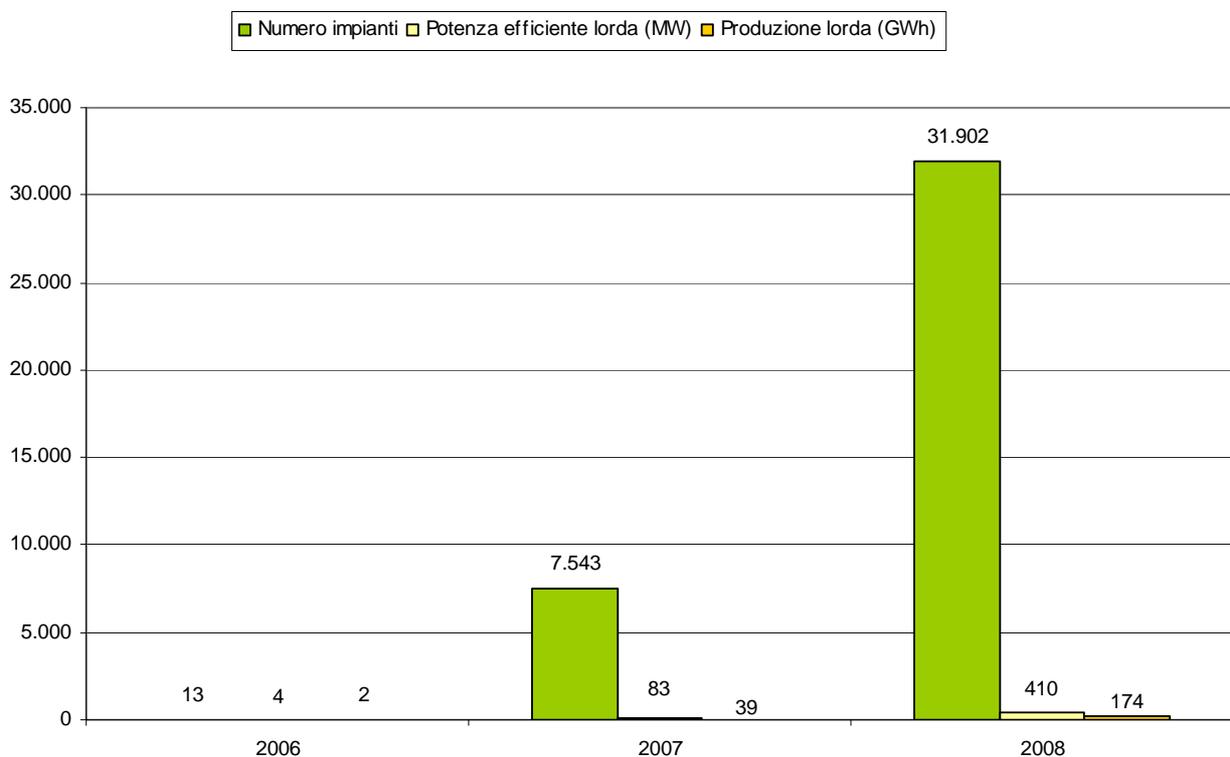


Figura 4.11: Impianti fotovoltaici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG per gli anni 2006, 2007 e 2008

CAPITOLO 5

APPROFONDIMENTI SU ALCUNI ASPETTI DI INTERESSE PER LA GENERAZIONE DISTRIBUITA

5.1 L'impatto della generazione distribuita sulle reti di distribuzione

Come già evidenziato nell'Allegato A alla deliberazione n. 160/06 (capitolo 6), a cui si rimanda, non può essere trascurata l'analisi dell'impatto della GD e della MG sulla struttura e sulla gestione delle reti di distribuzione dell'energia elettrica e, più in generale, l'analisi dell'interazione con il sistema elettrico.

L'Autorità ha ritenuto opportuno proseguire le analisi iniziate con la deliberazione n. 160/06, contestualizzandole nel procedimento avviato con la deliberazione n. 40/07, anche mediante l'effettuazione di studi (eventualmente includenti studi su casi pratici) che consentano di approfondire gli effetti dell'incremento della diffusione della GD e della MG.

Su tale problematica, l'Autorità ha già promosso uno studio effettuato dal Politecnico di Milano, in collaborazione con CESI Ricerca, circa la quantificazione del limite massimo di generazione diffusa installabile, date le attuali configurazioni e caratteristiche mediamente rilevabili sulle reti di distribuzione di energia elettrica (il rapporto di studio completo è riportato in allegato alla deliberazione ARG/elt 25/09 a cui si rimanda), con particolare riferimento alle reti MT.

Successivamente l'Autorità, al fine di proseguire le analisi già avviate, ha promosso un secondo studio sulle medesime tematiche con particolare riferimento alla rete BT. In particolare, l'obiettivo dello studio è quello di quantificare il limite massimo di generazione diffusa (GD) installabile sulle reti di distribuzione secondaria (reti BT), date le attuali configurazioni e caratteristiche mediamente rilevabili sulle reti BT del contesto nazionale. Tale studio al momento è in corso: non sono ancora disponibili i risultati finali. Pertanto, di seguito vengono riportati, a cura del Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano, gli elementi ad oggi disponibili finalizzati a inquadrare lo studio in corso, le ipotesi adottate e gli strumenti utilizzati.

5.2 Attività preliminari allo studio dell'impatto della GD sulle reti BT ¹⁵

Data la numerosità delle reti oggetto di studio¹⁶ sono state necessarie alcune attività preliminari, di seguito riassunte.

Una prima attività preliminare è stata dedicata alla *messa a punto di un campione* significativo di reti su cui effettuare le indagini. Serve infatti un campione individuato opportunamente in modo da essere rappresentativo della realtà nazionale. Le reti BT risultano molto numerose e mostrano caratteristiche eterogenee: è necessario definire una accurata procedura di estrazione che mantenga una accettabile corrispondenza tra le reti scelte e il sistema di distribuzione BT a livello nazionale. Il campione messo a punto è stato ottenuto come sottoinsieme del campione di reti MT già impiegato per lo studio precedente (Allegato n. 2 alla deliberazione ARG/elt 25/09): in altre parole si sono scelte solo CS sottese a una delle circa 400 reti i cui dati topologici ed elettrici erano già stati acquisiti.

Una seconda attività preliminare è stata dedicata allo *studio e all'affinamento di una opportuna metodologia di indagine*, derivata a partire da quanto già implementato per le reti MT. Le procedure precedentemente definite per l'individuazione della hosting capacity sono adattate alle specifiche caratteristiche delle reti BT in modo da rispettare i vincoli ad esse imposti e rappresentare

¹⁵ Il presente paragrafo è a cura del Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano, a cui è stato assegnato lo studio.

¹⁶ L'intero territorio nazionale presenta infatti circa 500.000 Cabine Secondarie (CS) a cui corrispondono altrettante reti BT.

accuratamente le reali condizioni di esercizio; in particolare, è stato necessario caratterizzare le utenze BT in una maniera più accurata per quanto attiene il profilo temporale dei loro prelievi di potenza attiva e reattiva.

5.2.1 Messa a punto del campione di reti

Diversamente dalle reti MT, che presentano Cabine Primarie (di seguito: CP) a cui si collegano linee appartenenti a diversi ambiti territoriali, le reti BT hanno Cabine Secondarie (di seguito: CS) tipicamente relative ad un unico ambito. Ogni rete BT, derivata a partire da una propria CS, è perciò strettamente legata ad una particolare condizione geografica e abitativa.

La fase preliminare dello studio è pertanto consistita nella valutazione della composizione e delle caratteristiche di un opportuno database di reti BT (campione ridotto) derivato a partire dalla CS contenute nel database di reti MT impiegato per le analisi di cui all'Allegato 2 della deliberazione ARG/elt 25/09 (campione esteso). Sono stati considerati come parametri caratteristici di una rete l'ambito territoriale di appartenenza e la potenza nominale del trasformatore di CS. In particolare, l'insieme totale delle 40.897 CS¹⁷ collegate alle reti MT del campione esteso presenta ambiti territoriali di tre tipologie (alta, media e bassa densità) e 130 diverse potenze nominali di trasformazione distribuite come evidenziato in figura 5.1.

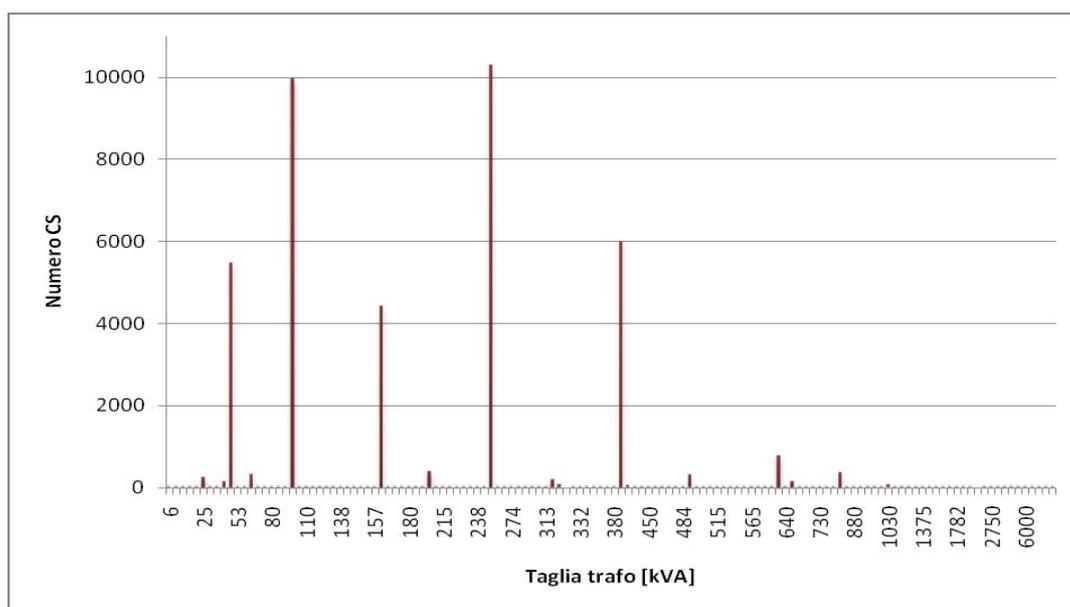


Figura 5.1: Potenze di trasformazione delle 36.317 CS del campione esteso

È possibile notare che solo sei delle potenze di trasformazione (50, 100, 160, 250, 400 e 630 kVA) sono effettivamente caratteristiche di un numero significativo di CS¹⁸.

Dopo alcune stime sulla complicazione computazionale, si è scelto di procedere alla costruzione di un campione ridotto di 500 reti rappresentativo di circa l'1% delle complessive reti BT a livello nazionale. In particolare, si sono scelte le 500 CS più rappresentative dell'insieme relativamente a tipologia di ambito territoriale e potenza nominale del trasformatore¹⁹; inoltre, per mantenere un uguale rapporto relativamente al distributore di appartenenza, tra campione esteso e ridotto, si sono estratte 430 CS dal database Enel e 70 dal database contenente tutti i dati delle altre imprese di distribuzione, in modo da rappresentare correttamente la diffusione delle imprese più significative

¹⁷ 36.317 CS di Enel Distribuzione e 4.580 CS di altre imprese di distribuzione.

¹⁸ Tutte le taglie superiori a 800 kVA sono di fatto inesistenti nella realtà.

¹⁹ Sarà poi inserito un controllo finale sul compartimento/sottoinsieme di appartenenza.

sul panorama nazionale. I due parametri appena descritti combinati tra loro costruiscono 18 diverse classi²⁰ (3 ambiti territoriali e 6 potenze di trasformazione), ciascuna composta da un diverso numero di CS, da cui sono state estratte le 500 reti che formano il campione di reti BT attraverso una procedura dedicata che mantiene le stesse percentuali di rappresentatività sulle 18 classi tra campione esteso e campione ridotto (figure 5.2 e 5.3)²¹.

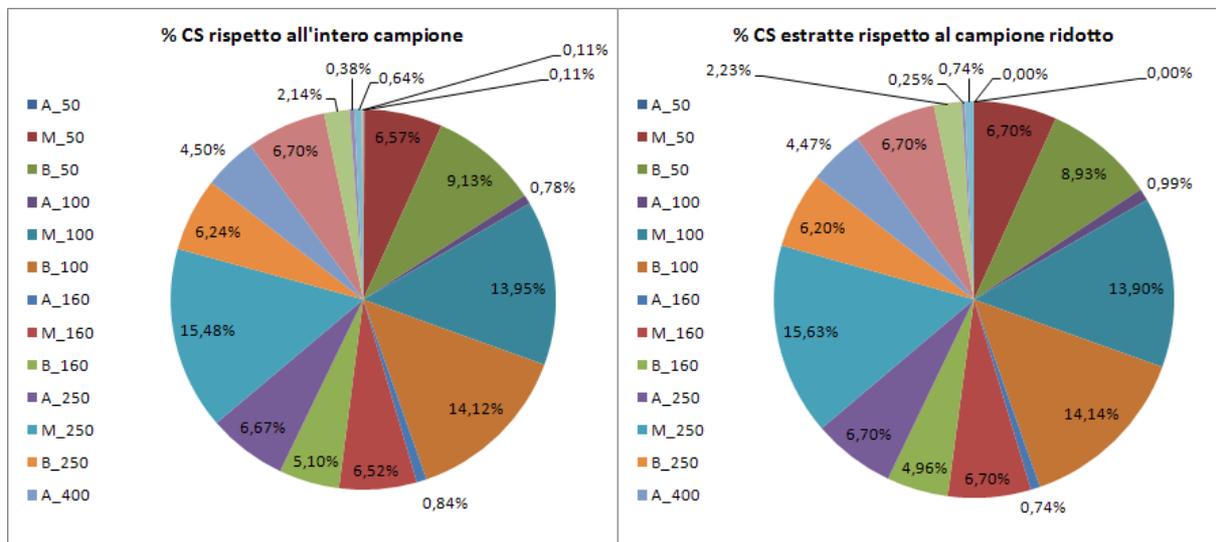


Figura 5.2: Percentuale di rappresentatività delle CS ENEL totali ed estratte rispetto al relativo campione esteso di appartenenza (A indica l'ambito territoriale di alta densità, M l'ambito territoriale di media densità e B indica l'ambito territoriale di bassa densità; i numeri riportati a fianco delle lettere evidenziano le potenze di trasformazione considerate)

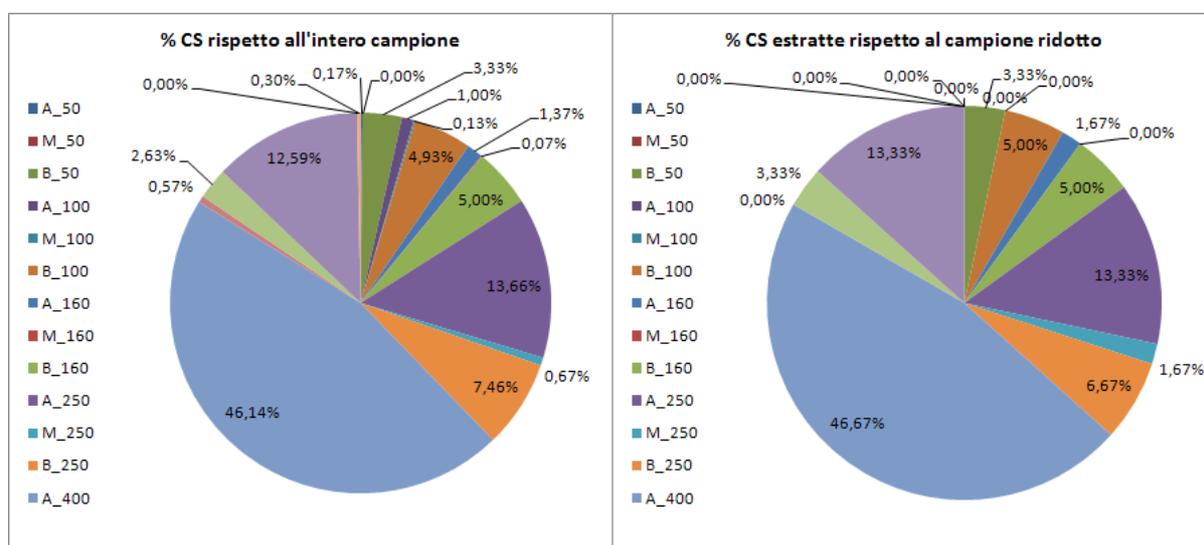


Figura 5.3: Percentuale di rappresentatività delle CS di altri distributori totali ed estratte rispetto al relativo campione esteso di appartenenza (A indica l'ambito territoriale di alta densità, M l'ambito territoriale di media densità e B indica l'ambito territoriale di bassa densità; i numeri riportati a fianco delle lettere evidenziano le potenze di trasformazione considerate)

²⁰ Le 18 classi contengono al loro interno 33896 CS su 36317 CS ENEL disponibili nel campione, e 3002 CS su 4580 CS totali per le altre imprese di distribuzione, per cui sono effettivamente rappresentative, in entrambi i casi, dell'intero database.

²¹ I confronti sono effettuati in modo separato tra ENEL e le altre imprese di distribuzione in modo da rendere visibili anche le caratteristiche di queste ultime che, essendo inferiori in numero, non sarebbero ben rappresentate dal punto di vista grafico.

È poi stato effettuato un controllo relativo alla zona geografica di appartenenza²², per verificare che le CS siano estratte in modo omogeneo su tutto il territorio nazionale. Ciò significa che deve essere rispettata (in modo percentuale) la stessa numerosità, tra campione originale e campione ridotto, all'interno di ognuno dei compartimenti. Le percentuali determinate con la stessa estrazione relativa ai dati precedenti sono mostrate in figura 5.4 e in figura 5.5.

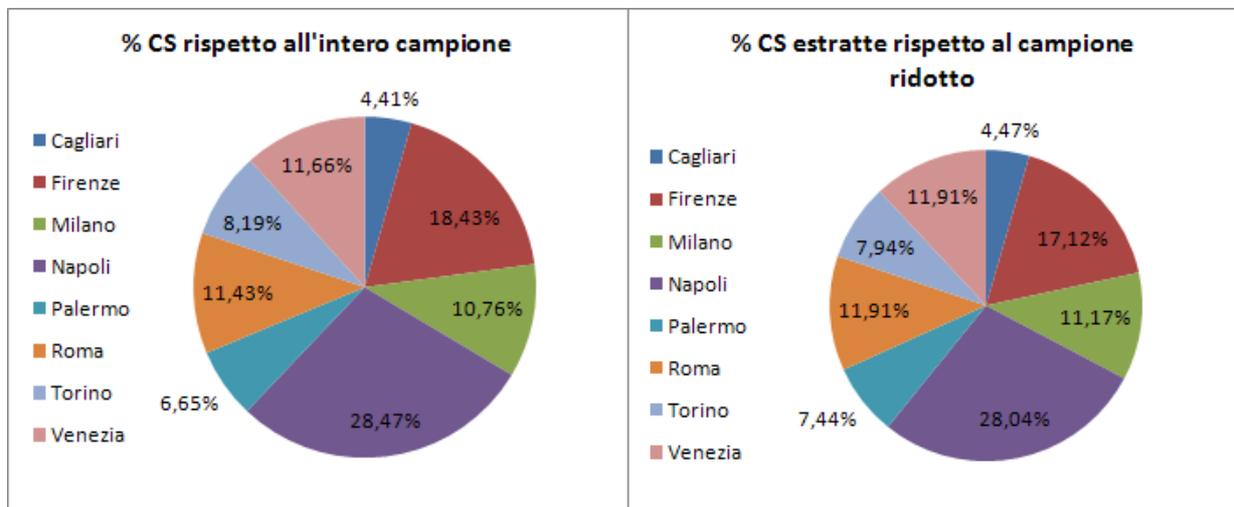


Figura 5.4: Percentuale di rappresentatività delle CS ENEL totali ed estratte rispetto ai compartimenti geografici di appartenenza

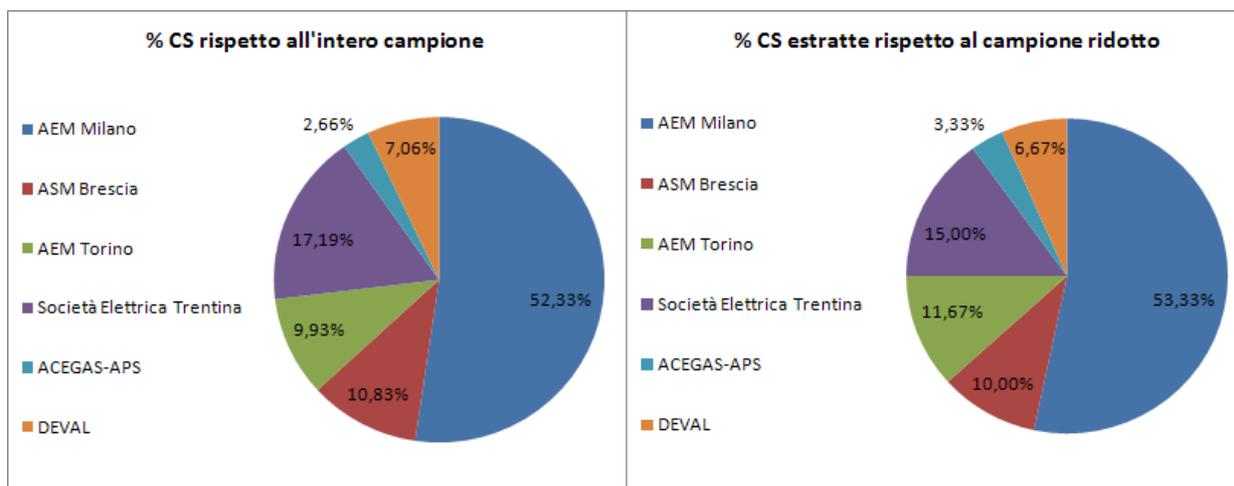


Figura 5.5: Percentuale di rappresentatività delle CS di altri distributori totali ed estratte rispetto ai sottoinsiemi di appartenenza

Come è possibile notare i diagrammi sono molto simili tra loro (stessa analogia nelle percentuali si mantiene se si effettua il confronto all'interno di ogni singola classe²³). Ciò significa che l'estrazione ha portato a un risultato ritenuto adeguato e che le 500 CS estratte soddisfano tutti i vincoli imposti.

²² Gli 8 compartimenti ENEL sono: Cagliari, Firenze, Milano, Napoli, Palermo, Roma, Torino e Venezia.

Le 6 ulteriori imprese di distribuzione sono: ex AEM Milano ed ex ASM Brescia (oggi confluite in A2A Reti elettriche), AEM Torino Distribuzione, Società Elettrica Trentina, ACEGAS-APS, DEVAL. Il numero di CS estratte da ACEA Roma, scelto a priori, è già rappresentativo del totale e quindi non necessita di alcuna verifica.

²³ Si divide ogni classe in otto sottoinsiemi relativi ai compartimenti e si effettua la verifica sulle percentuali relativamente ai 144 nuovi insiemi determinati. In particolare, i risultati dell'estrazione corrente mostrano che la differenza tra le varie percentuali è sempre inferiore all'1% e nel caso peggiore è pari allo 0,43%.

In questo modo è stato costruito un campione ridotto mantenendo una stretta correlazione rispetto al campione MT di partenza.

5.2.2 Metodologia di calcolo: affinamenti necessari per lo studio delle reti BT

Si è scelto di seguire un approccio di tipo “*hosting capacity*”, in perfetta analogia con quanto già applicato alle reti MT (Allegato n. 2 alla deliberazione ARG/elt 25/09). Tale approccio prevede la definizione, per ogni nodo della rete, dei limiti associabili nodo per nodo a una installazione crescente di GD, in termini di potenza, fino al massimo di accettabilità valutato in riferimento ad alcuni vincoli tecnici. L’analisi viene ripetuta per un numero opportuno di scenari, per rappresentare adeguatamente un intero anno di esercizio: i valori di hosting capacity determinati sono quelli minimi risultanti dall’insieme di tutti gli scenari.

Un primo affinamento necessario per determinare la hosting capacity delle reti BT è consistito in una rappresentazione più dettagliata dei profili di prelievo dell’utenza. Infatti, la corretta rappresentazione dell’andamento temporale dei prelievi è cruciale per conseguire risultati che siano una immagine il più possibile fedele della realtà di esercizio. Per le reti MT, è stato possibile procedere con un approccio più semplificato, per via della natura dei carichi diretti MT (utenti industriali) e dell’aggregazione di diversi profili di prelievo relativi a insiemi ampi di utenti BT sottesi a ciascuna CS. Viceversa, per le reti BT, dove ciascun prelievo nodale è associato a un singolo utente, con le sue specificità in termini di diagramma di carico, è stato necessario procedere in maniera più sofisticata, facendo uso, per quanto possibile, dei diagrammi di carico dei singoli utenti, come acquisiti per mezzo di una apposita richiesta dati.

Dal punto di vista algoritmico, per valutare la massima potenza installabile si utilizza una procedura ripetuta per ogni nodo della rete BT, che quantifica, con un’analisi di tipo nodale, la potenza installabile in ciascun nodo in accordo con i vincoli tecnici. In un primo ciclo la potenza installata nel nodo in esame viene incrementata secondo gradini di ampiezza prefissata ΔGD ; i valori di tensione (nei nodi) e corrente (nei lati) sono valutati tramite load flow per ogni iterazione. Nel momento in cui, per almeno uno dei nodi/lati, il limite imposto risulta infranto, il procedimento si interrompe. Un secondo ciclo, basato sul metodo della bisezione, parte dal valore di potenza della GD ricavato in precedenza e affina il risultato, sempre mediante calcoli di load flow ripetuti, con una tolleranza impostata a 1 kW²⁴. Il risultato finale GD_{lim} corrisponde alla massima potenza installabile nel nodo considerato, affinché, con la tolleranza impostata, in ogni nodo della rete non siano mai superati i vincoli tecnici.

L’algoritmo implementato effettua una verifica quantitativa della massima penetrazione di GD rispetto ai vincoli tecnici di seguito elencati²⁵.

Incremento della corrente di cortocircuito

La GD determina un aumento della corrente di cortocircuito che interessa le linee e i nodi della rete. Essa deve essere mantenuta al di sotto del potere di interruzione degli organi di manovra della rete BT del Distributore e dei dispositivi elettromeccanici degli utenti.

Scatto intempestivo delle protezioni delle linea sana per effetto GD

L’eccessivo contributo alla corrente di guasto fornita dalla GD di un dato feeder potrebbe condurre a scatti intempestivi della protezione in testa ad una linea sana, in caso di cortocircuito su una linea

²⁴ Compromesso tra precisione dei risultati e durata della simulazione.

²⁵ Tali vincoli corrispondono alle criticità già evidenziate qualitativamente nella deliberazione n. 160/06, e poi indagate quantitativamente per le reti MT nella deliberazione ARG/elt 25/09.

diversa²⁶. Esiste infatti un legame diretto fra la GD installata sulla linea e il valore massimo della corrente di guasto trifase che deve essere inferiore rispetto alla soglia superiore fissata per le protezioni da cortocircuito.

Limiti di transito per vincoli termici sulle linee

La GD può dar luogo a sovraccarichi lungo tratti di linea: in tal caso occorre garantire che il valore massimo della corrente non sia superiore alla portata a regime dei conduttori. Nello studio sulle reti BT si considera come limite:

- il 100% della potenza nominale A_n , per i trasformatori MT/BT;
- il 100% della portata nominale I_n per quanto riguarda i conduttori.

Variazioni lente di tensione

La connessione di un generatore lungo una linea BT determina l'incremento della tensione in quel punto e, più in generale, la variazione del profilo di tensione lungo la linea. In conformità con quanto indicato dalla EN 50160, la tensione di esercizio di ogni nodo della rete deve comunque essere compresa tra il 90% ed il 110% della tensione nominale per almeno il 95% del tempo (per il restante 5% è concesso che la tensione scenda fino all'85%). Le reti di distribuzione, allo stato attuale, sono generalmente esercite radialmente e con estensioni tali da ritenere trascurabile il possibile innalzamento dei profili provocato dalle capacità della linea a carico ridotto.

Variazioni rapide di tensione

L'improvvisa connessione o disconnessione di un generatore dal nodo di una linea determina una variazione della tensione in quel nodo e lungo la linea. Riguardo alle variazioni rapide le norme non impongono nessun valore limite ma si limitano a dire che: *“in condizioni normali di esercizio una variazione rapida della tensione generalmente non supera il 5% di U_n (tensione nominale, n.d.r.), ma una variazione fino al 10% di U_n , con una durata breve, può aver luogo alcune volte al giorno in talune circostanze”*. La variazione non deve comunque portare la tensione a scendere al di sotto del 90% di U_n : ciò darebbe luogo a un buco di tensione. I valori citati non rappresentano quindi espressamente dei vincoli, tuttavia si è ritenuto opportuno assumere una soglia massima consentita pari al 5% della tensione nominale, rispetto all'indicazione, non vincolante, della norma EN 50160 compresa fra il 5% e il 10%.

Una volta determinata la massima GD connettibile con l'approccio nodale sopra dettagliato, saranno anche condotte analisi quantitative circa la ricorrenza di condizioni di inversione di flusso sui trasformatori MT/BT: in particolare, si determina l'inversione del flusso quando la potenza prodotta dalla GD supera il prelievo dei carichi della rete BT cui il generatore è connesso. Secondo quanto stabilito dalla norma CEI 0-16²⁷, un livello indicativo della soglia accettabile per cui l'inversione di flusso può essere tollerata, considerandone trascurabili gli effetti, è assumibile pari al 5% del tempo su base annua.

²⁶ La linea su cui è presente la GD sarebbe infatti disalimentata per effetto di un guasto su una linea diversa, su una qualsiasi linea attestata alla stessa sbarra di CS.

²⁷ Tale norma tecnica si applica alle reti AT ed MT; è qui assunta a riferimento per analogia.