



Ricerca di Sistema elettrico

Sviluppo di una metodologia per
l'individuazione del potenziale di
applicazione e sviluppo delle reti termiche
efficienti su scala nazionale e locale

Francesca Bonfà, Fabio Zanghirella

SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER L'INDIVIDUAZIONE DEL POTENZIALE DI APPLICAZIONE E SVILUPPO
DELLE RETI TERMICHE EFFICIENTI SU SCALA NAZIONALE E LOCALE

Francesca Bonfà, Fabio Zanghirella (ENEA)

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2013

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi

Obiettivo: Reti di poligenerazione

Responsabile del Progetto: Ilaria Bertini, ENEA



Indice

SOMMARIO.....	4
1 ANALISI DELLA DOMANDA DI ENERGIA PER RISCALDAMENTO	7
1.1 STIMA DELLA DOMANDA DI ENERGIA PER RISCALDAMENTO A LIVELLO REGIONALE	7
1.1.1 <i>Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello nazionale del settore civile.....</i>	7
1.1.2 <i>Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello regionale dei settori civile e residenziale</i>	10
1.1.3 <i>Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello provinciale e comunale</i>	13
2 ANALISI DELLE RETI DI TLR ESISTENTI	16
2.1 STATO ATTUALE TELERISCALDAMENTO – ANALISI DELLE RETI.....	16
2.2 ANALISI DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA ATTUALE PER IL TLR	38
2.3 COPERTURA DELLA DOMANDA DI ENERGIA PER RISCALDAMENTO DA PARTE DEI SISTEMI TLR ESISTENTI	44
3 ANALISI DELLE FONTI DI ENERGIA TERMICA POTENZIALMENTE DISPONIBILI	49
3.1 ATTIVITÀ ENERGIVORE.....	49
3.2 RADIAZIONE SOLARE	53
3.3 BIOMASSA	55
3.4 GEOTERMIA	56
4 METODOLOGIA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE GEOGRAFICHE COMPATIBILI CON LO SVILUPPO DEI SISTEMI DI TLR.....	57
4.1 PARAMETRI PER L'INDIVIDUAZIONE DI AREE GEOGRAFICHE COMPATIBILI CON TLR	57
4.1.1 <i>Intensità energetica</i>	59
4.1.2 <i>Domanda specifica.....</i>	61
4.1.3 <i>Numero di abitanti del comune</i>	62
4.1.4 <i>Densità urbana delle abitazioni</i>	64
4.2 COMUNI COMPATIBILI CON SISTEMI TLR.....	65
4.2.1 <i>Presenza di attività energivore a livello comunale o presenza di biomassa disponibile a livello provinciale</i>	66
4.3 POTENZIALITÀ DI CONVERSIONE DEI SISTEMI DELLE RETI TLR IN SISTEMI EFFICIENTI.	69
5 CONCLUSIONI.....	75
6 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	76

Sommario

Lo scopo dell'attività biennale oggetto del sub task a.3 è lo sviluppo di una metodologia per l'individuazione del potenziale di applicazione e sviluppo delle reti termiche efficienti, cioè che usano "per almeno il 50% energia rinnovabile, il 50% calore di scarto, il 75% calore cogenerato o il 50% una combinazione di tale energia e calore".

L'analisi della domanda di energia per il riscaldamento si è tradotta nella stima della domanda di energia primaria per riscaldamento a livello regionale, provinciale e comunale per il settore civile e per il settore residenziale. Per la stima sono stati utilizzati, come dati di partenza, dati ENEA ed EUROSTAT .

Per quanto riguarda l'analisi della distribuzione territoriale su scala nazionale delle reti di TLR esistenti, queste ultime sono state individuate e caratterizzate mediante l'esame puntuale della situazione esistente a livello: regionale, provinciale e comunale. Partendo quindi dai dati messi a disposizione dalle associazioni di categoria, è stata effettuata una mappatura del TLR esistente sia dal punto di vista energetico in termini di capacità di produzione, di tipologia del sistema di produzione e sia dal punto di vista territoriale in termini di densità di penetrazione e di tipologia di utenza riscaldata(residenziale, terziaria e produttiva).

Terminata l'indagine territoriale, è stata effettuata l'analisi energetica puntuale degli impianti a monte di ogni rete. L'obiettivo è stato quello di individuare la tipologia del sistema di produzione, il combustibile di alimentazione, l'energia termica prodotta da ogni impianto componente la rete e l'energia primaria spesa per l'alimentazione dello stesso.

Inoltre, è stata completata l'analisi energetica del sistema di distribuzione con la valutazione puntuale per ogni rete TLR dell'energia termica fornita alla stessa e quella ricevuta in corrispondenza della centrale di scambio; la differenza rappresenta l'energia che arriva all'utenza.

Successivamente, per ogni tipologia di impianto a monte della rete TLR è stata effettuata sia la valutazione della quantità di energia primaria, spesa per la produzione di energia termica per il solo TL, e sia l'analisi territoriale della presenza di risorse nell'ottica di un loro utilizzo da parte di reti termiche esistenti o future: calore di scarto e calore da fonti rinnovabili.

Dall'analisi della domanda di energia per riscaldamento, dei principali indicatori urbanistici e delle relazioni tra gli stessi, sono stati individuati dei parametri significativi da considerare per valutare se un territorio comunale può essere definito compatibile con una rete termica.

Tali parametri sono riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1 – Parametri per individuare la compatibilità

Parametro	Intensità energetica	Domanda specifica	Densità urbana delle abitazioni	N° abitanti del Comune
Soglia	2000 MWh/km ² a	90 kWh / m ² a	10000 m ² /km ²	10000 ab

In modo analogo, per i comuni in cui esistono già reti termiche, l'applicazione dei parametri di compatibilità e delle relative soglie, e la presenza di potenziali fonti di energia rinnovabile o da processo, ha portato all'individuazione ai comuni maggiormente compatibili con un'estensione delle reti esistenti.

Per le reti TLR esistenti, sono state individuate quelle che possono essere già definite "efficienti" e quelle che possono essere trasformate in reti efficienti.

Introduzione

L'attività della presente annualità ha riguardato l'analisi della domanda di energia per il riscaldamento, l'analisi della produzione termica attuale tramite teleriscaldamento e l'analisi delle reti esistenti, l'analisi territoriale della presenza di possibili fonti di calore utilizzabili dalle reti, la definizione di parametri in grado di indicare la compatibilità tra un aggregato urbano ed una rete termica, l'individuazione dei comuni che soddisfino i requisiti di compatibilità e di quelli che presentino possibili fonti di calore utilizzabili.

Sono stati utilizzati i dati ENEA ed EUROSTAT relativi al consumo finale di energia totale (suddiviso per fonti) a livello nazionale e regionale per entrambi i settori, e dati ENEA relativi al consumo finale di energia per riscaldamento (suddiviso per fonti) a livello nazionale del settore residenziale.

Da tali dati di partenza, come meglio dettagliato nel report, è stata stimata, sia per il settore residenziale sia per il settore civile, la domanda di energia per riscaldamento a livello regionale relativa al 2011. Il 2011 è stato scelto come anno di riferimento in quanto è l'anno dell'ultimo censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni disponibile.

La domanda regionale è stata ripartita a livello comunale tenendo conto della superficie delle abitazioni (dati Istat) e dei gradi giorno del comune. Sulla base dei dati urbanistici comunali (densità delle abitazioni ed abitativa) e dei dati della domanda, è stata analizzata la distribuzione dell'intensità energetica a livello provinciale e comunale.

Per quanto riguarda l'analisi della distribuzione territoriale su scala nazionale delle reti di TLR esistenti, queste ultime sono state individuate e caratterizzate mediante l'esame puntuale della situazione esistente a livello: regionale, provinciale e comunale. Partendo quindi dai dati messi a disposizione dalle associazioni di categoria, è stata effettuata una mappatura del TLR esistente sia dal punto di vista energetico in termini di capacità di produzione, di tipologia del sistema di produzione e sia dal punto di vista territoriale in termini di densità di penetrazione e di tipologia di utenza riscaldata.

Pertanto, in questa fase dell'indagine è stata effettuata, per le tipologie di utenze (residenziale, terziaria e produttiva) allacciate alle reti TLR, la mappatura della volumetria riscaldata da TLR a livello regionale, provinciale e comunale.

Terminata l'indagine territoriale, è stata effettuata l'analisi energetica puntuale degli impianti a monte di ogni rete. Con tale indagine è stata valutata la quota di produzione di energia termica di ogni sistema produttivo sul valore totale di energia fornita da ciascuna rete alle utenze, sempre a livello regionale, provinciale e comunale.

Infine, per ogni tipologia di impianto a monte della rete TLR è stata effettuata la valutazione della quantità di energia primaria utilizzata per l'alimentazione dello stesso e per ogni nodo di produzione è stata valutata l'energia primaria di combustibile spesa per l'energia totale prodotta. Inoltre, considerando che gli impianti di produzione di ogni rete sono soprattutto di tipo cogenerativo, è stata valutata sia l'energia primaria totale per la produzione simultanea di energia elettrica e termica e sia l'energia primaria parziale per la sola produzione di calore fornito all'utenza. Pertanto, nel caso di produzione combinata, l'energia primaria parziale è stata calcolata attribuendola alle singole forme di produzione e utilizzando come pesi per la ripartizione delle stesse i corrispondenti rendimenti parziali e totale d'impianto. Si evidenzia che sono stati presi in considerazione, per ogni sistema di produzione, il tipo e la fonte di combustibile: ad es. nel caso di cogenerazione con RSU e GN è stata calcolata la ripartizione tra le due risorse primarie.

E' stata inoltre realizzata un'analisi territoriale della presenza di risorse che possono essere direttamente correlate a fonti di calore la cui presenza è strategica nell'ottica di un loro utilizzo da parte di reti termiche esistenti o future: calore di scarto e calore da fonti rinnovabili. Relativamente al calore di scarto sono stati analizzati dati relativi alla presenza di centrali termoelettriche, termovalorizzatori e aziende di settori energivori (raffinerie, cockerie, acciaierie, lavorazione di materiali ferrosi, fonderie di materiali ferrosi e non ferrosi, cementerie, vetrerie, industrie chimiche, cartiere), basandosi sui dati E-PRTR (Registro europeo dell'emissione e trasferimento di sostanze inquinanti). E' stata analizzata la distribuzione, a livello comunale, provinciale e regionale, di tali siti produttivi, e, per i siti per cui l'informazione era disponibile, la produzione di CO₂.

Relativamente alle fonti rinnovabili sono stati considerati il solare, in termini di distribuzione della radiazione solare disponibile (da dati ENEA), la biomassa, in termini di distribuzione di biomassa potenzialmente disponibile (da dati ENEA), ed il geotermico, in termini di classe di temperatura disponibile a 2000 m di profondità (da dati dell'atlante geotermico europeo).

A seguito dell'analisi della domanda di energia per riscaldamento, dei principali indicatori urbanistici e delle relazioni tra gli stessi, effettuata sia sull'intero corpo dei comuni italiani, sia, con un approfondimento specifico, sui comuni in cui sono già presenti delle reti termiche, sono stati individuati dei parametri significativi da considerare per valutare se un territorio comunale può essere definito compatibile con una rete termica. Tali parametri sono l'intensità energetica (definita come la domanda di energia per riscaldamento per km² del comune), la domanda specifica (definita come la domanda di energia per riscaldamento per m² di abitazioni), la densità urbana delle abitazioni (definita come i m² di abitazioni per km² di estensione comunale) ed il numero di abitanti del comune. Dalle analisi di distribuzione di tali parametri sono state individuate le soglie al di sopra delle quali un comune può essere considerato compatibile con una rete termica.

L'applicazione dei parametri ha consentito l'individuazione dei comuni compatibili. A partire da questi ultimi è stata poi valutata la presenza di potenziali fonti di calore utilizzabili, ottenendo la distribuzione territoriale dei comuni che, oltre a poter essere compatibili, presentano anche potenziali fonti di energia (calore di scarto, energia da rinnovabili) il cui utilizzo contribuirebbe a qualificare come efficienti le potenziali nuove reti termiche.

Infine, sempre relativamente alle reti TLR esistenti, sono state individuate quelle che possono essere già definite "efficienti", sono stati ipotizzati differenti scenari attraverso cui le attuali reti potrebbero essere trasformate in efficienti. Per ogni scenario, partendo dall'analisi della singola rete, è stato calcolato il calore, attualmente prodotto da caldaie a combustione, che dovrebbe derivare da cogenerazione o da fonte rinnovabile o da calore di scarto per rendere efficienti tutte le reti esistenti.

1 Analisi della domanda di energia per riscaldamento

1.1 Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello regionale

Per la stima della domanda di energia per riscaldamento a livello regionale i dati di partenza a disposizione sono stati:

- Dati EUROSTAT relativi ai consumi finali, a livello nazionale, di energia totale (non relativa al solo riscaldamento) per il settore residenziale e per il settore civile. Tali dati sono disponibili suddivisi per fonte e sono disponibili in modo completo fino al 2011.
- Dati ENEA relativi ai consumi finali, a livello nazionale, di energia per riscaldamento, per il solo settore residenziale. Tali dati sono disponibili suddivisi per fonte e sono disponibili in modo completo fino al 2011.
- Dati ENEA relativi ai consumi finali, a livello regionale, di energia totale (non relativa al solo riscaldamento) per il settore residenziale e per il settore civile. Tali dati sono disponibili suddivisi per fonte e sono disponibili in modo completo per gli anni 2007 e 2008.

Nell'ottica dell'individuazione di parametri in grado di caratterizzare il territorio sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista urbanistico, e poiché i parametri urbanistici più recenti disponibili possono essere ottenuti dai risultati dell'ultimo censimento ISTAT [1], e sono relativi al 2011, la domanda di energia regionale per riscaldamento è stata stimata in riferimento particolare al 2011, per essere coerente con i dati ISTAT.

1.1.1 Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello nazionale del settore civile

Nelle tabelle Tabella 2 e Tabella 3 sono presentati i dati dei consumi EUROSTAT: i valori assoluti sono espressi in migliaia di tep, rispettivamente per il settore civile e per il settore residenziale.

Tabella 2 - Consumi finali di energia nazionali, settore civile, in ktep, dati EUROSTAT

	2007	2008	2009	2010	2011
Totale settore civile	42'333.1	44'224.3	45'591.6	48'431.8	46'831.2
carbone	5.7	4.4	3.8	3.8	3.8
gasolio	2'923.2	2'874.4	2'558.0	2'147.9	1'997.3
GPL	1'940.3	2'019.4	1'974.3	1'959.0	1'778.8
olio combustibile	84.1	86.0	84.1	38.2	33.4
gas naturale	23'013.2	24'638.1	25'431.0	27'311.4	25'244.1
legna	1'485.3	1'486.9	2'252.4	3'457.4	3'566.2
energia elettrica	12'647.0	12'997.6	13'174.9	13'342.1	13'504.0
calore	234.3	117.4	113.2	171.9	703.5

Tabella 3 - Consumi finali di energia nazionali, settore residenziale, in ktep, dati EUROSTAT

	2007	2008	2009	2010	2011
Totale settore residenziale	23'971.9	24'798.1	26'185.5	28'357.2	28'084.6
carbone	5.1	4.0	3.4	3.4	3.4
gasolio	2'514.2	2'386.0	2'313.8	1'906.8	1'791.8
GPL	1'358.0	1'458.0	1'382.2	1'371.2	1'244.8
olio combustibile	9.0	9.2	9.8	4.5	3.8
gas naturale	12'695.2	13'538.7	14'258.8	15'531.6	14'898.9
legna	1'477.2	1'478.6	2'239.5	3'436.8	3'545.0
energia elettrica	5'779.9	5'880.4	5'926.4	5'980.2	6'031.0
calore	133.3	43.3	51.7	122.6	566.0

Dai dati EUROSTAT è possibile ricavare, anno per anno e fonte energetica per fonte energetica, il peso del consumo di energia del settore residenziale rispetto al totale del settore civile. Tale peso percentuale è riassunto in Tabella 4.

Tabella 4 – Peso del consumo residenziale sul consumo del settore civile, consumi finali di energia nazionali, dati EUROSTAT

	2007	2008	2009	2010	2011
carbone	89.4%	89.5%	89.7%	89.7%	89.6%
gasolio	86.0%	83.0%	90.5%	88.8%	89.7%
GPL	70.0%	72.2%	70.0%	70.0%	70.0%
olio combustibile	10.7%	10.7%	11.6%	11.8%	11.4%
gas naturale	55.2%	55.0%	56.1%	56.9%	59.0%
legna	99.5%	99.4%	99.4%	99.4%	99.4%
energia elettrica	45.7%	45.2%	45.0%	44.8%	44.7%
calore	56.9%	36.8%	45.7%	71.3%	80.5%
Totale	56.6%	56.1%	57.4%	58.6%	60.0%

Le tabelle Tabella 5 e Tabella 6 riportano invece i dati ENEA relativi ai consumi finali di energia per riscaldamento a livello nazionale del settore residenziale. Sono riportati, rispettivamente, i valori in migliaia di tep ed il peso percentuale di ciascuna fonte sul consumo nazionale dell'anno, per gli anni dal 2007 al 2011. Dalla Tabella 5 si nota che il consumo nazionale ha avuto delle oscillazioni considerevoli al variare degli anni: nel periodo considerato si osserva un minimo di circa 16.000 ktep ed un massimo di circa 20.000 ktep. Si nota altresì che il peso relativo delle principali fonti di energia non subisce grandi variazioni negli anni: in particolare il peso predominante, rappresentato dal gas naturale, presenta valori compresi tra 62.7% e 67.1% ed un valor medio pari a 65.1%. Si nota nel corso degli anni un aumento del peso della legna (valore compreso tra 8.0% e 17.2%, con valor medio pari a 12.5%), che rappresenta la seconda fonte in ordine di peso, ed una diminuzione del gasolio (da 14.8% a 8.4%, con valor medio pari a 11.5%), che è la terza fonte. Il peso complessivo di gas naturale, legna e gasolio si mantiene stabile negli anni, variando da un minimo di circa 88% ad un massimo di circa 90%; in media, nel periodo 2007/2011 le prime tre fonti di energia rappresentano circa l'89% dei consumi nazionali di energia per riscaldamento.

Tabella 5 - Consumi finali di energia per riscaldamento nazionali, settore residenziale, in ktep, dati ENEA

	2007	2008	2009	2010	2011
carbone	2.0	1.6	1.3	1.6	3.4
gasolio	2'364.5	2'250.6	2'175.9	1'778.9	1'668.2
GPL	825.9	893.4	829.9	816.2	756.9
olio combustibile	7.6	7.9	8.0	3.4	3.8
gas naturale	10'295.4	11'131.5	11'867.7	13'014.2	12'444.9
legna	1'458.5	1'321.3	2'077.4	3'307.4	3'410.2
energia elettrica	895.0	927.6	952.8	977.9	996.1
calore	133.3	43.3	51.7	122.6	566.0
Totale riscaldamento residenziale	15'982.3	16'577.2	17'964.7	20'022.2	19'849.5

Tabella 6 - Suddivisione % per fonte dei consumi finali di energia per riscaldamento nazionali, settore residenziale, dati ENEA

	2007	2008	2009	2010	2011
carbone	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
gasolio	14.8%	13.6%	12.1%	8.9%	8.4%
GPL	5.2%	5.4%	4.6%	4.1%	3.8%
olio combustibile	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
gas naturale	64.4%	67.1%	66.1%	65.0%	62.7%
legna	9.1%	8.0%	11.6%	16.5%	17.2%
energia elettrica	5.6%	5.6%	5.3%	4.9%	5.0%
calore	0.8%	0.3%	0.3%	0.6%	2.9%
Totale riscaldamento residenziale	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Confrontando i dati, per il settore residenziale, relativi all'energia totale (dati EUROSTAT, Tabella 3) e quelli relativi all'energia per riscaldamento (dati ENEA, Tabella 5) e calcolando il peso percentuale, anno per anno e fonte energetica per fonte energetica, dell'energia per riscaldamento sull'energia totale, come illustrato in Tabella 7, è possibile notare che per le principali fonti di energia (gas naturale, legna e gasolio) tale peso è stabile negli anni. Non si nota inoltre una grande differenza tra il valore medio del periodo 2007/2011 e quello relativo all'anno 2011. Le uniche due fonti per cui c'è un ampio scostamento tra valor medio 2007/2011 e valore del 2011 sono il carbone e l'olio combustibile, che però rappresentano in totale solo lo 0.05% dei consumi finali. E' quindi possibile assumere i valori del rapporto tra energia per riscaldamento ed energia totale relativi all'anno 2011, come ragionevolmente rappresentativi anche dell'intero periodo 2007/2011.

Tabella 7 - % energia per riscaldamento su energia totale nel residenziale (dat ENEA e EUROSTAT)

	2007	2008	2009	2010	2011	Media 2007/2011	Dev. St.	Delta 2011-media
carbone	39.91%	39.53%	38.31%	47.00%	100.00%	52.95%	0.26521	47.05%
gasolio	94.05%	94.33%	94.04%	93.29%	93.10%	93.76%	0.00532	-0.66%
GPL	60.82%	61.28%	60.05%	59.53%	60.80%	60.49%	0.00699	0.31%
olio combustibile	84.80%	86.65%	82.00%	74.90%	100.00%	85.67%	0.09171	14.33%
gas naturale	81.10%	82.22%	83.23%	83.79%	83.53%	82.77%	0.01111	0.76%
legna	98.73%	89.36%	92.76%	96.23%	96.20%	94.66%	0.03644	1.54%
energia elettrica	15.49%	15.77%	16.08%	16.35%	16.52%	16.04%	0.0042	0.48%
calore	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%
Totale	66.7%	66.8%	68.6%	70.6%	70.7%	68.7%	1.9%	2.0%

Assumendo che il peso dell'energia totale per il settore residenziale sull'energia totale del settore civile (Tabella 4) sia valido anche per l'energia per riscaldamento, assunzione che equivale a considerare che il rapporto tra energia per riscaldamento ed energia totale valido per il settore residenziale (Tabella 7) sia valido anche per il settore civile, è possibile stimare i consumi finali di energia per riscaldamento nel settore civile. Tale stima è sintetizzata in Tabella 8, espressa in migliaia di tep, per gli anni dal 2007 al 2011, suddivisa per fonte energetica.

Tabella 8 – Stima dei consumi finali di energia per riscaldamento nazionali, settore civile, in ktep

	2007	2008	2009	2010	2011
carbone	2.3	1.8	1.5	1.8	3.8
gasolio	2'749.2	2'711.3	2'405.6	2'003.9	1'859.6
GPL	1'180.1	1'237.5	1'185.5	1'166.1	1'081.5
olio combustibile	71.3	74.5	68.9	28.6	33.4
gas naturale	18'663.0	20'257.4	21'166.5	22'884.7	21'086.2
legna	1'466.4	1'328.7	2'089.3	3'327.2	3'430.7
energia elettrica	1'958.4	2'050.2	2'118.1	2'181.8	2'230.4
calore	234.3	117.4	113.2	171.9	703.5
Totale	26'324.9	27'778.9	29'148.6	31'766.1	30'429.2

1.1.2 Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello regionale dei settori civile e residenziale

Per la stima della domanda di energia per riscaldamento a livello regionale, i dati di partenza sono stati le stime a livello nazionale (Tabella 5 e Tabella 8) e i dati ENEA relativi ai consumi finali, a livello regionale, di energia totale. Questi ultimi sono suddivisi per fonte e sono disponibili in modo completo per gli anni 2007 e 2008.

Dai dati regionali suddivisi per fonte è stato possibile determinare il peso percentuale di ciascuna regione sul consumo nazionale della singola fonte energetica, sia per il settore civile sia per il settore residenziale. Tali percentuali sono presentate in Tabella 9 (settore civile) e Tabella 10 (settore residenziale). E' possibile notare una discrepanza tra i dati regionali ENEA ed i dati EUROSTAT relativamente all'olio combustibile per il settore residenziale: nei dati regionali ENEA

tale fonte è pari a zero, mentre nei dati nazionali EUROSTAT è presente. Considerando però che il peso dell'olio combustibile sul consumo nazionale è inferiore allo 0,05%, la discrepanza è stata considerata trascurabile.

Tabella 9 - Peso percentuale di ciascuna regione sul consumo di ciascuna fonte, consumo di energia totale per il settore civile, valori medi per gli anni 2007/2008, dati ENEA

Settore civile - Valori medi 2007/2008								
Regione	Carbone	gasolio	GPL	olio comb	gas nat	legna	EE	calore
Piemonte	29.3%	8.0%	6.5%	92.6%	10.7%	2.8%	7.1%	2.7%
Valle D'Aosta	2.4%	4.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%
Lombardia	16.0%	25.8%	8.7%	0.0%	26.3%	4.9%	18.4%	0.0%
Trentino Alto Adige	2.5%	9.3%	0.9%	0.0%	1.6%	3.9%	2.1%	29.7%
Veneto	0.0%	9.6%	6.7%	0.0%	11.7%	2.4%	8.4%	5.4%
Friuli Venezia Giulia	1.7%	2.0%	2.2%	0.0%	2.2%	2.3%	2.2%	5.4%
Liguria	4.2%	2.6%	2.1%	0.0%	2.8%	2.8%	2.8%	2.7%
Emilia Romagna	2.5%	9.8%	8.9%	0.0%	13.9%	6.3%	8.2%	18.9%
Toscana	5.8%	4.4%	5.9%	0.0%	7.8%	16.3%	6.6%	16.2%
Umbria	1.7%	0.7%	2.0%	0.0%	1.5%	10.6%	1.4%	0.0%
Marche	1.7%	1.5%	2.5%	0.0%	3.0%	3.0%	2.4%	0.0%
Lazio	17.7%	9.4%	11.9%	0.0%	6.5%	9.4%	11.0%	8.1%
Abruzzo	1.5%	0.7%	1.5%	0.0%	2.2%	2.4%	2.1%	0.0%
Molise	0.5%	0.2%	0.4%	0.0%	0.5%	2.5%	0.4%	0.0%
Campania	4.5%	2.2%	14.6%	7.4%	2.9%	10.0%	7.4%	2.7%
Puglia	2.7%	2.8%	4.3%	0.0%	2.8%	2.2%	5.5%	5.4%
Basilicata	0.9%	0.2%	0.3%	0.0%	0.7%	2.4%	0.7%	0.0%
Calabria	0.9%	0.3%	3.9%	0.0%	0.9%	10.2%	2.7%	0.0%
Sicilia	2.7%	2.3%	7.9%	0.0%	1.8%	1.5%	7.3%	0.0%
Sardegna	0.9%	4.2%	8.0%	0.0%	0.0%	3.8%	3.0%	2.7%
Totale nazionale	100.0%							

Tabella 10 - Peso percentuale di ciascuna regione sul consumo di ciascuna fonte, consumo di energia totale per il settore residenziale, valori medi per gli anni 2007/2008, dati ENEA

Settore residenziale - Valori medi 2007/2008								
Regione	Carb	gasolio	GPL	olio comb	gas nat	legna	EE	calore
Piemonte	29.3%	7.0%	6.6%	0.0%	11.9%	2.8%	7.2%	2.7%
Valle D'Aosta	2.4%	3.7%	0.7%	0.0%	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%
Lombardia	16.0%	24.1%	7.3%	0.0%	23.2%	4.9%	16.9%	0.0%
Trentino Alto Adige	2.5%	8.6%	1.1%	0.0%	2.0%	3.9%	1.7%	29.7%
Veneto	0.0%	9.4%	5.3%	0.0%	13.3%	2.4%	8.0%	5.4%
Friuli Venezia Giulia	1.7%	2.2%	2.1%	0.0%	1.1%	2.3%	2.0%	5.4%
Liguria	4.2%	2.3%	1.7%	0.0%	3.0%	2.8%	2.8%	2.7%
Emilia Romagna	2.5%	11.4%	8.9%	0.0%	12.3%	6.3%	7.7%	18.9%
Toscana	5.8%	4.9%	5.5%	0.0%	7.9%	16.3%	6.4%	16.2%
Umbria	1.7%	0.7%	2.1%	0.0%	1.3%	10.7%	1.4%	0.0%
Marche	1.7%	1.6%	2.4%	0.0%	3.0%	3.0%	2.3%	0.0%
Lazio	17.7%	10.6%	11.8%	0.0%	7.3%	9.4%	10.3%	8.1%

Abruzzo	1.5%	0.8%	1.4%	0.0%	2.5%	2.4%	2.0%	0.0%
Molise	0.5%	0.2%	0.4%	0.0%	0.6%	2.5%	0.4%	0.0%
Campania	4.5%	2.1%	16.4%	0.0%	4.4%	10.0%	8.5%	2.7%
Puglia	2.7%	3.0%	4.1%	0.0%	2.9%	2.2%	6.2%	5.4%
Basilicata	0.9%	0.1%	0.2%	0.0%	0.7%	2.4%	0.8%	0.0%
Calabria	0.9%	0.1%	4.2%	0.0%	0.8%	10.2%	3.2%	0.0%
Sicilia	2.7%	2.2%	8.3%	0.0%	1.5%	1.5%	8.7%	0.0%
Sardegna	0.9%	4.9%	9.4%	0.0%	0.0%	3.8%	3.3%	2.7%
Totale nazionale	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Assumendo che il peso di ciascuna regione sul consumo di ciascuna fonte, determinato in Tabella 10, possa essere considerato valido anche per altri anni, è possibile disaggregare i dati di consumo nazionale a livello regionale. In Tabella 11 è presentata la disaggregazione a livello regionale dei consumi finali di energia totale, fonte energetica per fonte energetica, per l'anno 2011, ottenuta applicando i pesi di Tabella 10 ai dati relativi al 2011 di Tabella 2. Tale disaggregazione consente di ottenere la stima regionale dei consumi finali di energia totale.

Tabella 11 - Disaggregazione a livello regionale dei consumi finali di energia totale, settore civile, anno 2011

Settore civile									
Regione	carbone	gasolio	GPL	olio comb	gas naturale	legna	EE	calore	Totale [ktep]
Piemonte	1.1	159.5	116.4	31.0	2'694.5	100.7	958.9	19.0	4'081.1
Valle D'Aosta	0.1	79.7	11.0	0.0	48.0	7.3	39.9	0.0	186.0
Lombardia	0.6	514.7	154.6	0.0	6'647.7	176.5	2'482.6	0.0	9'976.7
Trentino Alto Adige	0.1	185.9	16.8	0.0	397.8	139.6	286.8	209.1	1'236.1
Veneto	0.0	192.4	120.0	0.0	2'957.9	85.0	1'134.1	38.0	4'527.3
Friuli Venezia Giulia	0.1	39.6	38.4	0.0	560.1	81.6	292.7	38.0	1'050.5
Liguria	0.2	52.3	38.2	0.0	701.5	99.7	375.3	19.0	1'286.1
Emilia Romagna	0.1	196.0	158.1	0.0	3'504.5	225.0	1'110.8	133.1	5'327.7
Toscana	0.2	88.0	104.2	0.0	1'975.1	581.6	897.4	114.1	3'760.5
Umbria	0.1	14.1	36.3	0.0	381.7	379.1	187.6	0.0	998.8
Marche	0.1	29.9	44.4	0.0	756.9	105.6	325.8	0.0	1'262.8
Lazio	0.7	188.2	211.2	0.0	1'629.1	337.0	1'486.6	57.0	3'909.8
Abruzzo	0.1	14.9	26.6	0.0	544.5	85.4	280.7	0.0	952.2
Molise	0.0	4.6	7.5	0.0	129.2	88.1	58.0	0.0	287.5
Campania	0.2	44.4	260.2	2.5	733.9	354.9	999.2	19.0	2'414.2
Puglia	0.1	55.2	77.1	0.0	718.5	79.3	736.2	38.0	1'704.4
Basilicata	0.0	3.1	5.6	0.0	187.7	85.6	98.5	0.0	380.6
Calabria	0.0	5.6	69.3	0.0	218.1	362.1	368.8	0.0	1'024.1
Sicilia	0.1	45.4	141.0	0.0	457.4	55.1	982.4	0.0	1'681.4
Sardegna	0.0	83.9	141.8	0.0	0.0	137.0	401.7	19.0	783.5
Totale nazionale 2011	3.8	1'997.3	1'778.8	33.4	25'244.1	3'566.2	13'504.0	703.5	46'831.2

Assumendo che il peso percentuale di ciascuna regione sui consumi, fonte per fonte, di energia totale valga anche per i consumi di energia per riscaldamento, è possibile ottenere la stima della domanda regionale di energia per riscaldamento, per i settori civile e residenziale: applicando i pesi di Tabella 10 ai dati relativi al 2011 di Tabella 8 (civile) e di Tabella 5 (residenziale), si ottiene la stima sintetizzata in Tabella 12.

Tabella 12 - Stima della domanda regionale di energia per riscaldamento, per i settori civile e residenziale, anno 2011, in ktep e MWh

Regione	Settore civile		Settore residenziale		Rapporto Residenziale/Civile
	Domanda En. Risc. [ktep]	Domanda En. Risc. [MWh]	Domanda En. Risc. [ktep]	Domanda En. Risc. [MWh]	
Piemonte	2'776	32'288'906	1'838	21'371'959	66.2%
Valle D'Aosta	135	1'566'560	100	1'158'980	74.0%
Lombardia	6'706	77'995'524	3'686	42'868'600	68.0%
Trentino Alto Adige	906	10'542'172	726	8'446'097	55.0%
Veneto	3'030	35'236'861	2'040	23'730'644	80.1%
Friuli Venezia Giulia	693	8'059'896	319	3'712'582	67.3%
Liguria	835	9'709'640	567	6'598'203	46.1%
Emilia Romagna	3'739	43'485'527	2'184	25'397'594	58.4%
Toscana	2'617	30'436'391	1'823	21'197'750	69.6%
Umbria	750	8'719'783	565	6'566'370	75.3%
Marche	843	9'799'107	547	6'358'673	64.9%
Lazio	2'292	26'653'945	1'647	19'154'918	71.9%
Abruzzo	613	7'133'920	431	5'018'042	70.3%
Molise	211	2'455'185	170	1'973'357	80.4%
Campania	1'341	15'591'447	1'145	13'311'926	85.4%
Puglia	934	10'867'453	607	7'060'694	65.0%
Basilicata	262	3'043'945	186	2'157'579	70.9%
Calabria	639	7'430'978	513	5'966'171	80.3%
Sicilia	725	8'436'714	420	4'887'658	57.9%
Sardegna	382	4'437'496	333	3'868'197	87.2%
Totale nazionale anno 2011	30'429	353'891'449	19'850	230'850'183	65.2%

1.1.3 Stima della domanda di energia per riscaldamento a livello provinciale e comunale

Per disaggregare ulteriormente la domanda di energia per riscaldamento dal livello regionale ad ambiti territoriali più ristretti sono stati utilizzati due parametri:

- un parametro urbanistico: i m² di abitazioni occupate da residenti, tratti dai dati del censimento ISTAT 2011, per ciascun comune
- un parametro climatico: i gradi giorno del comune.

E' stata quindi determinata la domanda di energia per riscaldamento a livello comunale suddividendo la domanda regionale in modo proporzionale ai parametri sopra elencati, secondo la seguente formula:

$$Erisc_{com_{i,j}} = \frac{Erisc_{reg_j}}{\sum_{i=1}^n Sup_{ab_{i,j}} * GG_{i,j}} * Sup_{ab_{i,j}} * GG_{i,j}$$

Dove:

i : i-esimo comune della regione j

j : j-esima regione

n : numero di comuni nella j-esima regione

Erisc_{com_{i,j}} : Domanda di energia termica per l'i-esimo comune della j-esima regione

Eth_{reg_j} : Domanda di energia termica per la j-esima regione

Sup_{ab_{i,j}} : m² di abitazioni occupate da cittadini residenti nell'i-esimo comune della j-esima regione

GG_{i,j} : gradi giorno dell'i-esimo comune della j-esima regione

Dalla stima della domanda comunale di energia per riscaldamento emerge che poco più dell'81% dei Comuni presenta una domanda per il settore civile inferiore a 50 GWha, circa il 18% dei comuni ha una domanda per il settore civile compresa tra 50 e 500 GWha, e meno dell'1% ha una domanda superiore a 500 GWha (Figura 1). La situazione per il settore residenziale è simile, con il 90% circa dei comuni nella classe inferiore, e meno dello 0.5% con una domanda superiore a 500 GWha (Figura 2).

Occorre rilevare che, per il modo stesso in cui è stata realizzata la stima della domanda comunale, il rapporto tra la domanda del settore residenziale e la domanda del settore civile a livello comunale è uguale a quello a livello regionale.

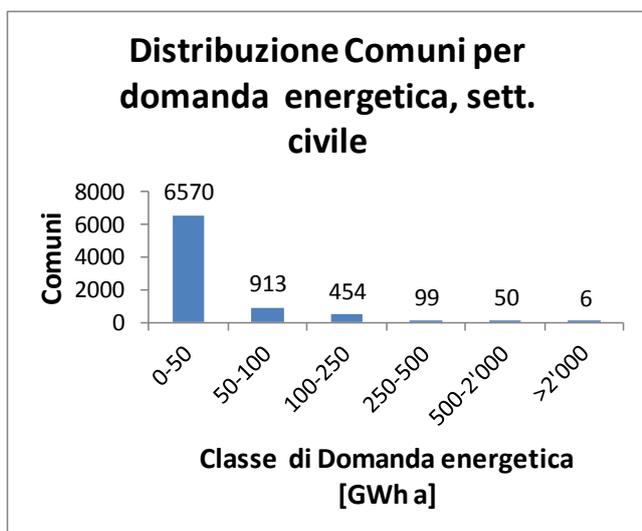


Figura 1 - Distribuzione comuni italiani in funzione della classe di domanda energetica per riscaldamento, settore civile

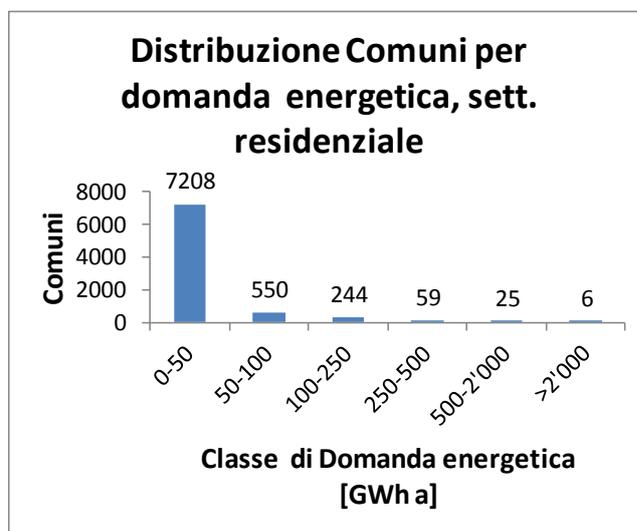


Figura 2 - Distribuzione comuni italiani in funzione della classe di domanda energetica per riscaldamento, settore residenziale

In Tabella 13 sono presentati i primi dieci comuni italiani per domanda di energia per riscaldamento. Per entrambi i settori, civile e residenziale, la domanda dei primi 10 comuni rappresenta circa il 13% della domanda nazionale.

Tabella 13 - Primi dieci comuni italiani per domanda energetica per riscaldamento

Comuni	Energia per riscaldamento, settore civile [GWha]	Comuni	Energia per riscaldamento, settore residenziale [GWha]
Roma	11'631	Roma	8'359
Milano	9'613	Milano	5'284
Torino	5'856	Torino	3'876
Genova	3'525	Genova	2'395
Bologna	3'511	Bologna	2'051
Firenze	2'941	Firenze	2'048
Napoli	1'982	Napoli	1'692
Parma	1'951	Perugia	1'290
Verona	1'801	Verona	1'213
Perugia	1'290	Venezia	1'149

Il passaggio ad un ambito territoriale intermedio tra comuni e regioni, l'ambito provinciale, è ottenuto dalla somma delle domande di energia per riscaldamento dei comuni della provincia considerata. Per l'ambito provinciale si osserva che la domanda di energia per riscaldamento è caratterizzata da un ordine di grandezza superiore rispetto a quella comunale. Nelle prime tre classi di domanda (domanda ≤ 2500 GWha), ricadono il 58% circa delle province per quanto riguarda il settore civile (Figura 3), e circa il 75% delle province per quanto riguarda il settore residenziale (Figura 4).

Analogamente a quanto osservato per i comuni, anche per le province il rapporto tra la domanda del settore residenziale e la domanda del settore civile a livello provinciale è uguale a quello a livello regionale.

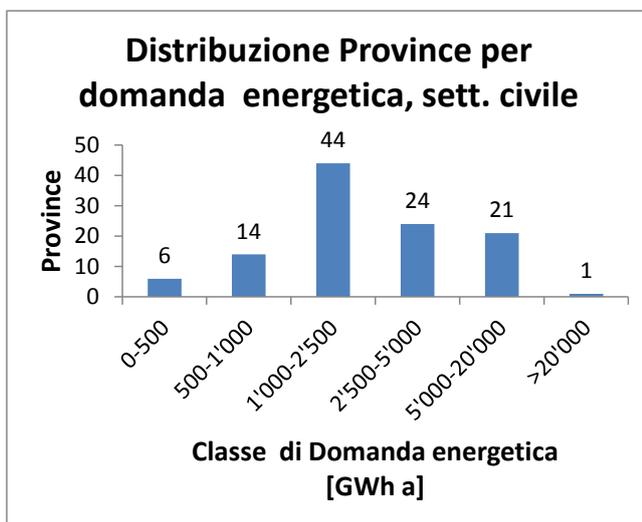


Figura 3 - Distribuzione province italiane in funzione della classe di domanda energetica per riscaldamento, settore civile

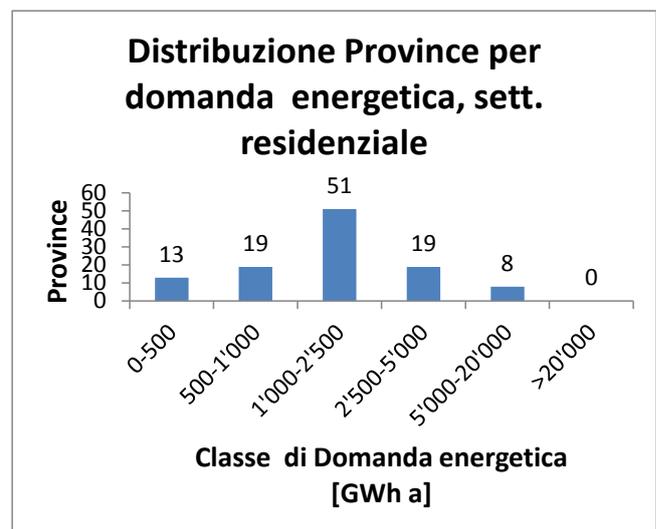


Figura 4 - Distribuzione province italiane in funzione della classe di domanda energetica per riscaldamento, settore residenziale

In Tabella 14 sono presentate le prime dieci province italiane per domanda energetica per riscaldamento. Le differenze di graduatoria tra settore civile e residenziale sono legate al differente peso percentuale del settore residenziale rispetto al settore civile nelle differenti regioni.

Tabella 14 - Prime dieci province italiane per domanda energetica per riscaldamento

Province	Energia per riscaldamento, settore civile [GW _h a]	Province	Energia per riscaldamento, settore residenziale [GW _h a]
Milano	22'835	Roma	13'176
Roma	18'335	Milano	12'551
Torino	15'873	Torino	10'506
Brescia	9'902	Firenze	5'683
Bologna	9'313	Napoli	5'568
Bergamo	8'556	Brescia	5'443
Firenze	8'159	Bologna	5'439
Varese	7'707	Perugia	5'079
Modena	6'765	Bergamo	4'703
Perugia	6'745	Padova	4'509

2 Analisi delle reti di TLR esistenti

2.1 Stato attuale teleriscaldamento – analisi delle reti

In questa sezione vengono illustrati i risultati e le modalità di analisi svolte sullo stato esistente del teleriscaldamento (TLR) in Italia. L'indagine è stata sviluppata territorialmente a livello regionale, provinciale e comunale, prendendo il 2011 come anno di riferimento, in quanto erano disponibili i dati dell'ultimo censimento ISTAT, l'analisi è stata comunque effettuata per il biennio 2011-2012. Pertanto, in seguito saranno illustrati anche i risultati per il 2012.

Partendo dall'esame dei dati messi a disposizione delle associazioni di categoria a livello comunale, inizialmente, è stata effettuata una capillare indagine sulle reti TLR esistenti, a livello comunale come elencata nelle Tabella 17, Tabella 19, Tabella 20, Tabella 21, Tabella 22, Tabella 23, Tabella 15, Tabella 16 e Tabella 18.

Ai fini di una chiara e completa interpretazione dei risultati che saranno presentati, nelle stesse tabelle è riportata l'evoluzione del sistema nazionale del TLR, ovvero, i comuni sede di nuove reti confrontati con i dati del 2011. In particolare, si evidenzia che le reti di teleriscaldamento presenti nell'analisi per l'anno 2012 e assenti in quella del 2011, in quanto i dati tecnici non sono stati dichiarati dai gestori, sono per la maggior parte di casi, reti a energia rinnovabile. Tra queste si distinguono le geotermiche ubicate in Toscana e quelle a biomassa in Trentino Alto Adige, Veneto, Val d'Aosta, Piemonte e Lombardia. Si precisa che queste reti pur non essendo state "censite" nel 2011 hanno una data di inizio esercizio risalente al periodo 1996-2002 le geotermiche (escludendo la centrale di Lardarello del 1950) e al 1995-2012 quelle a biomassa.

Nelle Figura 5 e Figura 6 sono rappresentati per ciascuna regione la somma del numero di reti TLR complessivamente esistenti e la corrispondente estensione totale.

Sempre a livello regionale nelle Figura 7 e Figura 8 sono riportate per il 2012 la lunghezza totale delle reti distinte in base al livello termico, il cui incremento è risultato equivalente in termini di aumento delle reti. Di fatto, dalla stessa figura si può osservare che non ci sono stati forti mutamenti, si segnala un incremento per la Toscana, Trentino Alto Adige, Veneto e Lombardia. Come più volte sarà evidenziato nel corso della trattazione tale incremento non è sempre reale ma è dovuta alla mancata comunicazione dei dati da parte dei gestori.

Tabella 15- Assetto comunale delle reti TLR nelle regioni Val d'Aosta e Veneto.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
VAL D'AOSTA	POLLEIN	TELERISCALDAMENTO Autoporto di Pollein	POLLEIN	TELERISCALDAMENTO Autoporto di Pollein
VAL D'AOSTA	MORGEX	TELERISCALDAMENTO di Morgex	MORGEX	TELERISCALDAMENTO di Morgex
VAL D'AOSTA	PRE SAINT DIDIER	TELERISCALDAMENTO di Pre Saint Didier	PRE SAINT DIDIER	TELERISCALDAMENTO di Pre Saint Didier
VAL D'AOSTA	LA THUILE	TELERISCALDAMENTO di LA Thuile	LA THUILE	TELERISCALDAMENTO di LA Thuile
Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
VENETO	VERONA	FORTE PROCOLO	VERONA	FORTE PROCOLO
VENETO	VICENZA	VICENZA 1	VICENZA	VICENZA 1
VENETO	VICENZA	PARCO CITTA'	VICENZA	PARCO CITTA'
VENETO	S.STEFANO DI CADORE	TLR S. Stefano		

Tabella 16-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Toscana.

Anno 2012			ANNO 2011		
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	
TOSCANA	POMARANCE	SAN DALMAZIO	SAN DALMAZIO	TELERISCALDAMENTO	ND
TOSCANA	POMARANCE	SERRAZZANO			
TOSCANA	POMARANCE	LUSTIGNANO			
TOSCANA	POMARANCE	MONTECERBOLI			
TOSCANA	POMARANCE	POMARANCE			
TOSCANA	POMARANCE	LARDERELLO	LARDERELLO	VILLAGGIO ENEL	ND
TOSCANA	POMARANCE	LARDERELLO	MONTEROTONDO MARITTIMO	TELERISCALDAMENTO	ND

Tabella 17-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Marche.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
MARCHE	OSIMO	QUARTIER SUD OVEST	OSIMO	QUARTIER SUD OVEST

Tabella 18-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Lazio.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
LAZIO	ROMA	TORRINO SUD/MOSTACCIANO	ROMA	TORRINO SUD/MOSTACCIANO

Tabella 19-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Emilia Romagna.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
E. ROMAGNA	BAGNO DI ROMAGNA	TLR BAGNO DI	BAGNO DI ROMAGNA	TLR BAGNO DI ROMAGNA

		ROMAGNA		
E. ROMAGNA	BOLOGNA	S.giacomo - Università 1 e 3	BOLOGNA	S.giacomo - Università 1 e 3
E. ROMAGNA	BOLOGNA	Fossolo	BOLOGNA	Fossolo
E. ROMAGNA	BOLOGNA	BARCA	BOLOGNA	BARCA
E. ROMAGNA	BOLOGNA	Telefrullo	BOLOGNA	Telefrullo
E. ROMAGNA	BOLOGNA	San Biagio	BOLOGNA	San Biagio
E. ROMAGNA	BOLOGNA	Navile	BOLOGNA	Navile
E. ROMAGNA	CASTEL MAGGIORE	RETE DI CASTELMAGGIORE	Castel Maggiore	RETE DI CASTELMAGGIORE
E. ROMAGNA	CASALECCHIO DI RENO	ECOCITY	CASALECCHIO DI RENO	ECOCITY
E. ROMAGNA	FERRARA	TERMODOTTO	FERRARA	TERMODOTTO
E. ROMAGNA	IMOLA	Rete di Teleriscaldamento urbana	IMOLA	Rete di Teleriscaldamento urbana
E. ROMAGNA	MANTOVA	CITTA' DI MANTOVA	MANTOVA	CITTA' DI MANTOVA
E. ROMAGNA	MODENA	GIARDINO	MODENA	GIARDINO
E. ROMAGNA	MODENA	3° PEEP	MODENA	3° PEEP
E. ROMAGNA	MODENA	EX MERCATO	MODENA	EX MERCATO
E. ROMAGNA	MONTERENZIO	PRINCIPALE	MONTERENZIO	PRINCIPALE
E. ROMAGNA	REGGIO EMILIA	RETE2	REGGIO EMILIA	RETE2
E. ROMAGNA	RIMINI	PEEP MARECCHIESE	RIMINI	PEEP MARECCHIESE
E. ROMAGNA	RIMINI	PEEP VISERBA	RIMINI	PEEP VISERBA
E. ROMAGNA	PARMA	TOSCANA FARNESE	PARMA	TLR PARMA
E. ROMAGNA	CESENA	CESENA IPPODROMO	CESENA	CESENA IPPODROMO
E. ROMAGNA	FORLI'	CENTRO LOGISTICO	CESENA	CESEMNA BUFALINI
E. ROMAGNA	FORLI'	IPER FIERA DI FORLI'	FORLI'	IPER FIERA DI FORLI'
E. ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA CENTRO	RAVENNA	RAVENNA CENTRO
E. ROMAGNA	CASTEL BOLOGNESE	TLR CASTEL BOLOGNESE	CASTEL BOLOGNESE	TLR CASTEL BOLOGNESE
E. ROMAGNA	SAN FELICE SUL PANARO	TLR SAN FELICE SUL PANARO	SAN FELICE SUL PANARO	TLR SAN FELICE SUL PANARO
E. ROMAGNA	MIRANDOLA	TLR MIRANDOLA	MIRANDOLA	TLR MIRANDOLA
E. ROMAGNA	PIACENZA	TLR PIACENZA	PIACENZA	TLR PIACENZA
E. ROMAGNA	BOMPORTO	RETE BOMPORTO 1	BOMPORTO	RETE BOMPORTO 1

Tabella 20-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Lombardia.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
LOMBARDIA	SONDALO	TELERISCALDAMENTO di SONDALO	SONDALO	TELERISCALDAMENTO di SONDALO
LOMBARDIA	TIRANO	TELERISCALDAMENTO di TIRANO	TIRANO	TELERISCALDAMENTO di TIRANO
LOMBARDIA	SANTA CATERINA VALFURVA	TLR di SANTA CATERINA VALFURVA	SANTA CATERINA VALFURVA	TLR di SANTA CATERINA VALFURVA
LOMBARDIA	TEMU'-PONTE DI LEGNO	TLR di TEMU'-PONTE DI LEGNO	TEMU'-PONTE DI LEGNO	TLR di TEMU'-PONTE DI LEGNO
LOMBARDIA	Como	COMO-1	Como	COMO-1
LOMBARDIA	Brescia	Brescia	Brescia	Brescia
LOMBARDIA	COLLIO	TELERISCALDAMENTO COLLIO E S. COLOMBANO		
LOMBARDIA	SELLERO	TELERISCALDAMENTO SELLERO NOVELLE		
LOMBARDIA	CREMONA	TELERISCALDAMENTO CREMONA	CREMONA	TELERISCALDAMENTO CREMONA
LOMBARDIA	SEDRINA	TELERISCALDAMENTO SEDRINA		
LOMBARDIA	MILANO	TELERISCALDAMENTO TOTALE	MILANO	TELERISCALDAMENTO TOTALE
LOMBARDIA	CINISELLO BALSAMO	CINISELLO		
LOMBARDIA	SAN DONATO MILANESE	METANOPOLI	SAN DONATO MILANESE	METANOPOLI
LOMBARDIA	VARESE	TELERISCALDAMENTO	VARESE	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	MONZA	MONZA CENTRO	MONZA	MONZA CENTRO
LOMBARDIA	MONZA	MONZA SUD	MONZA	MONZA SUD
LOMBARDIA	MONZA	MONZA NORD	MONZA	MONZA NORD
LOMBARDIA	BERGAMO	TELERISCALDAMENTO	BERGAMO	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	VOGHERA	TELERISCALDAMENTO di VOGHERA EST	VOGHERA	TELERISCALDAMENTO di VOGHERA EST
LOMBARDIA	CASSANO D'ADDA	TELERISCALDAMENTO	CASSANO D'ADDA	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	LODI	TELERISCALDAMENTO	LODI	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	LEGNANO CASTELLANZA	TELERISCALDAMENTO	LEGNANO CASTELLANZA	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	RHO	RHO NORD-OVEST	RHO	RHO NORD-OVEST
LOMBARDIA	SEREGNO	RETE SEREGNO	SEREGNO	RETE SEREGNO
LOMBARDIA	DESIO-BOVISIO M. - VAREDO	TELERISCALDAMENTO	DESIO-BOVISIO M. - VAREDO	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	MORBEGNO CITTA'	MORBEGNO CITTA'	MORBEGNO CITTA'	MORBEGNO CITTA'
LOMBARDIA	RHO	RHO - PERO-FIERA	RHO	RHO - PERO-FIERA
LOMBARDIA	BUSTO ARSIZIO	TELERISCALDAMENTO di Busto Arsizio Linea 1	BUSTO ARSIZIO	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA	CASTEGNATO	TELERISCALDAMENTO	CASTEGNATO	TELERISCALDAMENTO
LOMBARDIA			MONTEROSSO	TELERISCALDAMENTO

Tabella 21-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Piemonte.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
PIEMONTE	Acqui Terme (Al)	TELERISCALDAMENTO Acqui Terme	Acqui Terme (Al)	TELERISCALDAMENTO Acqui Terme
PIEMONTE	BIELLA	Rete Cittadina BIELLA		
PIEMONTE	ALBA (CN)	TELERISCALDAMENTO ALBA	ALBA (CN)	TELERISCALDAMENTO ALBA
PIEMONTE	RACCONIGI (CN)	TELERISCALDAMENTO RACCONIGI		
PIEMONTE	SALUZZO (CN)	TELERISCALDAMENTO SALUZZO		
PIEMONTE	CANALE	TELERISCALDAMENTO	CANALE	TELERISCALDAMENTO
PIEMONTE	TORINO	TORINO	TORINO	TORINO
			TORINO	LE VALLETTE
PIEMONTE	BARDONECCHIA	TELERISCALDAMENTO	BARDONECCHIA	TELERISCALDAMENTO
PIEMONTE	SETTIMO TORINESE	TELERISCALDAMENTO	SETTIMO TORINESE	TELERISCALDAMENTO
PIEMONTE	RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO	TELERISCALDAMENTO di RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO	RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO	TELERISCALDAMENTO di RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO
PIEMONTE	FOSSANO	TELERISCALDAMENTO di FOSSANO	FOSSANO	TELERISCALDAMENTO di FOSSANO
PIEMONTE	PIOSSASCO	TELERISCALDAMENTO di PIOSSASCO	PIOSSASCO	TELERISCALDAMENTO di PIOSSASCO
PIEMONTE	SALUZZO	TELERISCALDAMENTO di SALUZZO	SALUZZO	TELERISCALDAMENTO di SALUZZO
PIEMONTE	PIOBESI TORINESE	TELERISCALDAMENTO di PIOBESI TORINESE	PIOBESI TORINESE	TELERISCALDAMENTO di PIOBESI TORINESE
PIEMONTE	CORTEMILIA	TELERISCALDAMENTO di CORTEMILIA	CORTEMILIA	TELERISCALDAMENTO di CORTEMILIA
PIEMONTE	ORMEA	TELERISCALDAMENTO di ORMEA		
PIEMONTE	BORGARO TORINESE	ANACONDA	BORGARO TORINESE	ANACONDA
PIEMONTE	PINEROLO	RETE PINEROLO LOTTO 1	PINEROLO	RETE PINEROLO LOTTO 1
PIEMONTE	CASALE MONFERRATO	RETE CASALE MONFERRATO	CASALE MONFERRATO	RETE CASALE MONFERRATO
PIEMONTE	SESTRIERE	RETE DI SESTRIERE BORGATA	SESTRIERE	RETE DI SESTRIERE BORGATA
PIEMONTE	CESANA TORINESE	RETE DI SAN CESANA-SAN SICARIO	CESANA TORINESE	RETE DI SAN CESANA-SAN SICARIO
PIEMONTE	PRAGELATO	RETE DI PRAGELATO	PRAGELATO	RETE DI PRAGELATO
PIEMONTE	LEINI'	TELERISCALDAMENTO	LEINI'	TELERISCALDAMENTO

Tabella 22-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Liguria.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
LIGURIA	Genova	TLR RETE Sampierdarena	Genova	TLR RETE Sampierdarena
LIGURIA	Cairo	TLR Cairo Montenotte	CAIRO	TLR Cairo Montenotte

Tabella 23-Assetto comunale delle reti TLR nella regione Trentino Alto Adige.

Anno 2012			ANNO 2011	
REGIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE
TRENTINO ALTO ADIGE	ROVERETO	RETE TLR CT MANZONI	ROVERETO	RETE TLR CT MANZONI
TRENTINO ALTO ADIGE	ROVERETO	RETE TLR CT ZONA INDUSTRIALE	ROVERETO	RETE TLR CT ZONA INDUSTRIALE
TRENTINO ALTO ADIGE	BOLZANO	Bolzano sud	BOLZANO	Bolzano sud
TRENTINO ALTO ADIGE	DOBBIACO-SAN-CANDIDO	TELERISCALDAMENTO di DOBBIACO-SAN-CANDIDO	DOBBIACO-SAN-CANDIDO	TELERISCALDAMENTO di DOBBIACO-SAN-CANDIDO
TRENTINO ALTO ADIGE	RASUN	TELERISCALDAMENTO di RASUN	RASUN	TELERISCALDAMENTO di RASUN
TRENTINO ALTO ADIGE	VALDAORA	TLR VALDAORA	VALDAORA	TLR VALDAORA
TRENTINO ALTO ADIGE	VALDAORA	TLR SORAFURCIA		
TRENTINO ALTO ADIGE	LA VILLA	TLR LA VILLA	LA VILLA	TLR LA VILLA
TRENTINO ALTO ADIGE	ANTERSELVA	TLR ANTERSELVA	ANTERSELVA	TLR ANTERSELVA
TRENTINO ALTO ADIGE	VALLES	TLR VALLES	VALLES	TLR VALLES
TRENTINO ALTO ADIGE	MONGUELFO-VILLABASSA	TLR MONGUELFO-VILLABASSA	MONGUELFO-VILLABASSA	TLR MONGUELFO-VILLABASSA
TRENTINO ALTO ADIGE	VANDOIES	TLR VANDOIES	VANDOIES	TLR VANDOIES
TRENTINO ALTO ADIGE	BRUNICO	RETE DI TELERISCALDAMENTO DI BRUNICO	BRUNICO	RETE DI TELERISCALDAMENTO DI BRUNICO
TRENTINO ALTO ADIGE	CAVALESE	RETE DI TELERISCALDAMENTO di Cavalese	CAVALESE	RETE DI TELERISCALDAMENTO di Cavalese
TRENTINO ALTO ADIGE	SIROR E TONADICO	TLR S. MARTINO DI CASTROZZA	S.MARTINO DI CASTROZZA	TLR S. MARTINO DI CASTROZZA
TRENTINO ALTO ADIGE	FIERA DI PRIMIERO , SIROR MEZZANO E TONADICO	VALLE DI PRIMIERO		
TRENTINO ALTO ADIGE	PREDAZZO	TLR PREDAZZO	PREDAZZO	TLR PREDAZZO
TRENTINO ALTO ADIGE	FONDO	TLR FONDO	FONDO	TLR FONDO
TRENTINO ALTO ADIGE	COREDO	RETE DI TELERISCALDAMENTO DI COREDO	COREDO	RETE DI TELERISCALDAMENTO DI COREDO

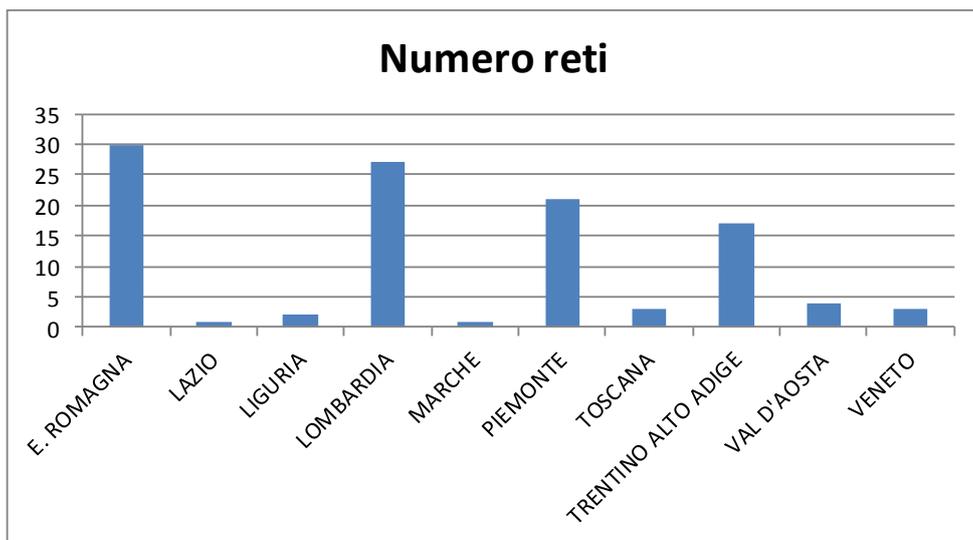


Figura 5 – Reti esistenti complessivamente nell'anno 2011.

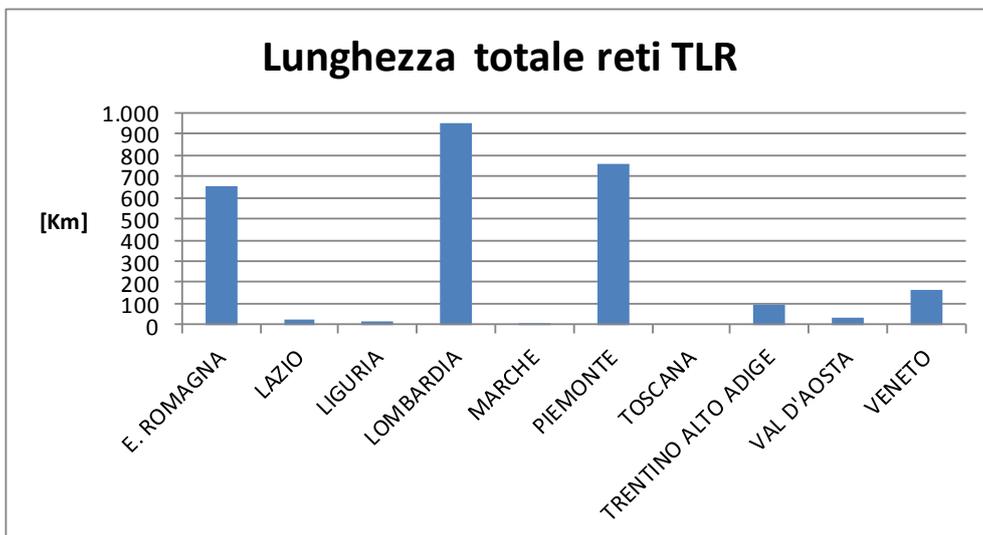


Figura 6 – Lunghezza delle reti esistenti nell'anno 2011.

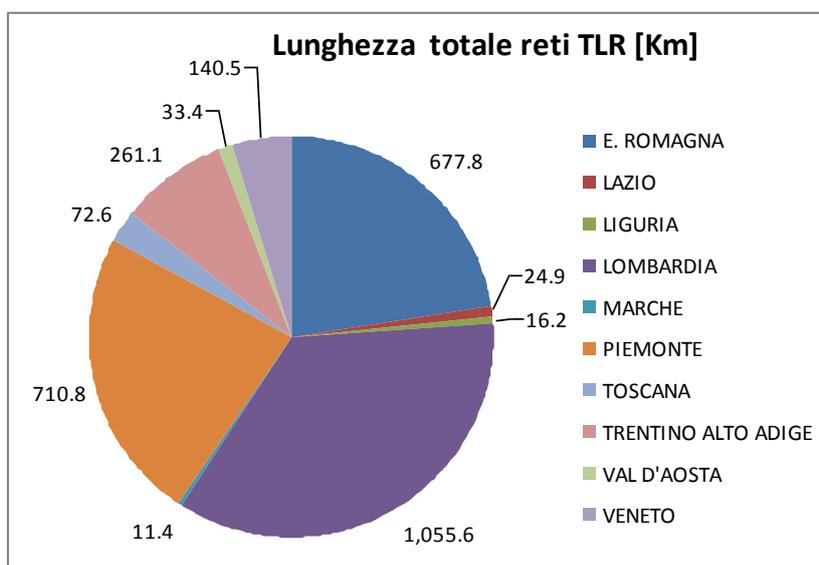


Figura 7 – Lunghezza delle reti esistenti nell'anno 2012.

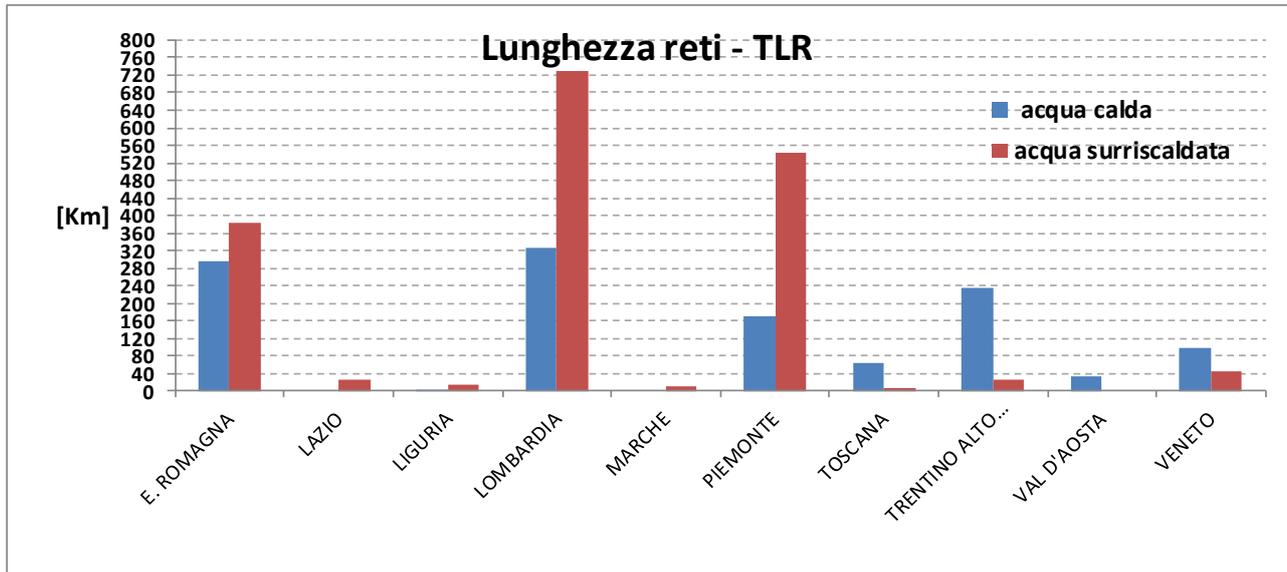


Figura 8 – Lunghezza per tipologia delle reti esistenti nell'anno 2012.

Individuati i comuni caratterizzati dal TLR, sono state definite le tipologie di utenze (residenziale, terziarie e produttive) allacciate alle reti presenti. L'obiettivo si prefiggeva di individuare quali sono le tipologie di utenze la cui domanda termica è principalmente soddisfatta dal TLR.

Pertanto, per ogni tipologia è stata valutata la volumetria riscaldata dal TLR. Nelle Figura 9 e Figura 10 si riportano per il 2011 e il 2012 la volumetria soddisfatta dal TLR per tipologia di utenza. Si constata che le utenze allacciate alle reti TLR sono principalmente quelle del settore residenziale, seguite dal terziario e produttivo.

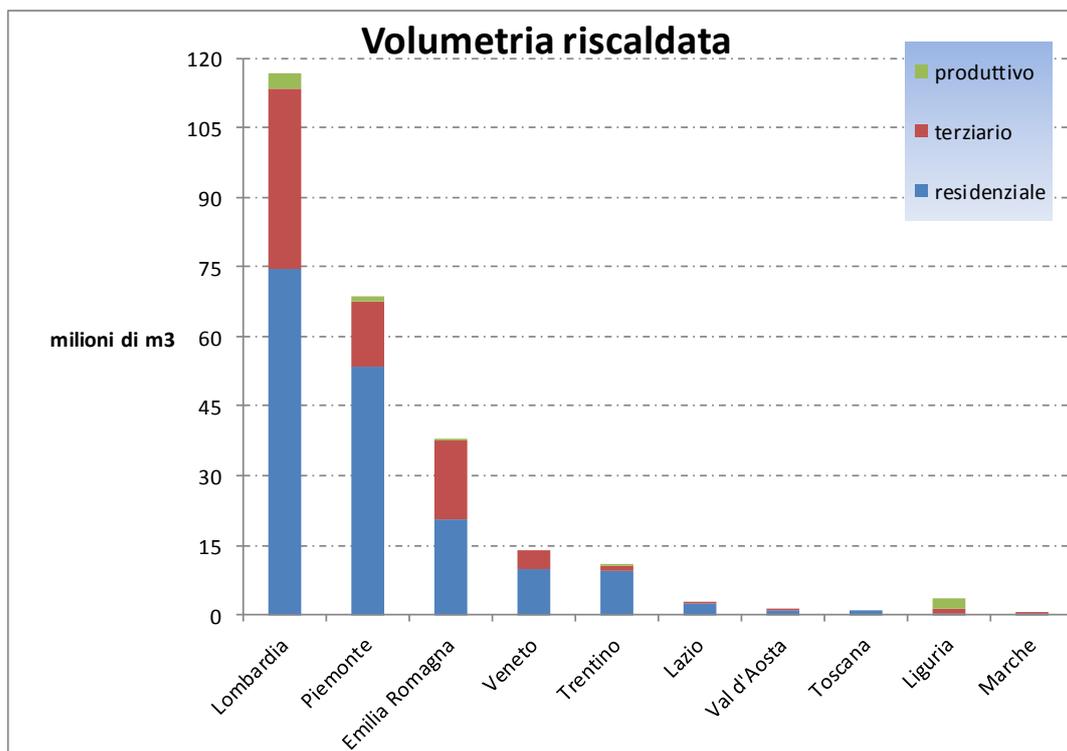


Figura 9 – Volumetria totale riscaldata per tipologia di utenza nell'anno 2011.

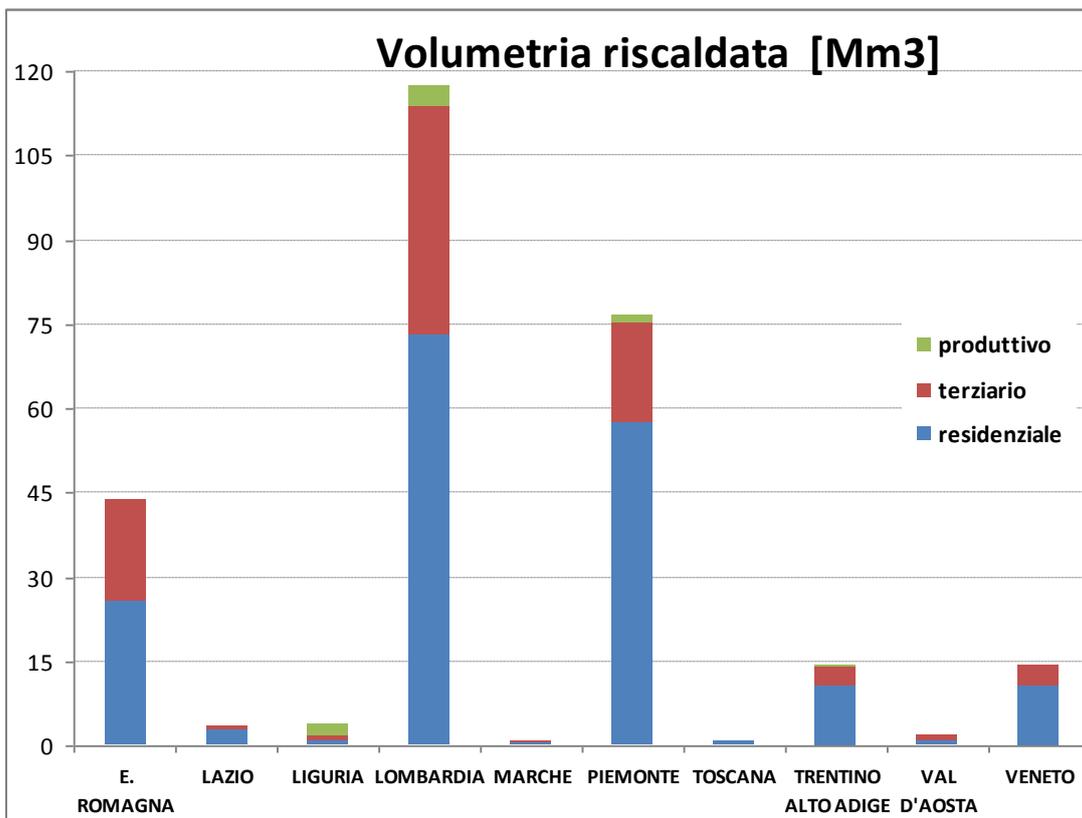


Figura 10 – Volumetria totale riscaldata per tipologia di utenza nell’anno 2012.

Mentre in Figura 11 e Figura 12 si riportano le percentuali regionali delle volumetrie totali riscaldate in rapporto al valore nazionale, rispettivamente per l’anno 2011 e per l’anno 2012. Come risulta dai grafici, la Lombardia è la regione con il TLR più diffuso e le variazioni delle volumetrie riscaldate si registrano solo in alcune regioni e tra l’altro sono minime diminuzioni.

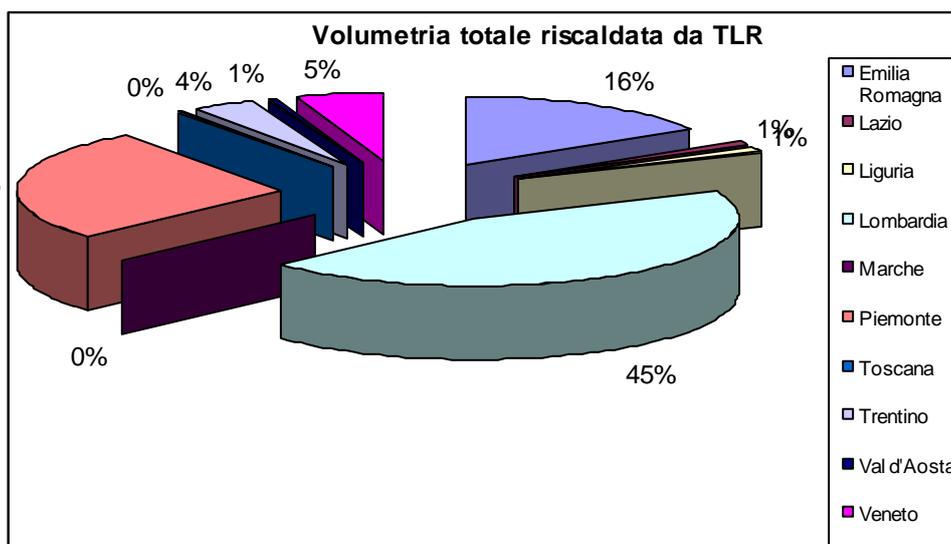


Figura 11 – Volumetria totale riscaldata dalle reti esistenti nell’anno 2011.

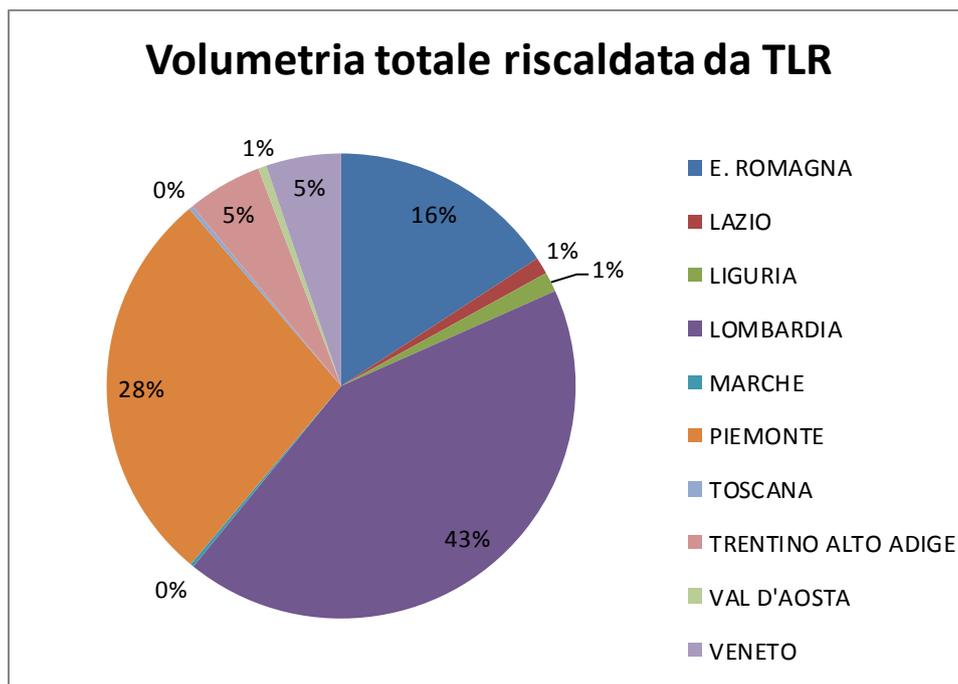


Figura 12 – Volumetria totale riscaldata dalle reti esistenti nell'anno 2012.

Vista la scarsa variazione documentata si riporta in Figura 13, a livello provinciale, l'andamento della volumetria riscaldata dal TLR per il solo 2011.

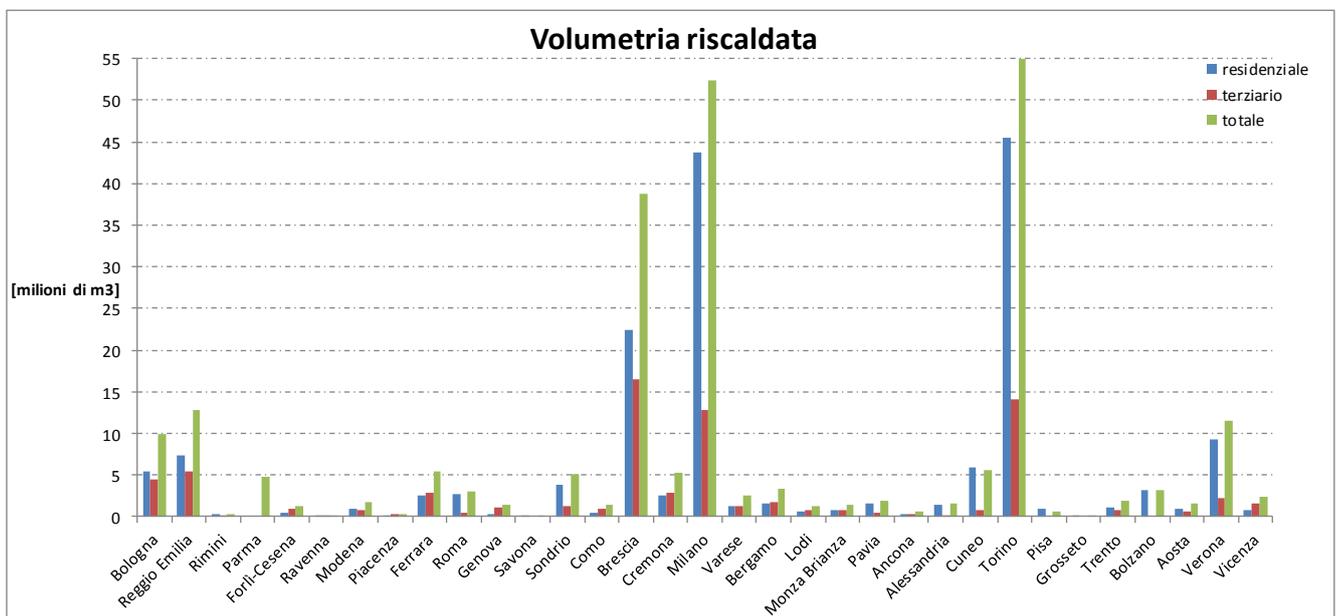


Figura 13 – Volumetria provinciale totale riscaldata per tipologia di utenza nell'anno 2011.

Si conclude, che la regione Lombardia e la provincia di Torino sono le aree maggiormente teleriscaldate in Italia.

Sempre considerando la distinzione topologica della volumetria riscaldata, è stata calcolata la ripartizione della quantità di energia termica totale, ovvero, l'energia termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria ACS, fornita da ogni rete TLR.

Nelle Figura 14 e Figura 15 sono rappresentati i risultati percentuali a livello regionale. Si ribadisce ancora una volta, che la leggera discordanza per il biennio 2011-2012 tra le % di energie termiche

totali fornite dalle reti, dipende oltre che dai dati climatici ambientali anche dalla mancanza di dati di alcune reti, tuttavia, le differenze tra i valori di energia per i due anni assumono valori attorno alle differenze tra le volumetrie riscaldate totali.

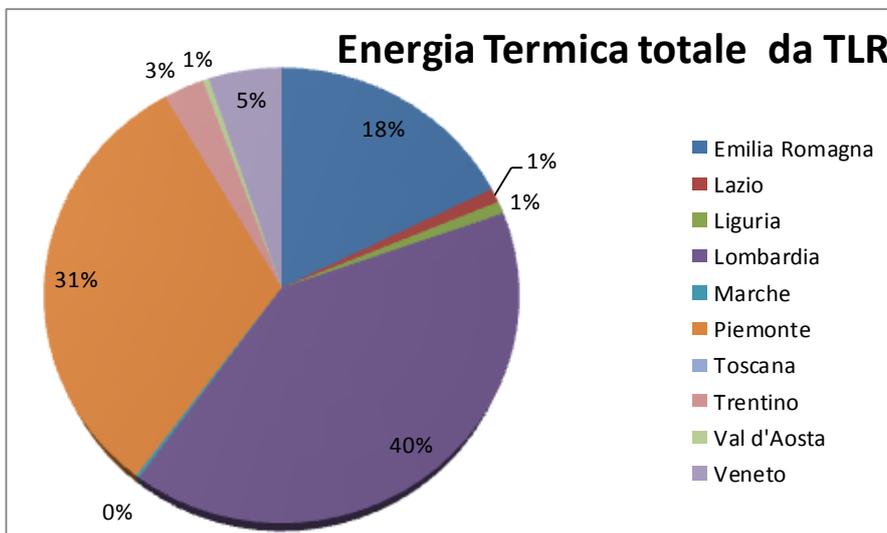


Figura 14 – Energia termica totale fornita dal TLR nell’anno 2011.

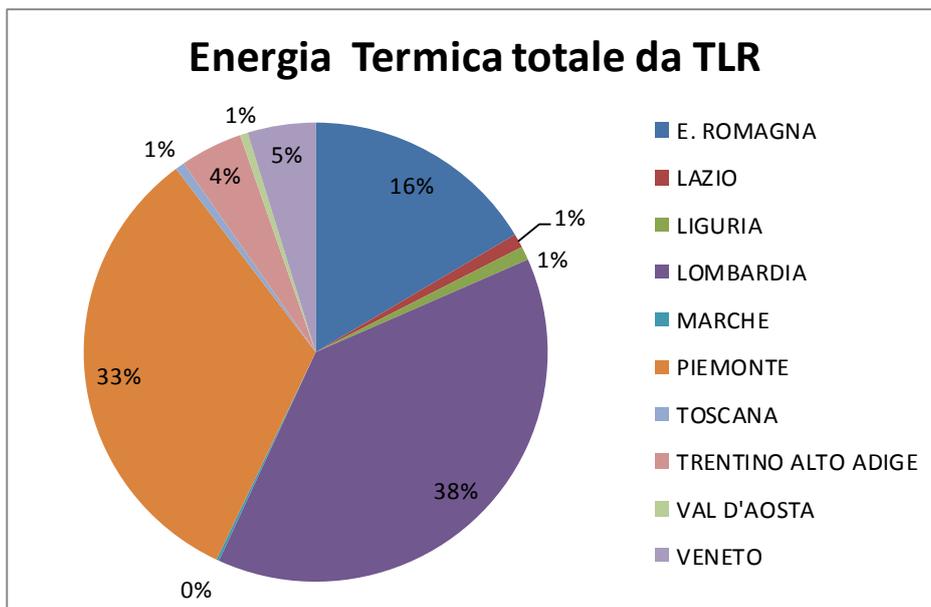


Figura 15 – Energia termica totale fornita dal TLR nell’anno 2012.

Nella Figura 16 si riporta la ripartizione provinciale dell’energia termica fornita nelle sue componenti, è interessante osservare, ovviamente, che l’andamento del grafico segue quello della ripartizione delle volumetrie.

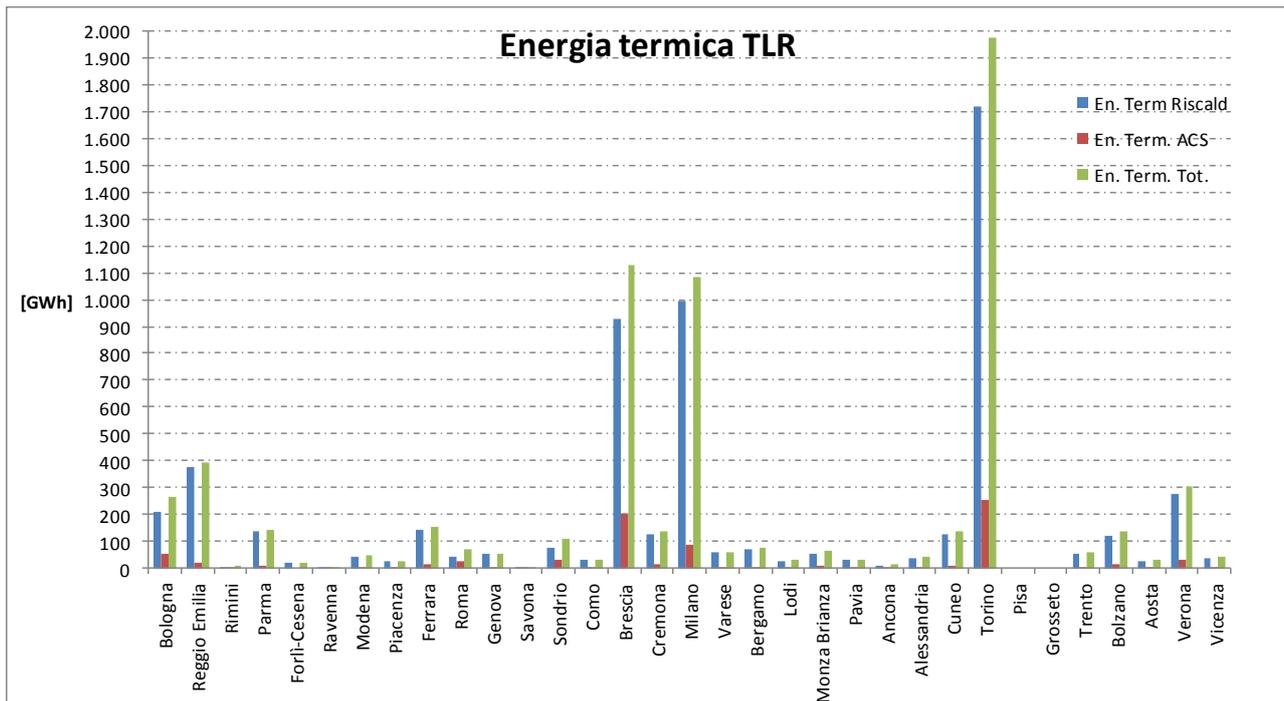


Figura 16 – Energia termica fornita a livello provinciale nell’anno 2011.

Infine, senza entrare nel dettaglio della tipologia e delle caratteristiche tecniche degli impianti di produzione della rete, che sarà illustrato in seguito, è stato assegnato al sistema di generazione termica il ruolo di volume di controllo (vdc) così da tener conto, al confine del vdc con il sistema di distribuzione, della parte di energia termica prodotta e non utilizzata come fluido termovettore per il riscaldamento e per la produzione di ACS.

Pertanto, tale energia indicata semplicemente con “E-FRIG” è stata sottratta all’energia termica totale prima dei nodi di stacco alle utenze, ovvero, in corrispondenza del collettore principale.

Nel corso dell’analisi, si è tenuto conto anche del tele-raffrescamento, ovvero dell’energia termica “E-FRIG da TLR” utilizzata per alimentare gli impianti di produzione di energia termica frigorifera ubicati nel singolo punto di utilizzo ovvero direttamente dall’utenza e quindi prelevata nel nodo di diramazione. In questo caso, tenendo conto sia degli impianti di raffrescamento centralizzati e sia di quelli distribuiti, per ogni singola rete è stata valutata l’energia complessivamente utilizzata per il raffrescamento.

Nelle Figura 17 e Figura 18 si riportano le regioni dove l’energia termica totale prodotta a monte della rete TLR viene utilizzata per la produzione di energia frigorifera sia centralizzata “E-FRIG” e sia distribuita “E-FRIG da TLR” .

Poiché, le quantità di energia termica per il raffrescamento sono di entità inferiore rispetto a quelle per il riscaldamento TLR, ovvero di ordine di grandezza differenti e quindi non visibilmente individuabili nello stesso grafico, si è preferito separare i grafici nelle figure sotto descritte.

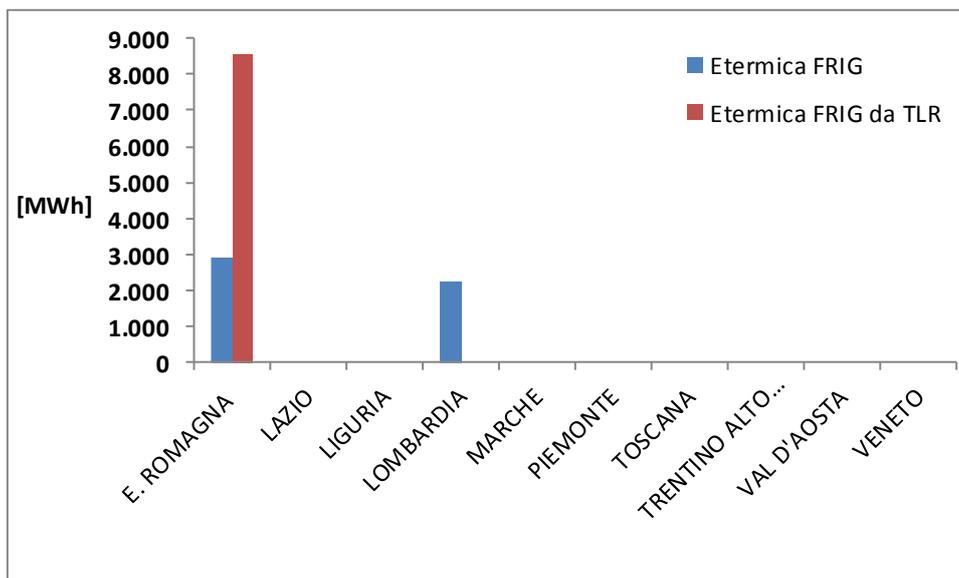


Figura 17 – Energia termica frigorifera nell’anno 2011.

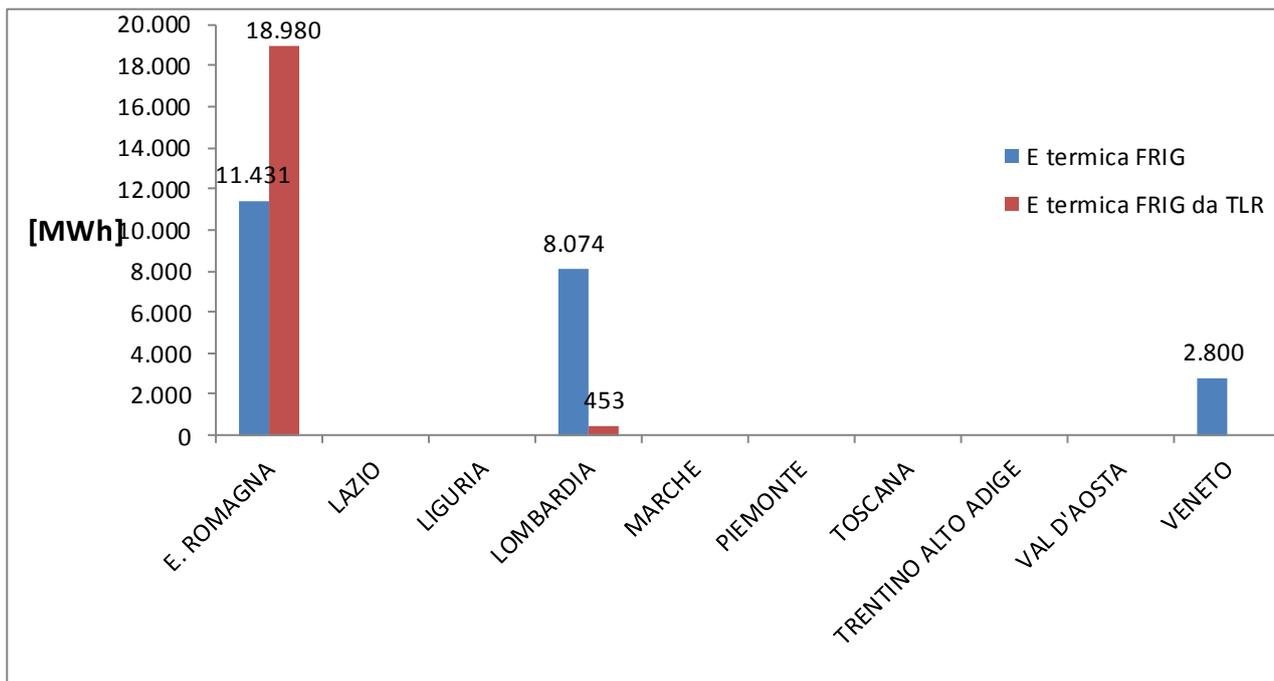


Figura 18 – Energia termica frigorifera nell’anno 2012.

I grafici sopra illustrati evidenziano la scarsa diffusione del teleraffrescamento, sia in termini di penetrazione urbana e sia in termini di quantità, tuttavia per le valutazioni che sono state effettuate, sia per le quantità di energia termica per il riscaldamento e sia per il successivo sviluppo del calcolo della spesa di energia primaria, è stata determinata l’energia termica netta detta energia termica di centrale, ovvero, l’energia termica prodotta complessivamente dai singoli impianti calcolata come la somma delle energie rilevate al collettore termico di centrale di ogni rete, decurtata dell’energia termica E- FRIG destinata ad alimentare gli impianti frigoriferi centralizzati.

Nelle Figura 19 e Figura 20 si riportano la produzione totale di energia termica netta regionale, energia termica di centrale, e la somma delle perdite di energia in ciascuna rete per ogni regione.

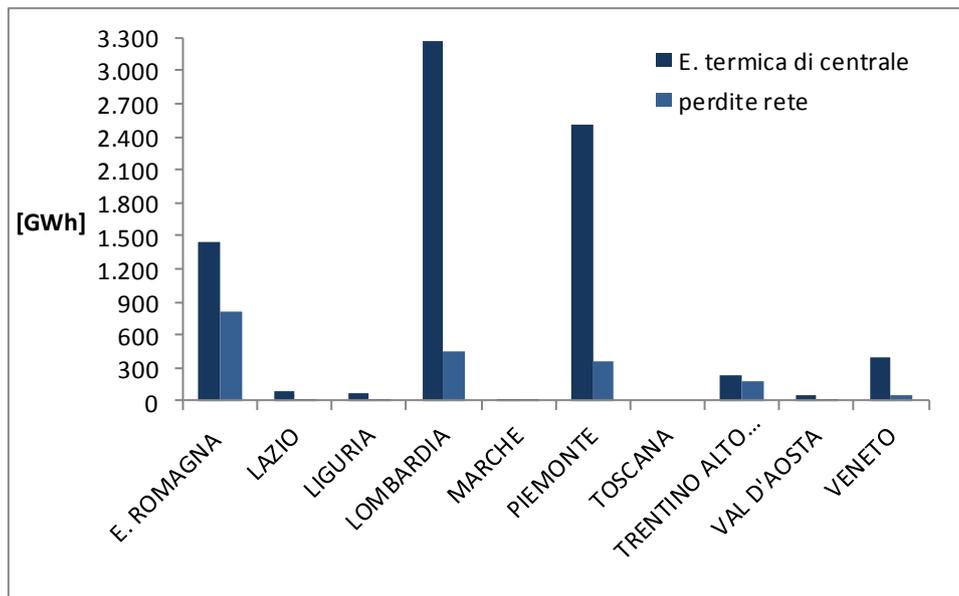


Figura 19 – Energia termica di centrale e dissipata nella rete nell’anno 2011.

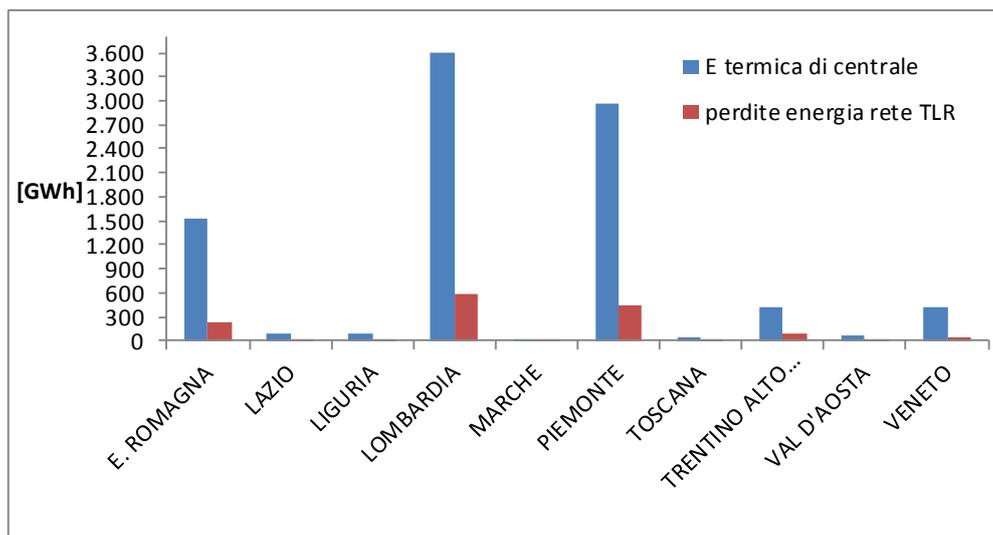


Figura 20 – Energia termica di centrale e dissipata nella rete nell’anno 2012.

Al fine di esaminare le prestazioni per ogni regione, è stata determinata oltre che la produzione totale di *energia termica netta per TLR*, ovvero, la somma di termica per TLR al netto della quota termica per la produzione frigorifera, anche la somma dell’energia dissipata, in ciascuna rete . Sostanzialmente è stato effettuato il confronto tra l’energia termica netta per TLR fornita all’utenza e quella prodotta dal sistema produttivo.

Nelle Figura 21 e Figura 22 si riportano rispettivamente la somma della produzione termica netta per TLR e le perdite di ogni rete per il solo 2012.

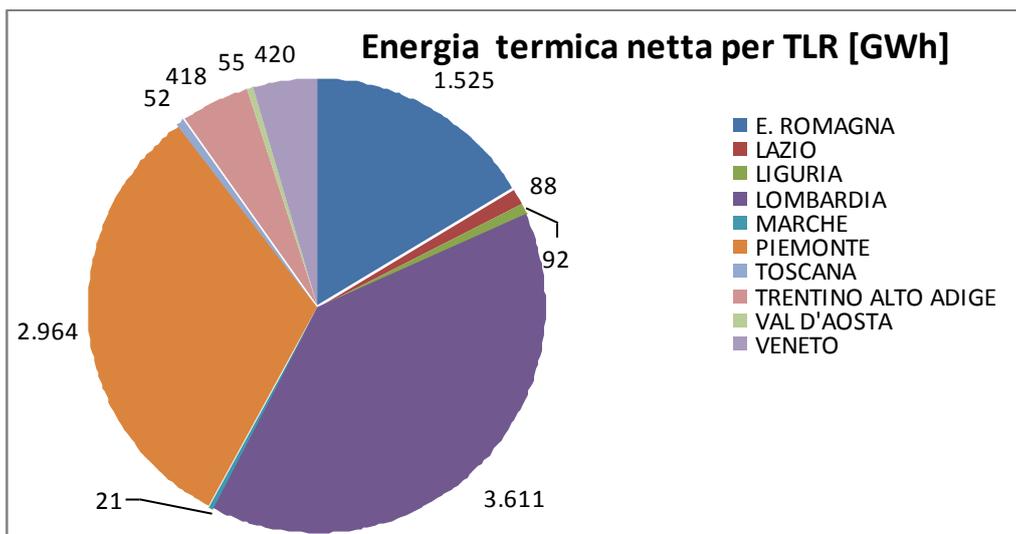


Figura 21 – Energia termica al netto dell'energia frigorifera - anno 2012.

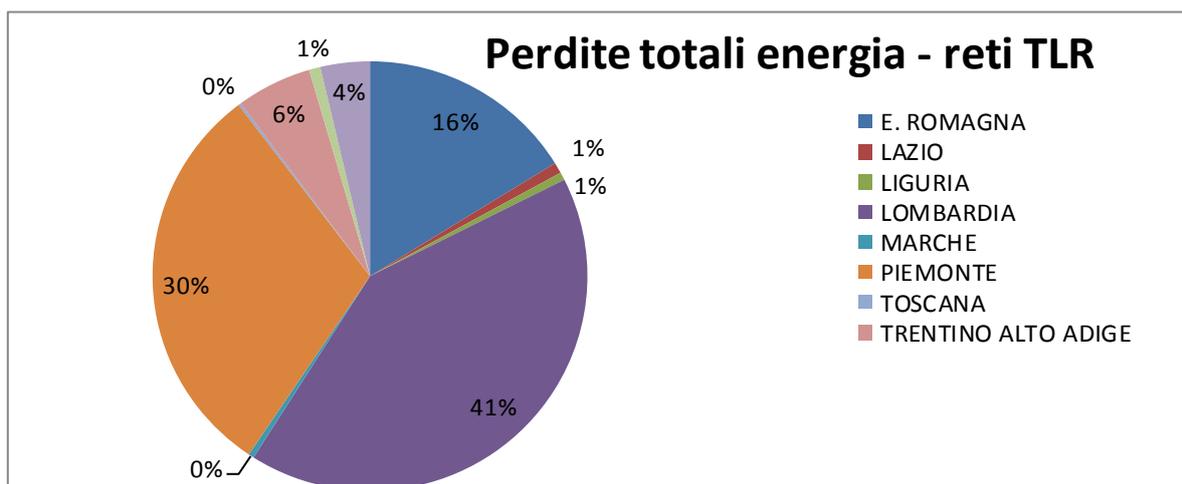


Figura 22 – Energia dissipata nella rete – anno 2012.

Inoltre, nel corso della caratterizzazione tecnica-energetica, per ogni nodo della rete nazionale TLR sono state esaminate sia le potenze termiche totali installate e sia la “bontà tecnica” di ogni impianto. Nella Figura 23 è rappresentata la situazione della potenza termica totale installata in ogni provincia.

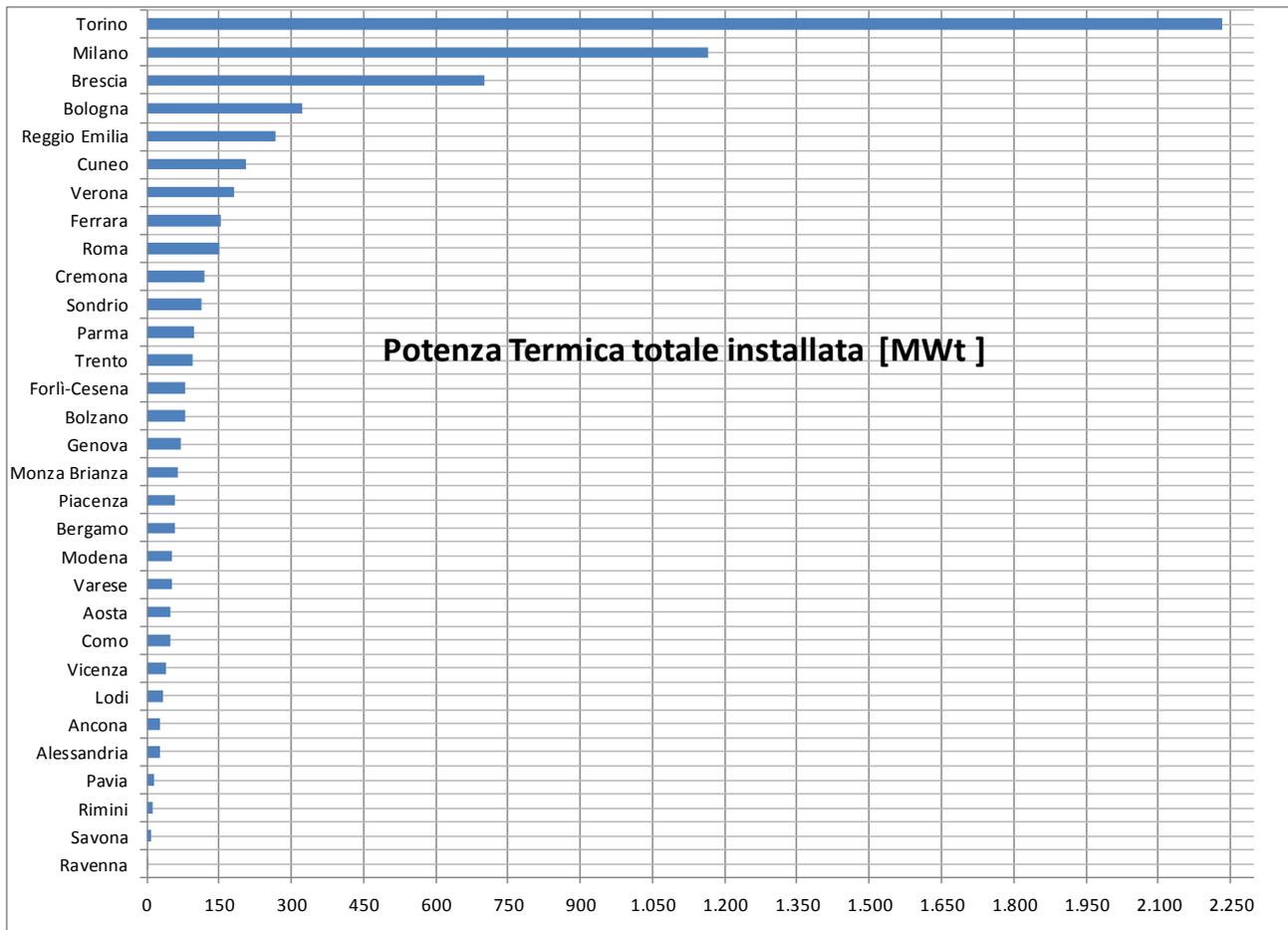


Figura 23 – Potenza termica totale provinciale – anno 2011.

Sempre per il solo 2012, grazie ai dati disponibili relativamente ad alcune reti che potremmo definire “nuove”, ma che effettivamente non lo sono in quanto, come più volte ripetuto, già esistenti prima del 2011, è stata effettuata l’analisi delle variazioni sulla potenza termica totale installata che viene rappresentata globalmente per ogni regione in Figura 24 . Da questo, si è potuto vedere come il parco nazionale del TLR è variato, in termini di potenza e di tecnologia installata. Questa indagine è servita a calcolare il consumo di combustibile del TLR e del sistema produttivo sostituito “SES”, graficati in Figura 25.

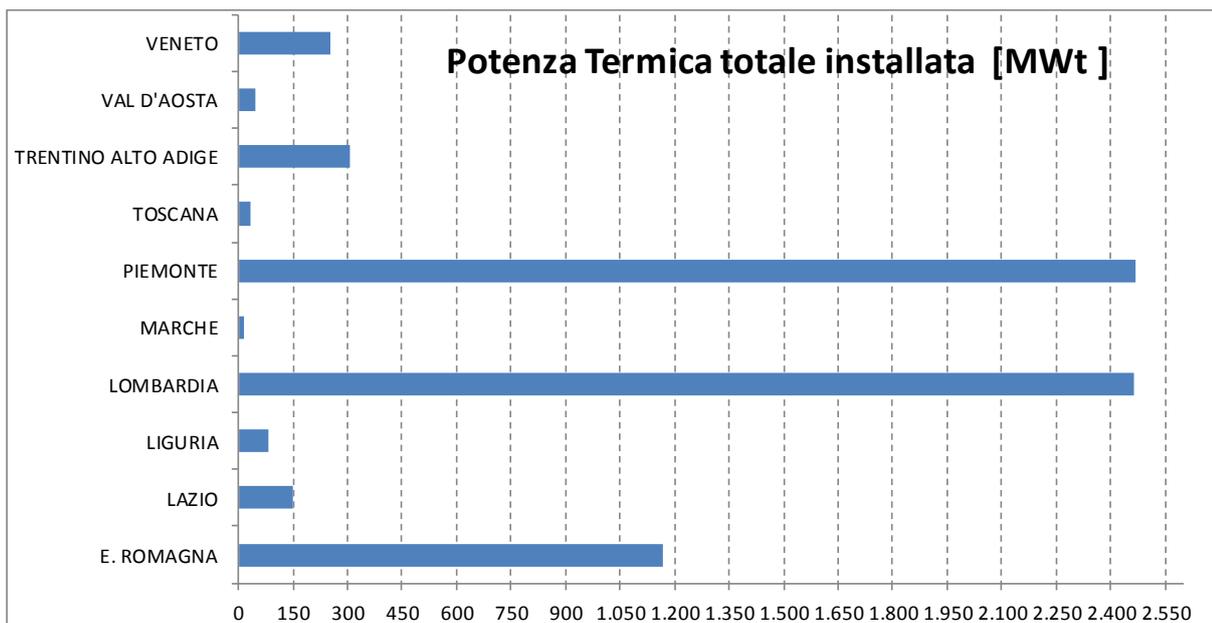


Figura 24 – Potenza termica totale regionale– anno 2012.

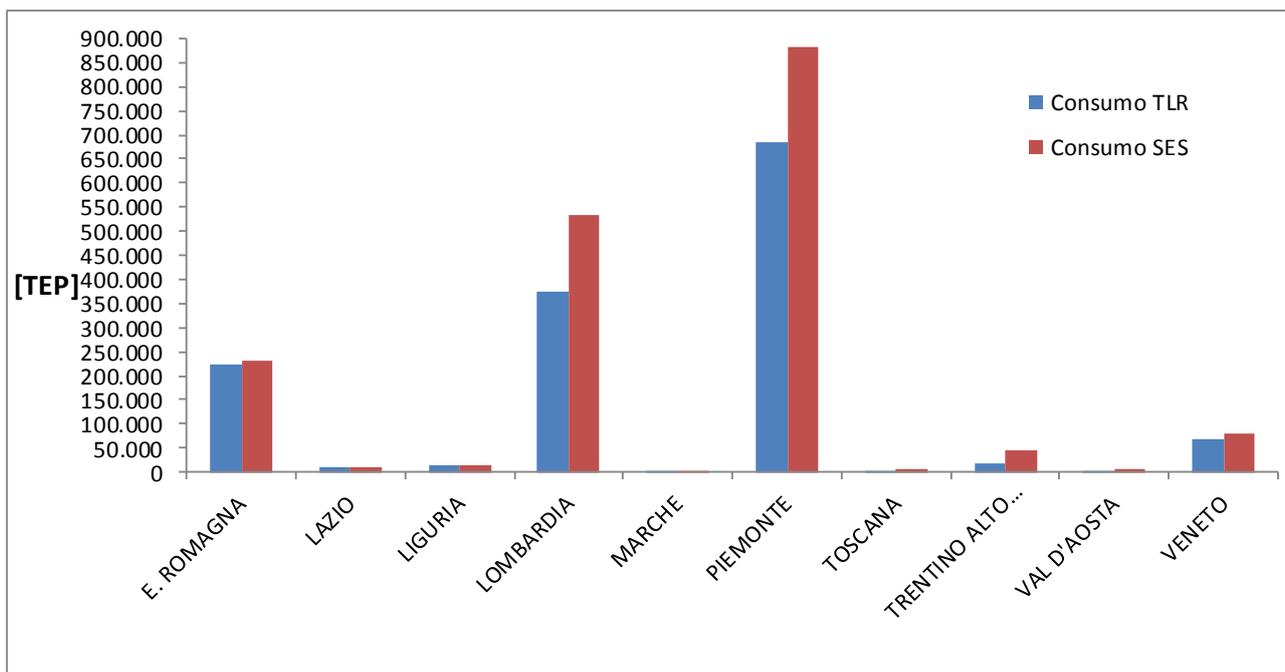


Figura 25 – Consumo di combustibile – anno 2012.

L'analisi fin qui descritta è servita a effettuare una sorta di censimento del TLR a livello territoriale, e soprattutto si è scelto di descrivere un biennio per poter vedere qual'è stata l'espansione territoriale del TLR.

Nell'ottica di valutare l'efficienza delle reti TLR, dalla mappatura precedente si è passati ad una caratterizzazione tecnica in termini di capacità termica del fluido termovettore. Infine, si elencano nelle Tabella 24, Tabella 25, Tabella 26, Tabella 27 e Tabella 28 le caratteristiche dimensionali e termiche di ogni rete comunale TLR del territorio nazionale rilevate nell'anno 2012.

Tabella 24- Caratteristiche dimensionali e tecniche delle reti comunali di TLR nella regione E. Romagna.

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	lunghezza rete acqua calda [km]	lunghezza rete acqua surriscaldata [km]	lunghezza rete totale [km]	Tm/Tr acqua calda [°C]	Tm/Tr acqua surriscaldata [°C]
E. ROMAGNA	FC	BAGNO DI ROMAGNA	TLR BAGNO DI ROMAGNA	nd		nd	nd	nd
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	S. giacomo - Università 1 e 3	3,2	4,2	7,4	90-65	120-70
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	Fossolo	2,2		2,2	90-65	
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	BARCA	0,0	8,0	8,0		120-70
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	Telefrullo	0,6	13,5	14,1	85-60	120-70
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	San Biagio	2,2	0,0	2,2	85-60	
E. ROMAGNA	BO	BOLOGNA	Navile	0,3		0,3	90-65	
E. ROMAGNA	BO	Castel Maggiore	RETE DI CASTELMAGGIORE	5,9	0,0	5,9	85-60	
E. ROMAGNA	BO	CASALECCHIO DI RENO	ECOCITY	7,4		7,4	90-65	
E. ROMAGNA	FE	FERRARA	TERMODOTTO	55,9		55,9	90-65	
E. ROMAGNA	BO	IMOLA	Teleriscaldamento	130,2		130,2	90-65	
E. ROMAGNA	MN	MANTOVA	CITTA' DI MANTOVA	4,5	51,6	56,1	90-65	120-70
E. ROMAGNA	MO	MODENA	GIARDINO	4,9	4,5	9,3	90-70	120-75
E. ROMAGNA	MO	MODENA	3° PEEP	1,7		1,7	90-70	
E. ROMAGNA	MO	MODENA	EX MERCATO	1,6		1,6	85-65	
E. ROMAGNA	BO	MONTERENZIO	PRINCIPALE	0,8		0,8	90-65	
E. ROMAGNA	R.E.	REGGIO EMILIA	RETE2	19,0	196,0	215,0	[90-65]/[85-60]	120-70
E. ROMAGNA	RN	RIMINI	PEEP MARECCHIESE	6,1		6,1	85-70	
E. ROMAGNA	RN	RIMINI	PEEP VISERBA	5,5		5,5	85-70	
E. ROMAGNA	PR	PARMA	Toscana Farnese		84,4	84,4		120-70
E. ROMAGNA	FC	CESENA	cesena ippodromo	11,0		11,0	90-65	
E. ROMAGNA	FC	CESENA	cesena bufalini	1,8		1,8	90-65	
E. ROMAGNA	FC	FORLI'	IPER FIERA DI FORLI'	14,0		14,0	90-65	
E. ROMAGNA	RA	CASTEL BOLOGNESE	TLR CASTEL BOLOGNESE	4,7		4,7	90-65	
E. ROMAGNA	MO	SAN FELICE SUL PANARO	TLR SAN FELICE SUL PANARO	2,0		2,0	85-70	
E. ROMAGNA	MO	MIRANDOLA	TLR MIRANDOLA	4,4		4,4	85-70	
E. ROMAGNA	PIACENZA	PIACENZA	TLR PIACENZA		19,3	19,3		90-65
E. ROMAGNA	MO	BOMPORTO	RETE BOMPORTO 1	4,80		4,8	85-75	
E. ROMAGNA	FC	CESENA	cesena bufalini	1,80		1,8	90-65	

Tabella 25- Caratteristiche dimensionali e tecniche delle reti comunali di TLR nella regione Lombardia.

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	lunghezza rete acqua calda [km]	lunghezza rete acqua surriscaldata [km]	lunghezza rete totale [km]	Tm/Tr acqua calda [°C]	Tm/Tr acqua surriscaldata [°C]
LOMBARDIA	SONDRIO	SONDALO	TELERISCALDAMENTO di SONDALO	11,20		11,2	90-65	
LOMBARDIA	SONDRIO	TIRANO	TELERISCALDAMENTO di TIRANO	19,90		19,9	90-65	
LOMBARDIA	SONDRIO	SANTA CATERINA VALFURVA	TLR SANTA CATERINA VALFURVA	3,65		3,7	90-65	
LOMBARDIA	SONDRIO	TEMU'-PONTE DI LEGNO	TLR TEMU'-PONTE DI LEG	23		22,5	90-65	
LOMBARDIA	CO	Como	TELERISCALDAMENTO di COMO		22	21,6	120-70	
LOMBARDIA	BS	Brescia	Brescia	25	346	371,8	90-55	120-60
LOMBARDIA	BS	COLLIO	TELERISCALDAMENTO COLLIO E S. COLOMBANO	9		9,0	90-70	
LOMBARDIA	BS	SELLERO	TELERISCALDAMENTO SELLERO NOVELLE	11		10,7		95-75
LOMBARDIA	CR	CREMONA	TELERISCALDAMENTO CREMONA		56	56,3		120-70
LOMBARDIA	BG	SEDRINA	TELERISCALDAMENTO SEDRINA	8		7,5		100-75
LOMBARDIA	MI	MILANO	TELERISCALDAMENTO TOTALE	59	142	201,3	95-65	115-65
LOMBARDIA	MI	CINISELLO BALSAMO	CINISELLO	17		17,0	90-65	
LOMBARDIA	MI	SAN DONATO MILANESE	METANOPOLI	8	24	31,9	85-45	130-90
LOMBARDIA	VA	VARESE	TELERISCALDAMENTO	16		16,0	90-65	
LOMBARDIA	MI	MONZA	MONZA CENTRO		7	7,2		120-70
LOMBARDIA	MI	MONZA	MONZA SUD		5	5,0		120-70
LOMBARDIA	MI	MONZA	MONZA NORD		12,2	12,2		120-70
LOMBARDIA	BG	BERGAMO	TELERISCALDAMENTO BERGAMO	50		49,7	110-60	
LOMBARDIA	PV	VOGHERA	TELERISCALDAMENTO VOGHERA EST	8		8,0		90-65
LOMBARDIA	MI	CASSANO D'ADDA	TELERISCALDAMENTO di CASSANO D'ADDA		19	18,9		115-65
LOMBARDIA	LO	LODI	TELERISCALDAMENTO di LODI		14	14,4		118-68
LOMBARDIA	MI	LEGNANO CASTELLANZA	TELERISCALDAMENTO di LEGNANO CASTELLANZA		29,20	29,2		[120-70]
LOMBARDIA	MI	RHO	RHO NORD-OVEST		12,00	12,0		120-70
LOMBARDIA	MONZA-BRIANZA (MB)	SEREGNO	RETE SEREGNO		13,10	13,1		120-70
LOMBARDIA	MONZA-BRIANZA (MB)	DESIO-BOVISIO M. - VAREDO	TELERISCALDAMENTO DI DESIO	18,50		18,5	90-65	
LOMBARDIA	SONDRIO	MORBEGNO CITTA'	MORBEGNO CITTA'	26		25,5	90-65	
LOMBARDIA	MI	RHO	RHO - PERO-FIERA	0,80	28,20	29,0	90-65	120-70
LOMBARDIA	VA	BUSTO ARSIZIO	TELERISCALDAMENTO di Busto Arsizio Linea 1	8,09		8,1	90-65	
LOMBARDIA	BS	CASTEGNATO	TELERISCALDAMENTO di CASTEGNATO	4,53		4,5	85-60	

Tabella 26- Caratteristiche dimensionali e tecniche delle reti comunali di TLR nella regione Piemonte.

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	lunghezza rete acqua calda [km]	lunghezza rete acqua surriscaldata [km]	lunghezza rete totale [km]	Tm/Tr acqua calda [°C]	Tm/Tr acqua surriscaldata [°C]
PIEMONTE	ALESSANDRIA	Acqui Terme (AI)	TELERISCALDAMENTO Acqui Terme	7,5		7,5	90-65	
PIEMONTE	BIELLA	BIELLA	Rete Cittadina BIELLA	13,5		13,5	90-60	---
PIEMONTE	CUNEO	ALBA (CN)	TELERISCALDAMENTO ALBA	33,5		33,5	90-65	---
PIEMONTE	CUNEO	RACCONIGI (CN)	RETE CITTADINA di RACCONIGI	12,2		12,2	85-60	---
PIEMONTE	CUNEO	SALUZZO (CN)	TELERISCALDAMENTO SALUZZO	13,5		13,5	85-60	
PIEMONTE	CUNEO	CANALE	TELERISCALDAMENTO di CANALE	nd	nd	nd		
PIEMONTE	TORINO	TORINO	TLR TORINO		447,0	447,0		120-70
PIEMONTE	TORINO	BARDONECCHIA	TELERISCALDAMENTO di BARDONECCHIA					
PIEMONTE	TORINO	SETTIMO TORINESE	TORINESE		38,8	38,8		120-70
PIEMONTE	TORINO	RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO	TELERISCALDAMENTO di RIVOLI-GRUGNASCO-COLLEGNO		54,8	54,8		120-70
PIEMONTE	CUNEO	FOSSANO	TELERISCALDAMENTO di FOSSANO	20,2		20,2	90-65	
PIEMONTE	TORINO	PIOSSASCO	TELERISCALDAMENTO di PIOSSASCO					
PIEMONTE	CUNEO	SALUZZO	TELERISCALDAMENTO di SALUZZO	13,5		13,5	85-60	
PIEMONTE	TORINO	PIOBESI TORINESE	TELERISCALDAMENTO di PIOBESI TORINESE					
PIEMONTE	CUNEO	CORTEMILIA	TELERISCALDAMENTO di Cortemilia					
PIEMONTE	CUNEO	ORMEA	TELERISCALDAMENTO di ORMEA	2,9		2,9	85-65	
PIEMONTE	TORINO	BORGARO TORINESE	ANACONDA	8,1		8,1	95-70	
PIEMONTE	TORINO	PINEROLO	RETE PINEROLO LOTTO 1		1,8	1,8		120-70
PIEMONTE	ALESSANDRIA	CASALE MONFERRATO	RETE CASALE MONFERRATO	5,6		5,6	95-65	
PIEMONTE	TORINO	SESTRIERE	RETE DI SESTRIERE - BORGATA	13,7		13,7	95-65	
PIEMONTE	TORINO	CESANA TORINESE	RETE DI SAN SICARIO	4,89		4,9	95-65	
PIEMONTE	TORINO	PRAGELATO	RETE DI PRAGELATO	7,00		7,0	95-65	
PIEMONTE	TORINO	LEINI'	TELERISCALDAMENTO di Leini	12,10		12,1	85-60	

Tabella 27- Caratteristiche dimensionali e tecniche delle reti comunali di TLR nella regione Trentino Alto Adige.

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	lunghezza rete acqua calda [km]	lunghezza rete acqua surriscaldata [km]	lunghezza rete totale [km]	Tm/Tr acqua calda [°C]	Tm/Tr acqua surriscaldata [°C]
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	ROVERETO	IMPIANTO DI COGENERAZIONE SEDE	1,50		1,5	90-60	
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	ROVERETO	RETE TLR CT ZONA INDUSTRIALE		25,00	25,0		115-65
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	BOLZANO	Bolzano sud					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	DOBBIACO-SAN-CANDIDO	TELERISCALDAMENTO di DOBBIACO-SAN-	26,00		26,0	90-53	
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	RASUN	TELERISCALDAMENTO di RASUN					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	VALDAORA	TLR Valdaora	10,00		10,0	85-50	
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	VALDAORA	TLR Sorafurcia	0,60		0,6	85-50	
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	LA VILLA	TLR La Villa					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	ANTERSELVA	TLR ANTERSELVA					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	VALLES	TLR VALLES					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	MONGUELFO-VILLABASSA	TLR MONGUELFO-VILLABASSA					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	VANDOIES	TLR VANDOIES					
TRENTINO ALTO ADIGE	BZ	BRUNICO	RETE DI TELERISCALDAMENTO DI BRUNICO	132,00		132,0		90-50
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	CAVALESE	RETE DI TELERISCALDAMENTO di CVALESE	23,00		23,0	95-60	
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	SIROR E TONADICO	TLR di S. MARTINO DI CASTROZZA	15,00		15,0	95-55	
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	FIERA DI PRIMIERO, SIROR MEZZANO E TONADICO	VALLE DI PRIMIERO	28,00		28,0	92-55	
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	PREDAZZO	TLR PREDAZZO					
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	FONDO	TLR FONDO					
TRENTINO ALTO ADIGE	TN	COREDO	TLR COREDO					

Tabella 28- Caratteristiche dimensionali e tecniche delle reti comunali di TLR nelle regioni Lazio, Liguria, Marche, Toscana, Val d'Aosta e Veneto.

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	lunghezza rete acqua calda [km]	lunghezza rete acqua surriscaldata [km]	lunghezza rete totale [km]	Tm/Tr acqua calda [°C]	Tm/Tr acqua surriscaldata [°C]
LAZIO	RM	ROMA	TORRINO SUD/MOSTACCIANO		24,90	24,9		120-60
LIGURIA	GE	Genova	TLR RETE Sampierdarena		12,20	12,2		120-70
LIGURIA	GE	Cairo	TLR Cairo Montenotte	4,04		4,0	90-65	
MARCHE	AN	OSIMO	QUARTIER SUD OVEST		11,4	11,4		120-70
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI SAN DALMAZIO	2,00		2,0	80-60	
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI SERRAZZANO	2,50		2,5	80-60	
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI LUSTIGNANO	1,00		1,0	80-60	
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI MONTECERBOLI	4,0		4,0	80-60	
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI POMARANCE	55,0	7,5	62,5	80-60	120-70
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI LARDERELLO	0,6		0,6	80-60	
TOSCANA	PISA	POMARANCE	RETE DI LARDERELLO	nd		nd	nd	nd
VAL D'AOSTA	AO	POLLEIN	TELERISCALDAMENTO Autoporto di Pollein	3,20		3,2	85-60	
VAL D'AOSTA	AO	MORGEX	TELERISCALDAMENTO di Morgex	13,00		13,0	85-60	
VAL D'AOSTA	AO	PRE SAINT DIDIER	TELERISCALDAMENTO di Pre Saint Didier	7,00		7,0	85-60	
VAL D'AOSTA	AO	LA THUILE	TELERISCALDAMENTO di LA Thuile	10,20		10,2	85-60	
VENETO	VR	VERONA	FORTE PROCOLO	73,79	42,52	116,3	90-65	120-70
VENETO	VI	VICENZA	VICENZA 1	19,15		19,1	90-60	
VENETO	VI	VICENZA	PARCO CITTA'	4,10		4,1	80-60	
VENETO	BL	S.STEFANO DI CADORE	TLR S.Stefano	0,93		0,9	80-60	

2.2 Analisi della produzione di energia termica attuale per il TLR

Dopo aver esaminato lo stato esistente del TLR nel biennio 2011-2012, è stata compiuta un'analisi energetica dei sistemi di produzione. Essa riguarda principalmente la tipologia, le caratteristiche tecniche e la capacità di produzione degli stessi.

In un contesto generale più ampio, come si vedrà in seguito, le caratteristiche che sono state considerate sono state implementate matematicamente per valutare le eventuali trasformazioni e/o integrazioni da realizzare per ottenere le quote di produzione di energia necessarie a far qualificare, il sistema di produzione come sistema efficiente, come definito dalla Direttiva Europea.

Tra gli aspetti tecnici che sono stati valutati e considerati per i successivi sviluppi, rientrano la tipologia di alimentazione del sistema di produzione, la bontà tecnica e l'innovazione tecnologica dello stesso. Per quanto riguarda il primo aspetto, si evidenzia che nel TLR il combustibile maggiormente impiegato è il GN.

Così come le tecnologie impiegate nel TLR sono la cogenerazione a combustibili fossili e a biomassa, la termovalorizzazione degli RSU, la combustione fossile e a biomassa, oltre che il calore di processo, la geotermia. Nelle Figura 26, Figura 27 e Figura 28 sono riportati gli andamenti della somma dell'energia prodotta regionalmente per il 2011 e il 2012.

A livello globale, è interessante evidenziare la diffusione sempre più marcata della cogenerazione come tecnologia di produzione nel TLR.

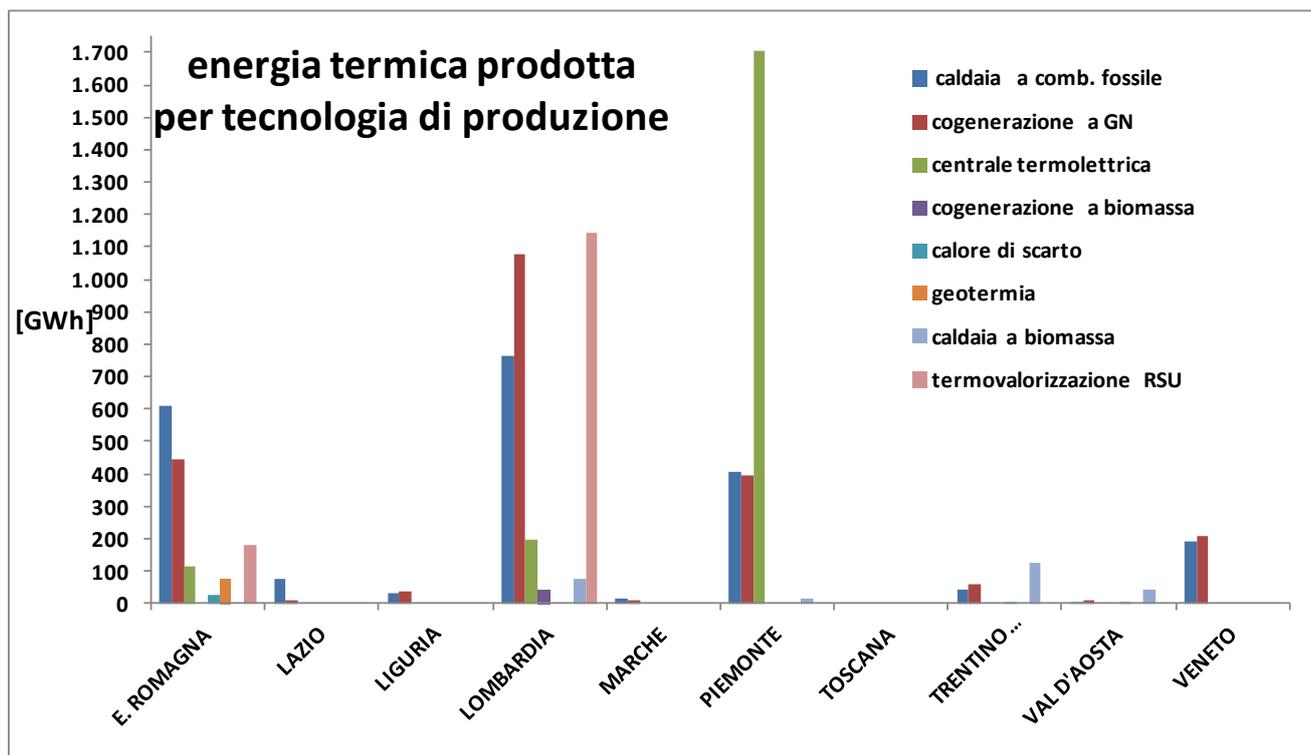


Figura 26 – Produzione termica totale regionale– anno 2011.

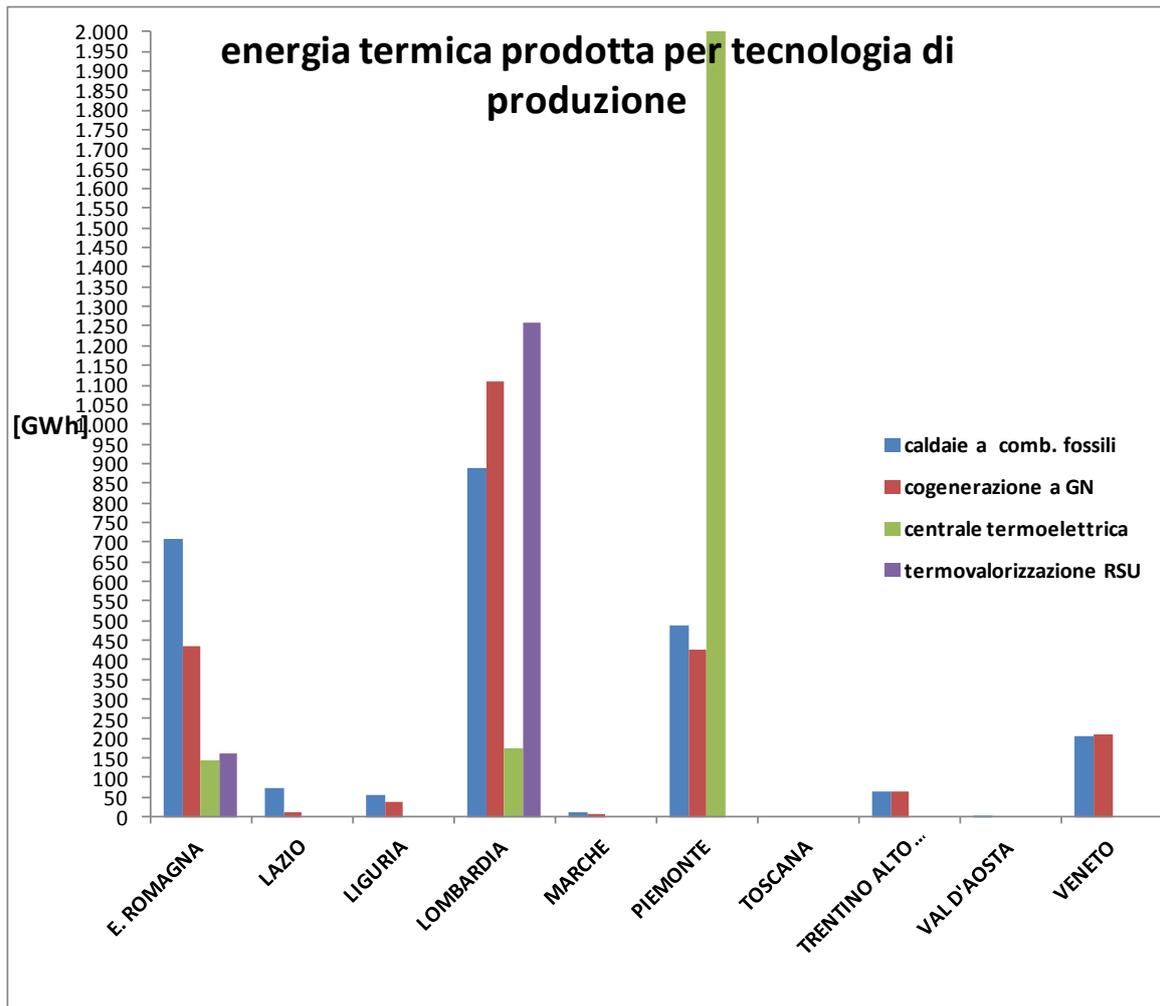


Figura 27 – Produzione termica convenzionale totale – anno 2012.

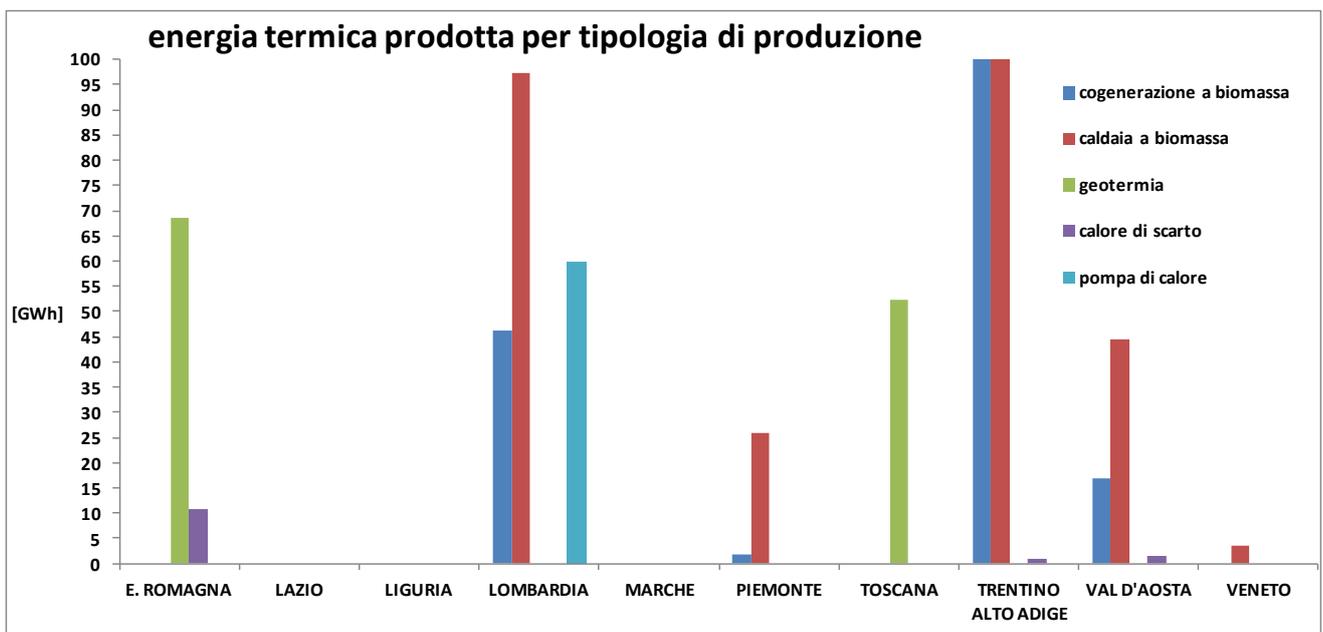


Figura 28 – Produzione termica totale con fonti alternative – anno 2012.

Molto interessante ed indicativa per la valutazione dell'efficienza del sistema è stata la determinazione dell'energia primaria spesa per alimentare l'impianto. Nel corso dell'attività è stata effettuata la determinazione puntuale del consumo di combustibile necessario per la produzione di energia termica per il TLR. La precisazione nasce dall'aver riscontrato che numerosi impianti producono simultaneamente sia il calore che l'energia elettrica (produzione totale), si nota che non solo gli impianti di tipo cogenerativo, ma anche i termovalorizzatori. Pertanto, è stato considerato non propriamente coerente attribuire al TLR la quota di primaria spesa per produrre l'energia cosiddetta "nobile" e quindi attraverso i rendimenti di impianto, termico e totale, sono state determinate le quantità ben definite per le singole produzioni; per cui sono state calcolate, per gli impianti con uscita elettrica e termica, le quantità complessive regionali di energia primaria per la produzione totale e per il caso di interesse la sola quota necessaria alla produzione di energia termica per il TLR. Nelle Figura 29 e Figura 30 si riportano le quantità di primaria per la produzione totale di energia elettrica e calore distinte per tecnologie e fonte primaria, e analogamente nelle Figura 31 e Figura 32 si riportano nelle le quantità di energia primaria parziale l'anno 2011.

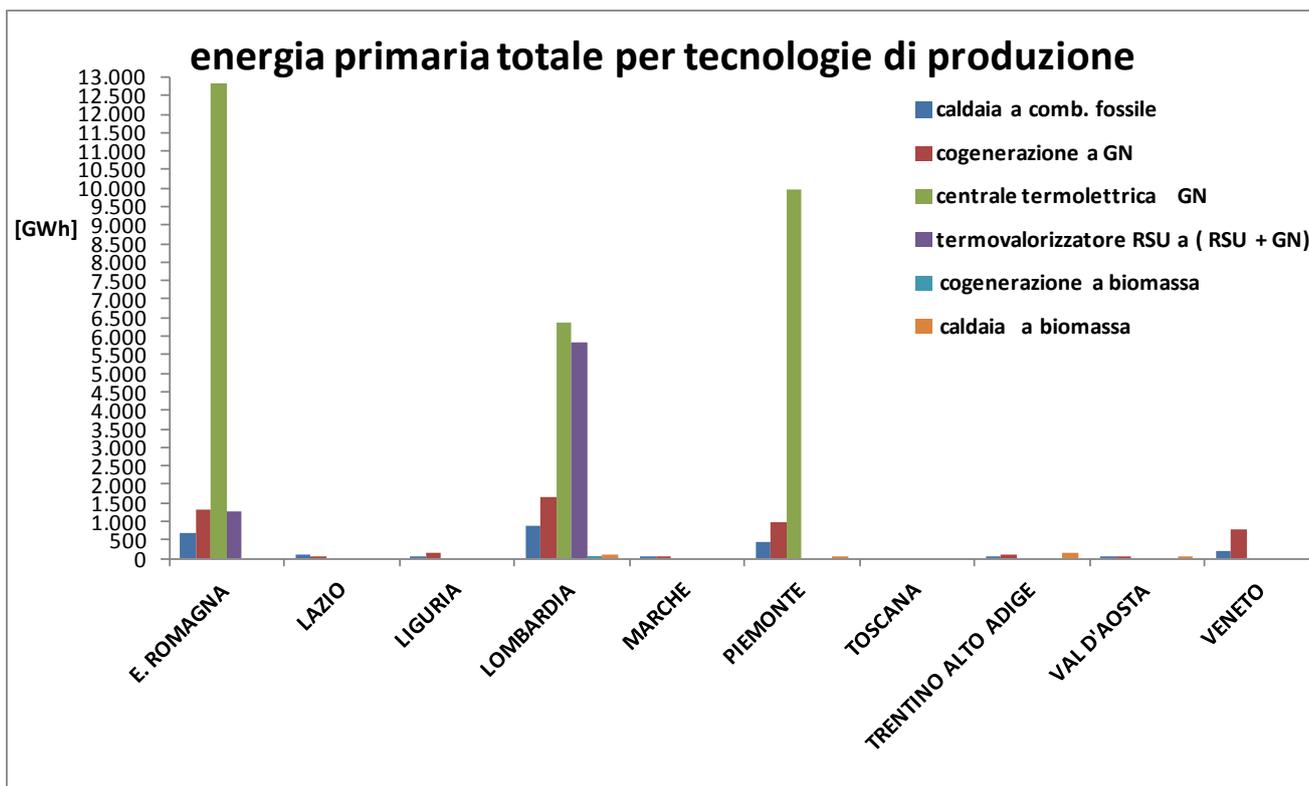


Figura 29 – Energia primaria totale regionale– anno 2011.

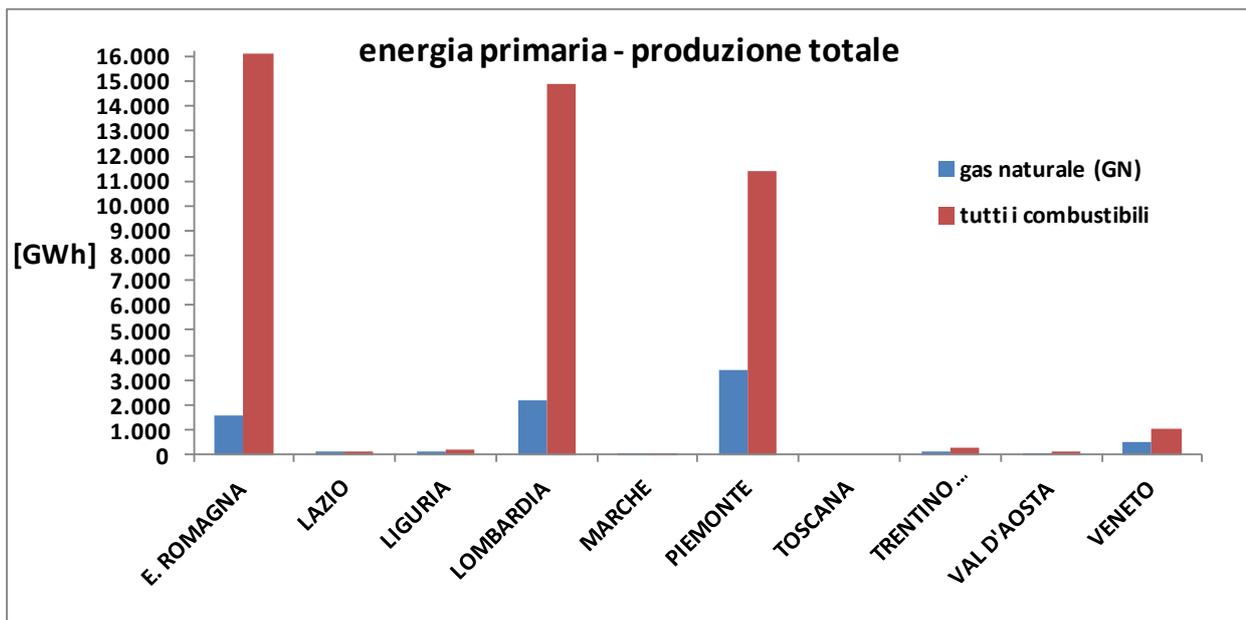


Figura 30 – Consumo di energia primaria per fonte per la produzione totale – anno 2011.

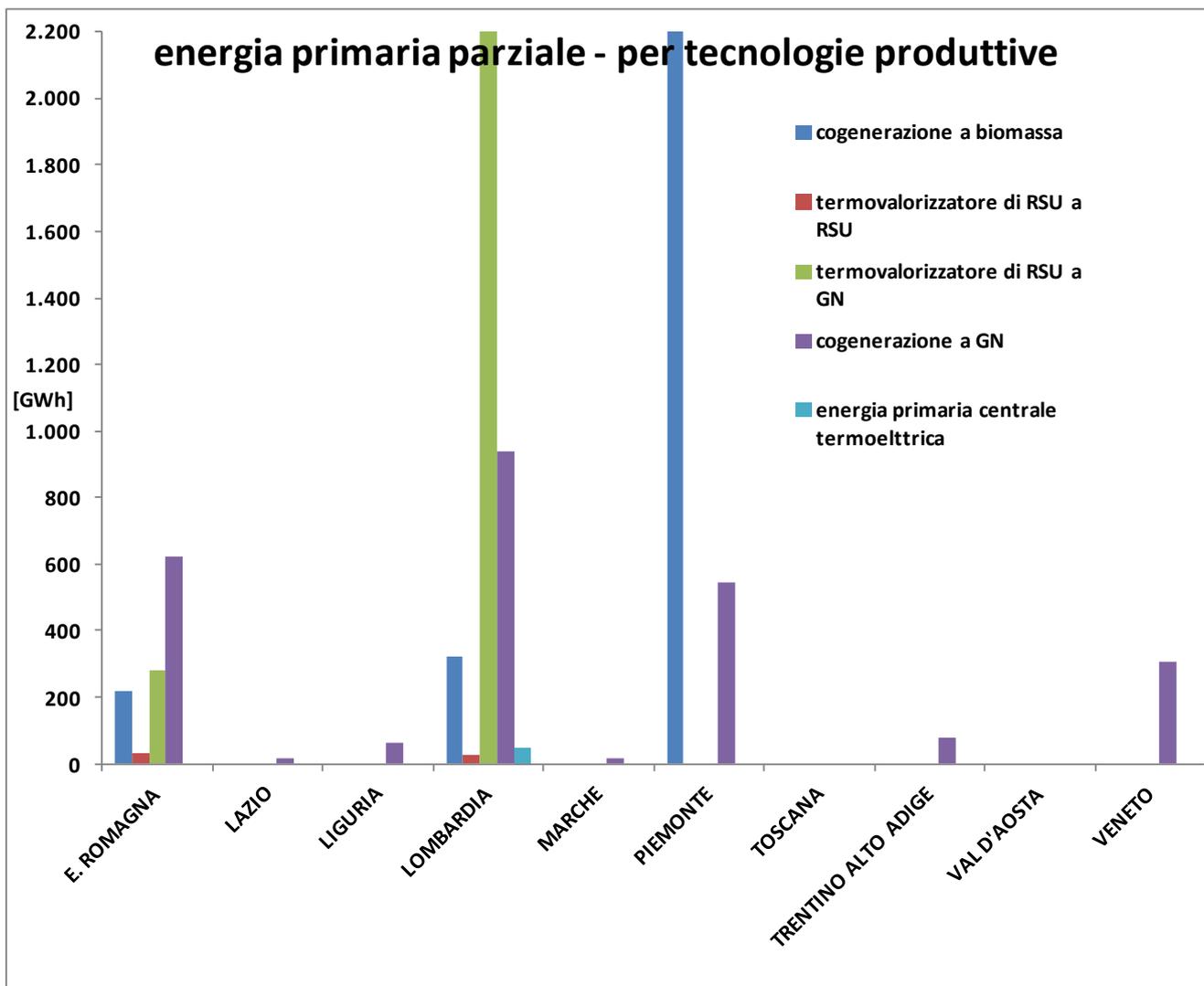


Figura 31 – Energia primaria complessiva per la produzione parziale– anno 2011.

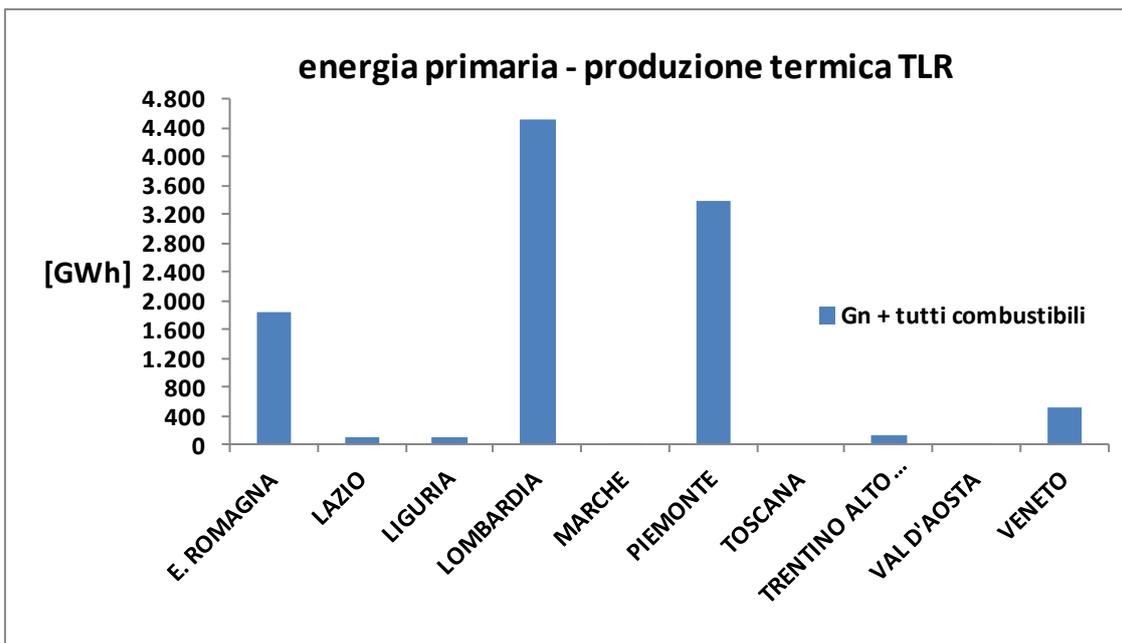


Figura 32 – Consumo di energia primaria per fonte per la produzione parziale – anno 2011.

Analogamente al 2011 le identiche valutazioni sono state sviluppate anche per il 2012. Nelle Figura 33 e Figura 34 si riportano le quantità di energia primaria impiegate nelle diverse tecnologie e distinte per fonte, per la produzione complessiva di energia elettrica e calore di ogni regione.

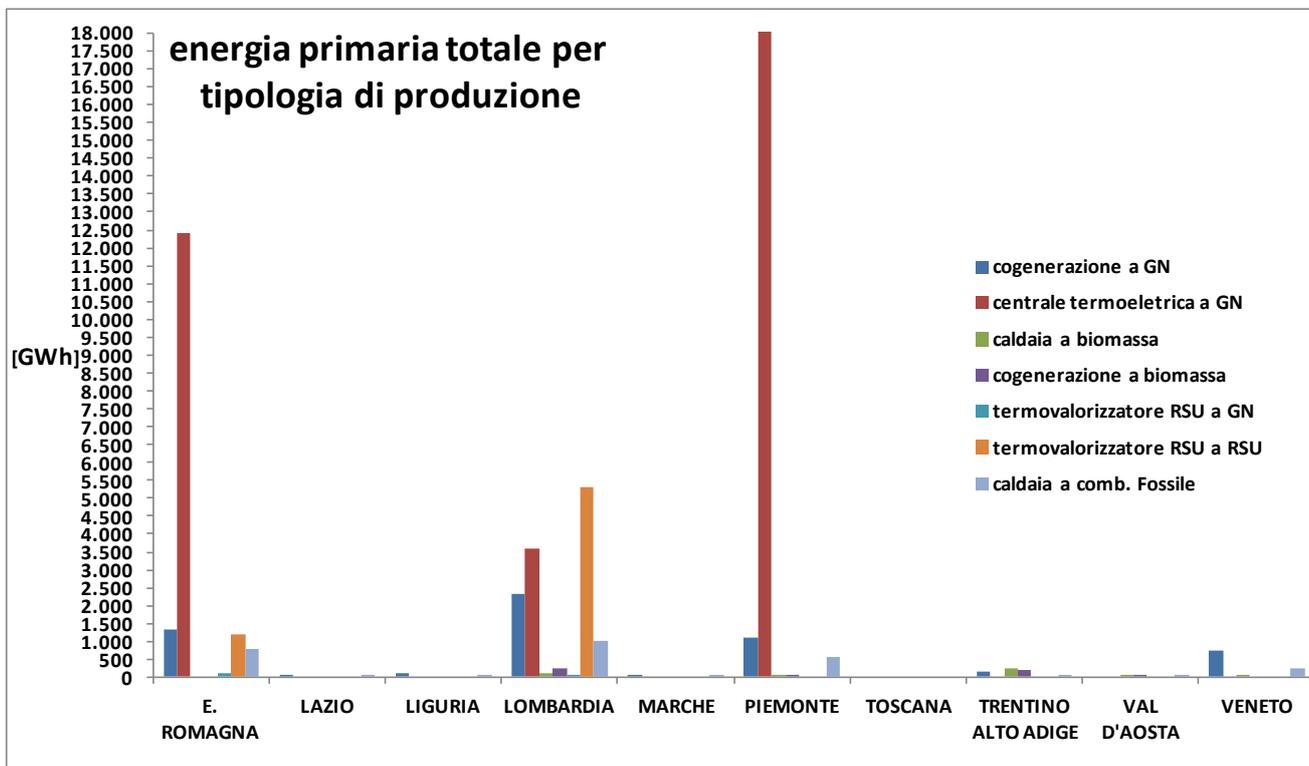


Figura 33 – Energia primaria totale regionale– anno 2012.

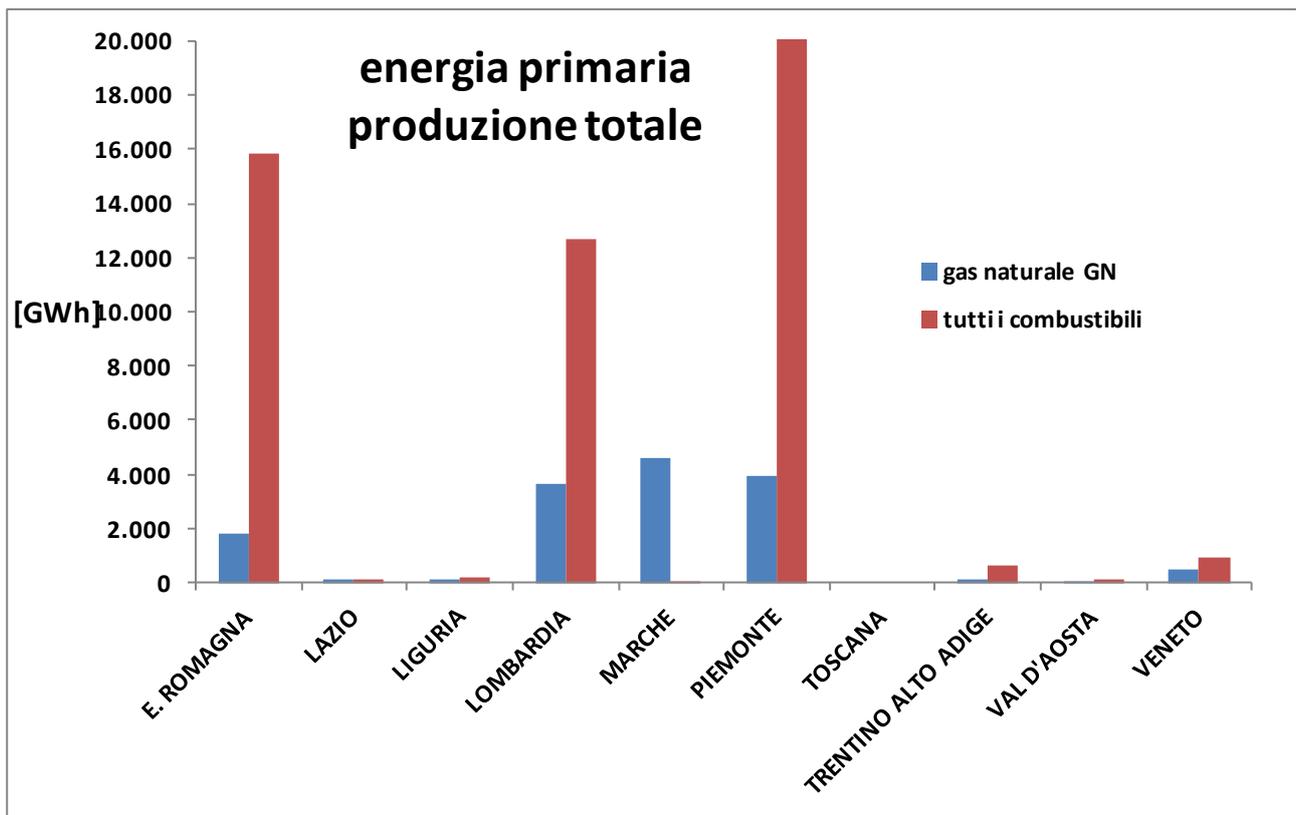


Figura 34 – Consumo di energia primaria per fonte per la produzione totale – anno 2012.

Dopo aver individuato il valore massimo della quota di combustibile consumato per la produzione combinata per l'anno 2012 sono stati calcolati i valori delle quantità di primaria parziale per il TLR. Nelle Figura 35 e Figura 36 si riporta la somma delle energie primarie distinte per tecnologie e fonte, per ogni regione.

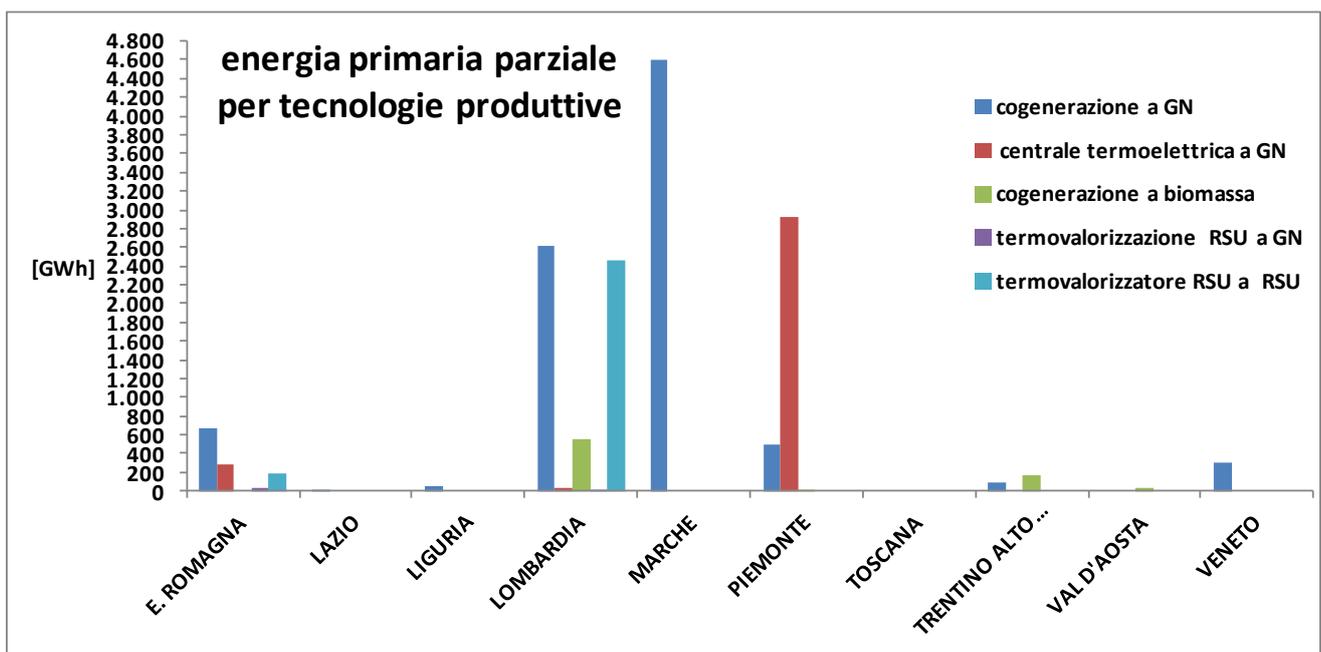


Figura 35 – Energia primaria complessiva per la produzione parziale– anno 2012.

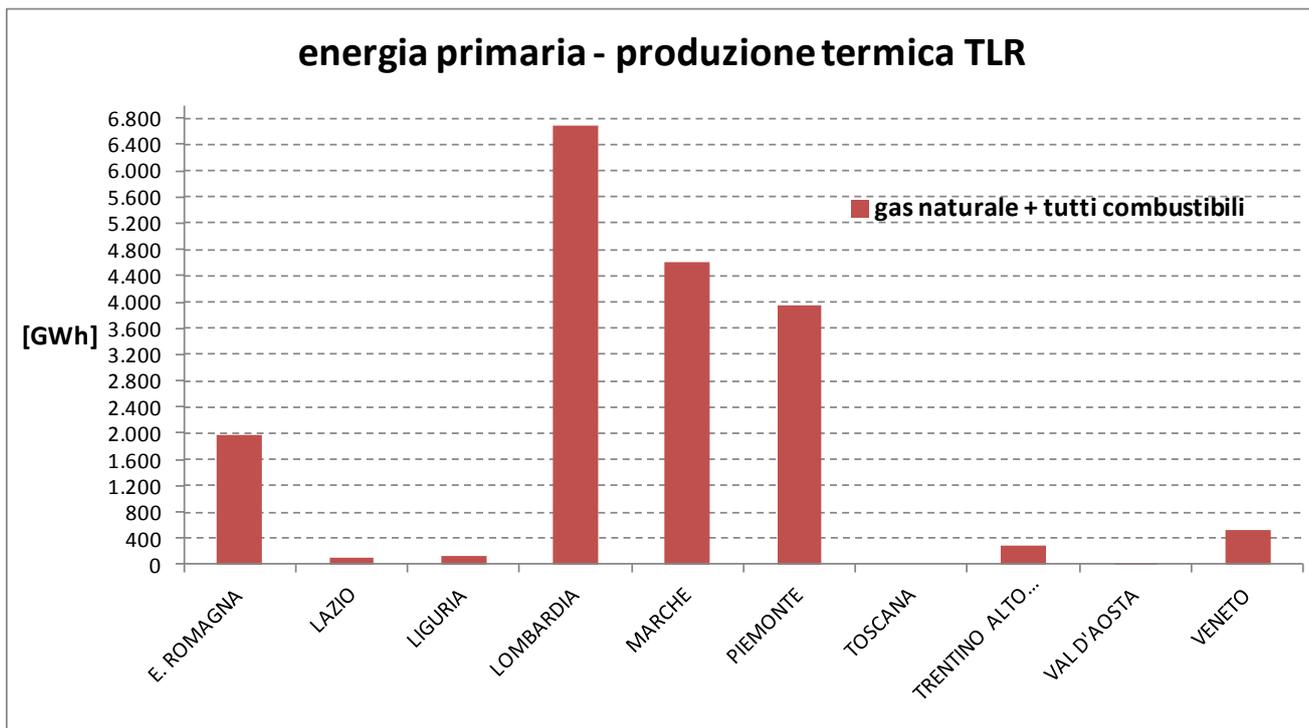


Figura 36 – Consumo di energia primaria per fonte per la produzione parziale – anno 2012.

2.3 Copertura della domanda di energia per riscaldamento da parte dei sistemi TLR esistenti

A valle dell'analisi dell'energia primaria prodotta, dai sistemi di TLR esistenti, per l'energia destinata al riscaldamento, è possibile confrontare tale energia con la domanda di energia per riscaldamento dei comuni in cui i sistemi di TLR esistenti sono situati.

Per le valutazioni relative al settore civile sono stati considerati i comuni che presentano delle volumetrie teleriscaldate di tipo residenziale, o terziario. Per le valutazioni relative al settore residenziale sono stati considerati i comuni che presentano delle volumetrie teleriscaldate di tipo residenziale. Tre comuni (Castel Bolognese, Monterenzio e Pollein) presentano volumetrie di tipo terziario ma non di tipo residenziale, per cui la base dei comuni per le valutazioni del settore civile è superiore di tre comuni (67 per la base civile, 64 per la base residenziale).

Dalle figure Figura 37 e Figura 38 si osserva che per entrambi i settori la quota preponderante dei comuni cade nella classe di domanda energetica più bassa (<50 GWha): il 30% circa per il civile ed il 40% circa per il residenziale. E' interessante osservare che nella classe energetica più alta (>2'000 GWha) dei 6 comuni presenti a livello nazionale, 5 di essi presentano delle reti di teleriscaldamento. Il dettaglio di tali comuni sarà analizzato di seguito.

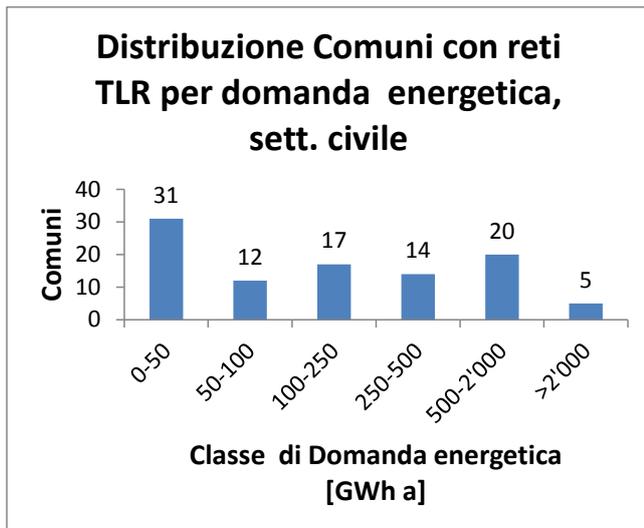


Figura 37 - Distribuzione comuni con reti TLR per classe di domanda energetica per riscaldamento, settore civile

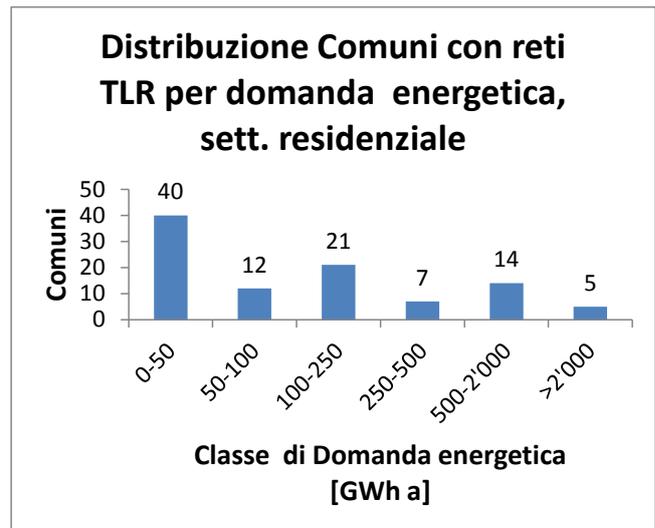


Figura 38 - Distribuzione comuni con reti TLR per classe di domanda energetica per riscaldamento, settore residenziale

Per ciascuna rete TLR, l'energia primaria impiegata per la produzione di energia per riscaldamento è stata suddivisa in modo proporzionale alle volumetrie riscaldate:

$$E_{TLR_{res}} = E_{TLR_{tot}} * \frac{V_{res}}{V_{tot}}$$

$$E_{TLR_{civ}} = E_{TLR_{tot}} * \frac{V_{res} + V_{terz}}{V_{tot}}$$

Dove:

$E_{TLR_{tot}}$: Energia totale impiegata per la produzione di energia per riscaldamento

$E_{TLR_{res}}$: Energia impiegata per il riscaldamento delle volumetrie residenziali

$E_{TLR_{civ}}$: Energia impiegata per il riscaldamento delle volumetrie civili

V_{tot} : Volumetria totale riscaldata

V_{res} : Volumetria residenziale riscaldata

V_{terz} : Volumetria terziaria riscaldata

Nelle figure Figura 39 e Figura 40 è presentata la distribuzione dei comuni con reti TLR classificati in base alla produzione di energia per riscaldamento prodotta dalle reti esistenti nel comune stesso, in base a classi di energia coincidenti con quelle in base alle quali è stata analizzata la domanda di energia comunale. La grande maggioranza dei comuni ha una produzione da TLR che ricade nella classe di produzione energetica inferiore (<50 GWh a): circa il 60% considerando la produzione per il civile, circa il 73% considerando la sola produzione per il residenziale.

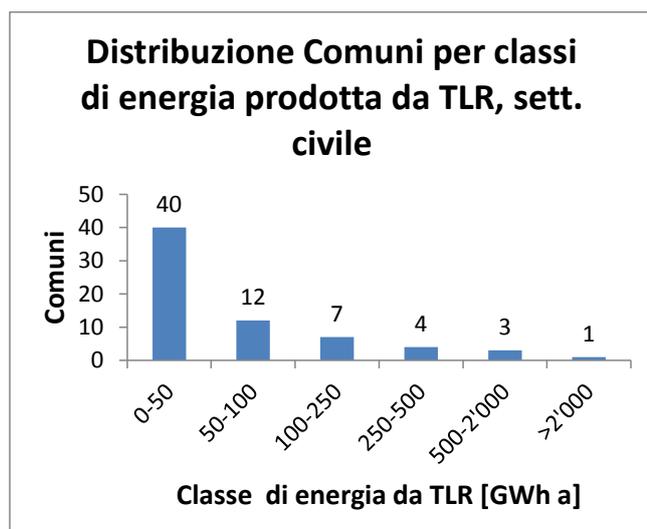


Figura 39 - Distribuzione comuni con reti TLR per classe di energia per riscaldamento prodotta da TLR, settore civile

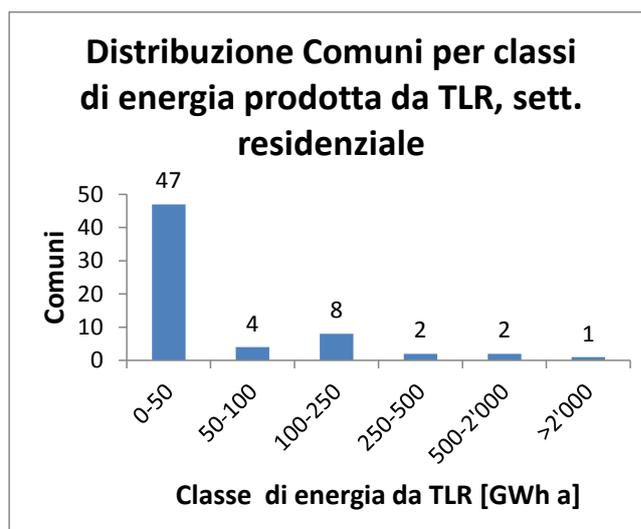


Figura 40 - Distribuzione comuni con reti TLR per classe di energia per riscaldamento prodotta da TLR, settore residenziale

Il rapporto tra energia prodotta per il riscaldamento dalle reti TLR e la domanda di energia comunale rappresenta la copertura percentuale della domanda da parte del TLR.

Nelle tabelle Tabella 29 e Tabella 30 sono presentati i valori della percentuale di domanda energetica per riscaldamento coperta dai sistemi di TLR per i primi dieci comuni italiani, dotati di TLR, ordinati per domanda.

Ricordando che 5 dei 6 comuni italiani con maggiore domanda per riscaldamento sono dotati di una rete di TLR (Firenze non è teleriscaldata), si osserva che di questi 5, 2 hanno una percentuale molto bassa di copertura della domanda (Roma e Genova), Bologna presenta una copertura bassa (inferiore al 10%), Milano presenta una copertura medio-bassa (13% e 20%, per i settori civile e residenziale rispettivamente), e Torino presenta una copertura medio-alta (45% per il settore civile e 53% per il residenziale).

Tabella 29 - Primi dieci comuni italiani, con reti TLR esistenti, per domanda energetica per riscaldamento, settore civile

Comuni	Domanda energia per riscaldamento, settore civile [GWha]	Energia per risc. fornita da TLR [GWha]	Percentuale di domanda di en. per risc. coperta da TLR
Roma	11'631	96	0.8%
Milano	9'613	1'298	13.5%
Torino	5'856	2'666	45.5%
Genova	3'525	37	1.1%
Bologna	3'511	286	8.1%
Parma	1'951	180	9.2%
Verona	1'801	449	25.0%
Modena	1'693	45	2.7%
Reggio nell'Emilia	1'606	510	31.7%
Brescia	1'537	1'508	98.1%

Tabella 30 - Primi dieci comuni italiani, con reti TLR esistenti, per domanda energetica per riscaldamento, settore residenziale

Comuni	Domanda energia per riscaldamento, settore civile [GWha]	Energia per risc. fornita da TLR [GWha]	Percentuale di domanda di en. per risc. coperta da TLR
Roma	8'359	84	1.0%
Milano	5'284	1'103	20.9%
Torino	3'876	2'055	53.0%
Genova	2'395	7	0.3%
Bologna	2'051	169	8.3%
Verona	1'213	360	29.7%
Parma	1'139	178	15.7%
Modena	989	36	3.6%
Reggio nell'Emilia	938	291	31.0%
Ravenna	876	n.d.	n.d.

Analizzando la distribuzione dei comuni con TLR per classe di copertura % della domanda (Figura 41), è possibile notare un'anomalia nella presenza di 4 comuni che hanno un valore di copertura della domanda superiore al 100%. Tale anomalia si verifica per comuni montani, a forte vocazione turistica (Sestriere, Cesana Torinese, Pragelato), con un'elevata presenza di abitazioni non occupate da residenti. Nel caso del settore civile si possono osservare anomalie anche per comuni in cui la rete TLR esistente è particolarmente estesa (ad es. Brescia ed Alba, che al 2011 vedevano circa il 70% degli edifici allacciati al TLR [2]). In tali circostanze l'errore è verosimilmente dovuto ad una sottostima della domanda, ed in particolar modo è collegato alla scelta dei m² di abitazioni occupate da residenti come parametro per disaggregare la domanda regionale in domanda comunale.

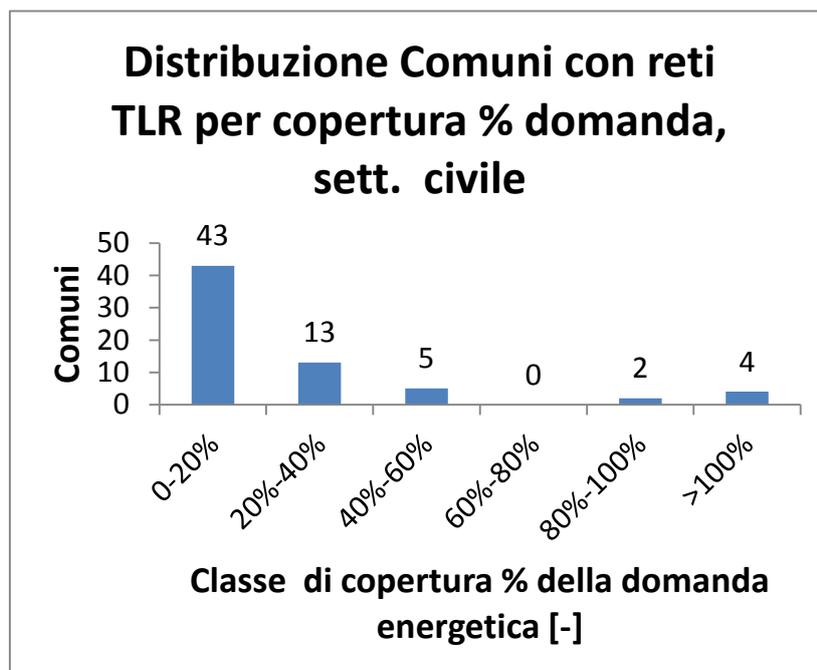


Figura 41 – Distribuzione comuni con reti TLR per classi di copertura della domanda di energia per riscaldamento, settore civile

Nelle figure Figura 42 e Figura 43 sono presentate le distribuzioni dei comuni dotati di reti di TLR per classe di copertura della domanda di energia per riscaldamento, con la correzione delle anomalie: i comuni che presentavano valori superiori al 100% sono stati inclusi nella classe di copertura 80%-100%.

La corrispondente distribuzione della domanda energetica già coperta da TLR e di quella rimanente, per classi di percentuale di copertura, è illustrata nelle figure Figura 44 e Figura 45

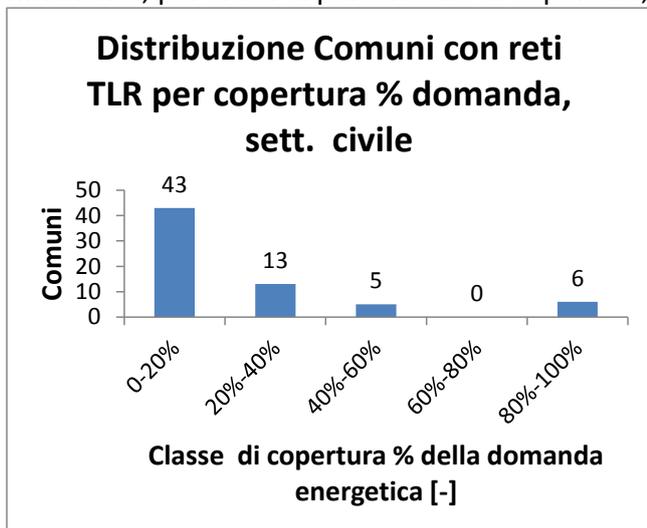


Figura 42 - Distribuzione comuni con reti TLR per classi di copertura della domanda di energia per riscaldamento, valore corretto, settore civile

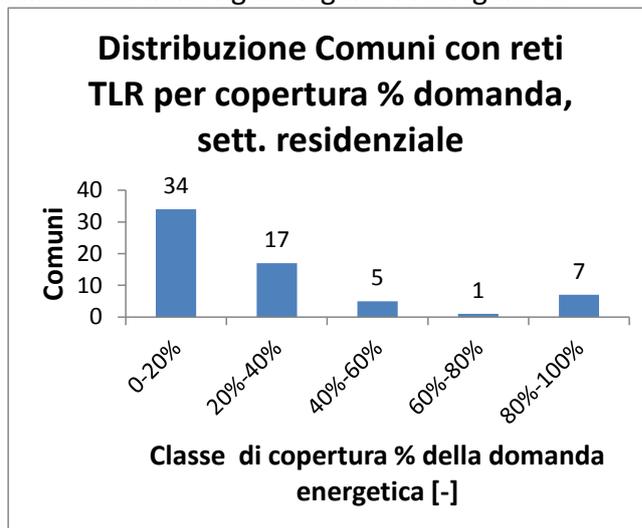


Figura 43 - Distribuzione comuni con reti TLR per classi di copertura della domanda di energia per riscaldamento, valore corretto, settore residenziale

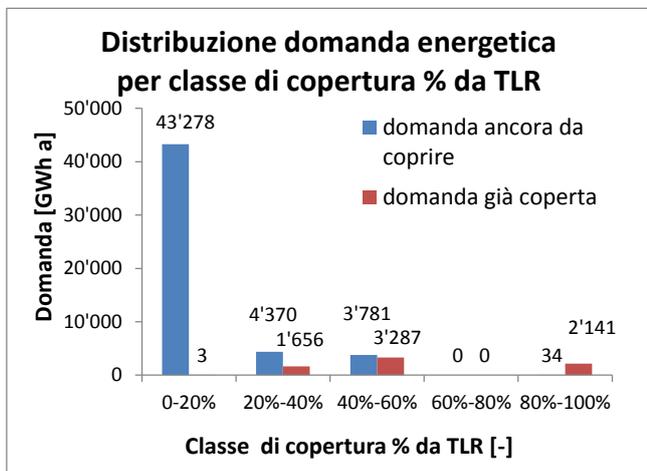


Figura 44 - Distribuzione della domanda energetica per classi di copertura da TLR, settore civile

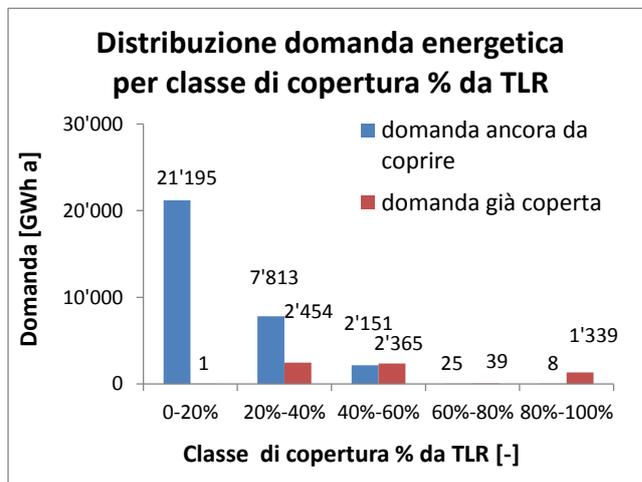


Figura 45 - Distribuzione della domanda energetica per classi di copertura da TLR, settore residenziale

La concentrazione dei comuni nella classe di copertura più bassa (TLR sino al 20%), porta una corrispondente concentrazione della domanda di energia, ciò significa che gran parte della domanda dei comuni già dotati di TLR non è attualmente coperta dall'energia prodotta dalle reti TLR. Più precisamente, per il settore civile la domanda attualmente non coperta (circa 43 TWha) corrispondente alla prima classe (cioè nei comuni in cui esiste un ampio margine di sviluppo del TLR) è circa sei volte l'energia totale prodotta dalle reti TLR esistenti (circa 7 TWha); per il settore residenziale la domanda non coperta nella prima classe (circa 21 TWha) è oltre tre volte l'energia

totale prodotta dalle reti TLR esistenti (circa 6 TWha). Se si esclude dal calcolo Roma (che rappresenta un caso forse anomalo di comune con rete TLR e che è di gran lunga il comune con la maggiore domanda date le sue peculiarità in termini di abitanti, estensione ed abitazioni), tali proporzioni diminuiscono ma rimangono sempre consistenti: per il settore civile la domanda non coperta dei comuni in prima classe scende a circa 30 TWha e rimane quattro volte l'energia totale delle reti TLR, per il residenziale la domanda non coperta scende a 13 TWha ed è oltre due volte l'energia totale da TLR.

3 Analisi delle fonti di energia termica potenzialmente disponibili

Nella definizione di "sistema di teleriscaldamento o teleraffrescamento efficiente" il ruolo dell'energia rinnovabile e del calore di scarto è centrale, in quanto con un 50% di energia derivante da rinnovabile o da calore di scarto un sistema può essere definito efficiente.

Di seguito è presentata un'analisi territoriale della presenza di risorse che possono essere direttamente correlate a fonti di calore la cui presenza è strategica nell'ottica di un loro utilizzo da parte di reti termiche esistenti o future: calore di scarto e calore da fonti rinnovabili. Relativamente al calore di scarto sono stati analizzati dati relativi alla presenza a livello comunale di attività produttive energivore. Relativamente alle fonti rinnovabili è stata valutata la distribuzione della radiazione solare disponibile a livello provinciale, la distribuzione di biomassa potenzialmente disponibile a livello provinciale e, per la geotermia, la temperatura disponibile a 2000 m di profondità presente sul territorio provinciale.

3.1 Attività energivore

Le principali categorie di attività fonte di calore di scarto sono:

1. le centrali termoelettriche;
2. i termovalorizzatori;
3. le aziende con processi industriali ad alta intensità energetica, che possono ulteriormente essere suddivise in:
 - a. raffinerie;
 - b. cockerie;
 - c. acciaierie;
 - d. lavorazione di materiali ferrosi;
 - e. fonderie di materiali ferrosi;
 - f. fonderie di materiali non ferrosi;
 - g. cementerie;
 - h. vetriere;
 - i. industrie chimiche;
 - j. cartiere.

I dati della presenza di tali attività sul territorio italiano sono stati presi dal database E-PRTR (Registro europeo dell'emissione e trasferimento di sostanze inquinanti), consultato nel marzo 2014 [3]. Tale database consente di localizzare i comuni in cui tali attività energivore sono presenti, e (qualora i dati siano stati comunicati dall'azienda) le tonnellate di CO₂ prodotte dall'azienda stessa, dato questo che può essere in prima approssimazione collegato alla quantità di calore prodotto dalle aziende stesse.

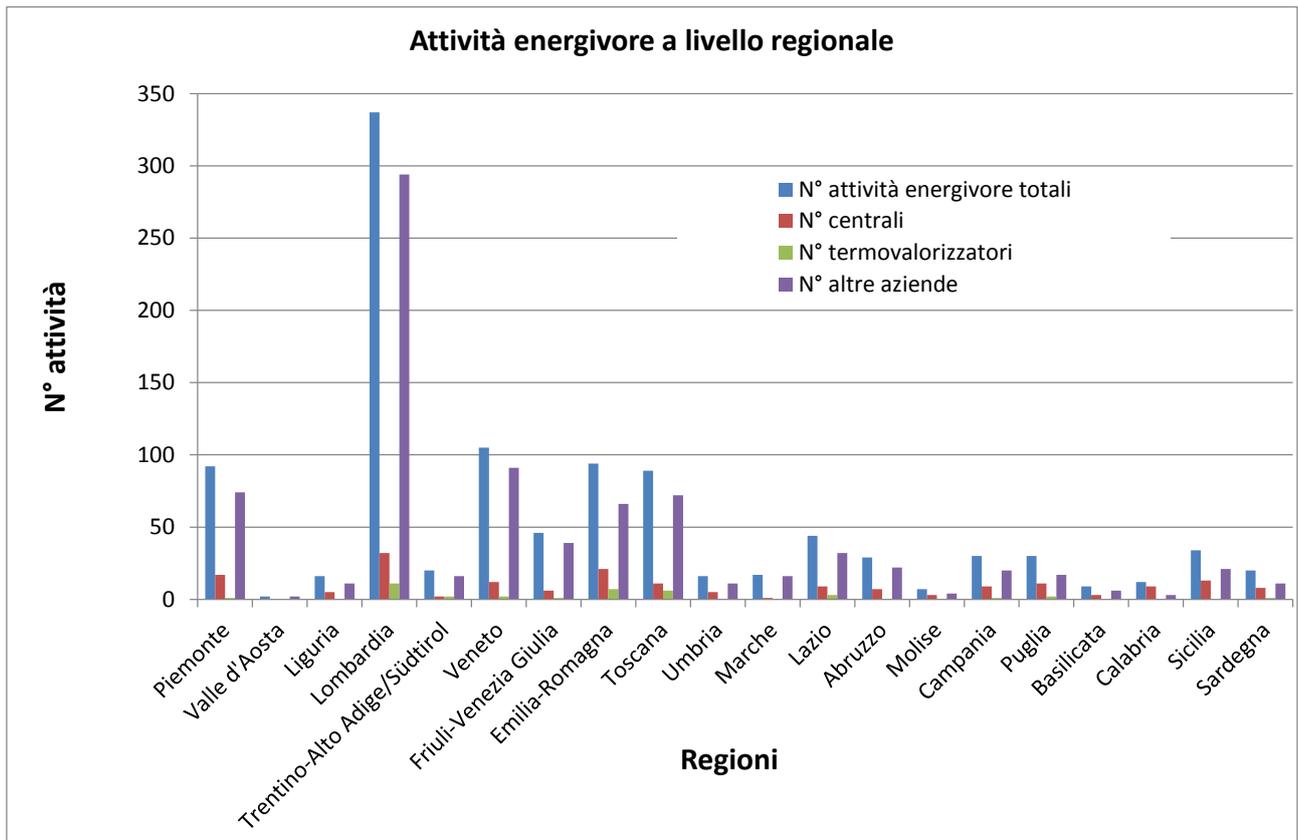


Figura 46 - Attività energivore per regione, elaborazione dati E-PRTR

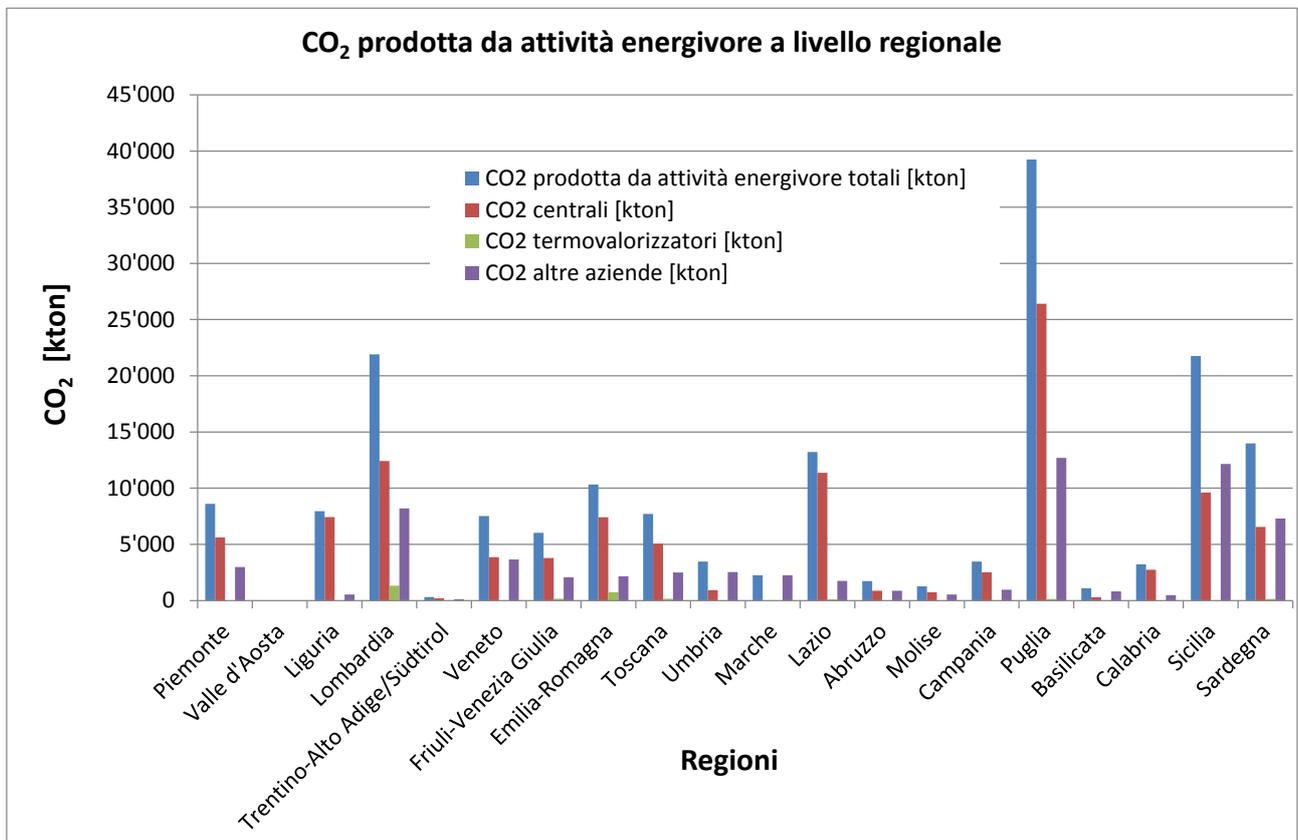


Figura 47 - CO₂ emessa da aziende energivore, elaborazione dati E-PRTR

Il dato più affidabile è il numero di attività energivore. Considerando tale parametro a livello regionale (Figura 46), la regione con maggiore concentrazione di attività è di gran lunga la Lombardia, seguita da Veneto, Emilia Romagna, Piemonte e Toscana. Considerando le centrali termoelettriche (i dati E-PRTR riportano solo le centrali con potenza >500 MW), che rappresentano la categoria da cui è più semplice pensare di recuperare calore di scarto, Lombardia, Emilia Romagna e Piemonte rappresentano le prime tre regioni, seguite dalla Sicilia. I termovalorizzatori sono presenti in un numero rilevante solo in Lombardia, in Emilia Romagna ed in Toscana.

I dati della CO₂ associata forniscono un panorama in cui la Puglia, la Sicilia e la Lombardia rappresentano il 47% delle emissioni. La CO₂ prodotta dalle centrali termoelettriche conferma, come atteso, che tali attività sono ad alta densità energetica. Occorre comunque sottolineare che i dati relativi alla CO₂ emessa presenti nel database E-PRTR sono lacunosi, e che solo il 19% delle attività presentano il corrispondente valore di CO₂ emessa (Tabella 31).

Tabella 31 - Attività energivore presenti nel database E-PRTR e disponibilità dati produzione CO₂

Attività energivora	N°attività	N°attività con dati CO ₂ prodotta	% attività con dati CO ₂ prodotta
Centrali termoelettriche	184	82	45%
Termovalorizzatori	37	15	41%
Altre attività	828	106	13%
TOTALE	1049	203	19%

A livello provinciale il dettaglio delle principali province è illustrato in Tabella 32. Le province che presentano il maggior numero di attività sono principalmente concentrate in Lombardia: ciascuna delle prime tre province lombarde (Brescia, Milano e Bergamo, le uniche con oltre 40 attività energivore) ha più del doppio delle attività della sesta provincia italiana (Torino).

Tabella 32 - Prime quindici province per numero di attività energivore e per CO₂ emessa da att. energiv.

Provincia	N°attività energivore	Provincia	CO ₂ emessa da att. Energiv. [kton]
Brescia	77	Taranto	20'340
Milano	62	Brindisi	15'458
Bergamo	62	Roma	12'628
Varese	36	Siracusa	12'333
Lucca	34	Cagliari	6'928
Torino	28	Livorno	6'222
Udine	22	Pavia	6'144
Pavia	21	Mantova	5'195
Venezia	21	Venezia	5'019
Verona	21	Savona	4'474
Vicenza	21	Sassari	4'389
Mantova	19	Messina	4'359
Livorno	18	Piacenza	3'677
Ravenna	18	Torino	3'651
Ferrara	16	Ravenna	3'633

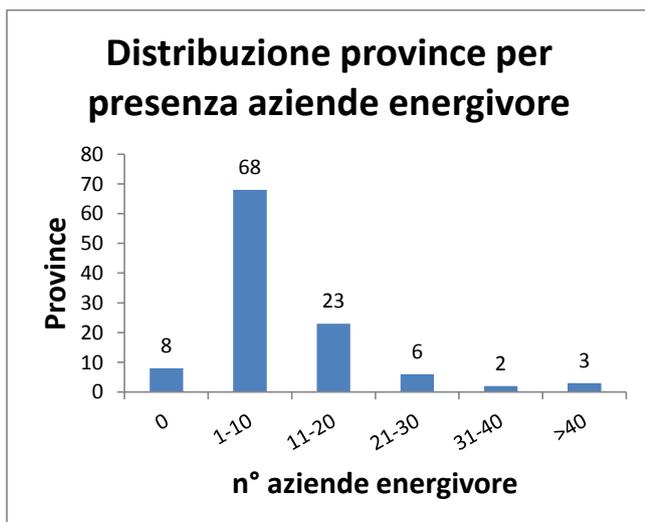


Figura 48 - Distribuzione delle province per numero di aziende con attività energivore

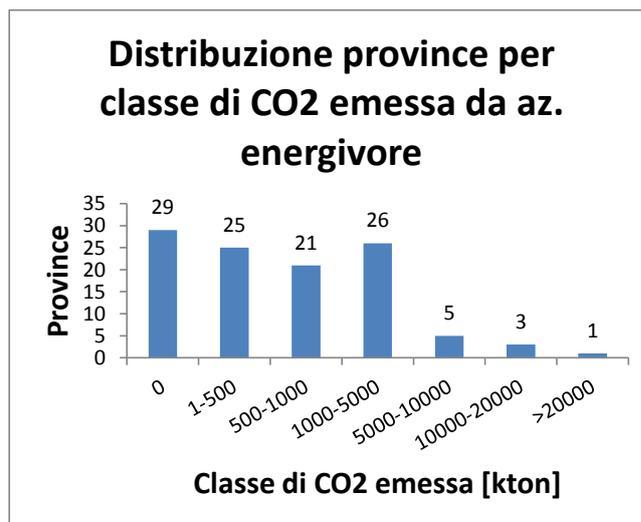


Figura 49 - Distribuzione delle province per CO₂ emessa da attività energivore

Solo otto province non presentano attività energivore. La maggioranza delle province (il 62%) ha tra una e dieci attività, il 21% ha tra 11 e 20 attività, ed il rimanente 10% delle province ha più di 20 aziende con attività energivore.

La situazione a livello comunale è rappresentata in Figura 50 e Figura 51. L'8.3% dei comuni presenta attività energivore: in totale i comuni con attività energivore sono 673. Di questi 656 hanno un numero di attività compreso tra 1 e 5, i rimanenti 17 comuni hanno almeno 6 attività energivore. In Figura 51 sono presentati i comuni in funzione della classe di CO₂ emessa, espressa in kton. 35 comuni presentano un'emissione maggiore di 1000 kton di CO₂.

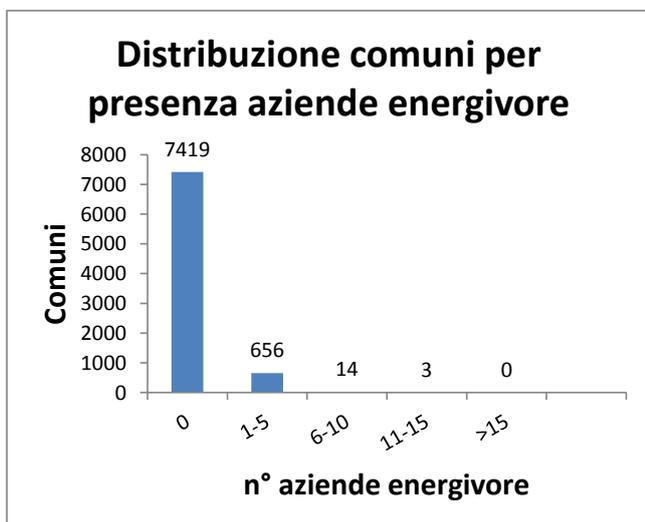


Figura 50 - Distribuzione dei comuni per numero di aziende con attività energivore

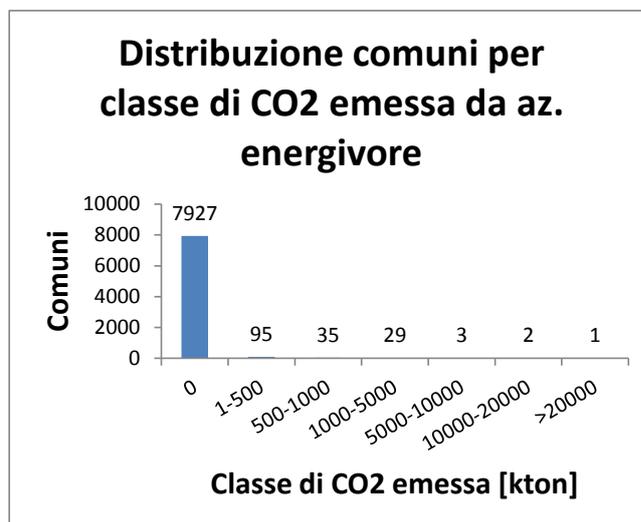


Figura 51 - Distribuzione dei comuni per CO₂ emessa da attività energivore

3.2 Radiazione solare

Esempi di integrazione tra solare termico e reti TLR sono presenti in Danimarca, Germania, Austria e Svezia. La possibilità di sfruttamento del calore da radiazione solare dipende ovviamente dalla radiazione media incidente.

Per una valutazione della radiazione è possibile considerare la mappa della radiazione solare europea [4] ed italiana [5], ed i dati dell'atlante solare ENEA [6].

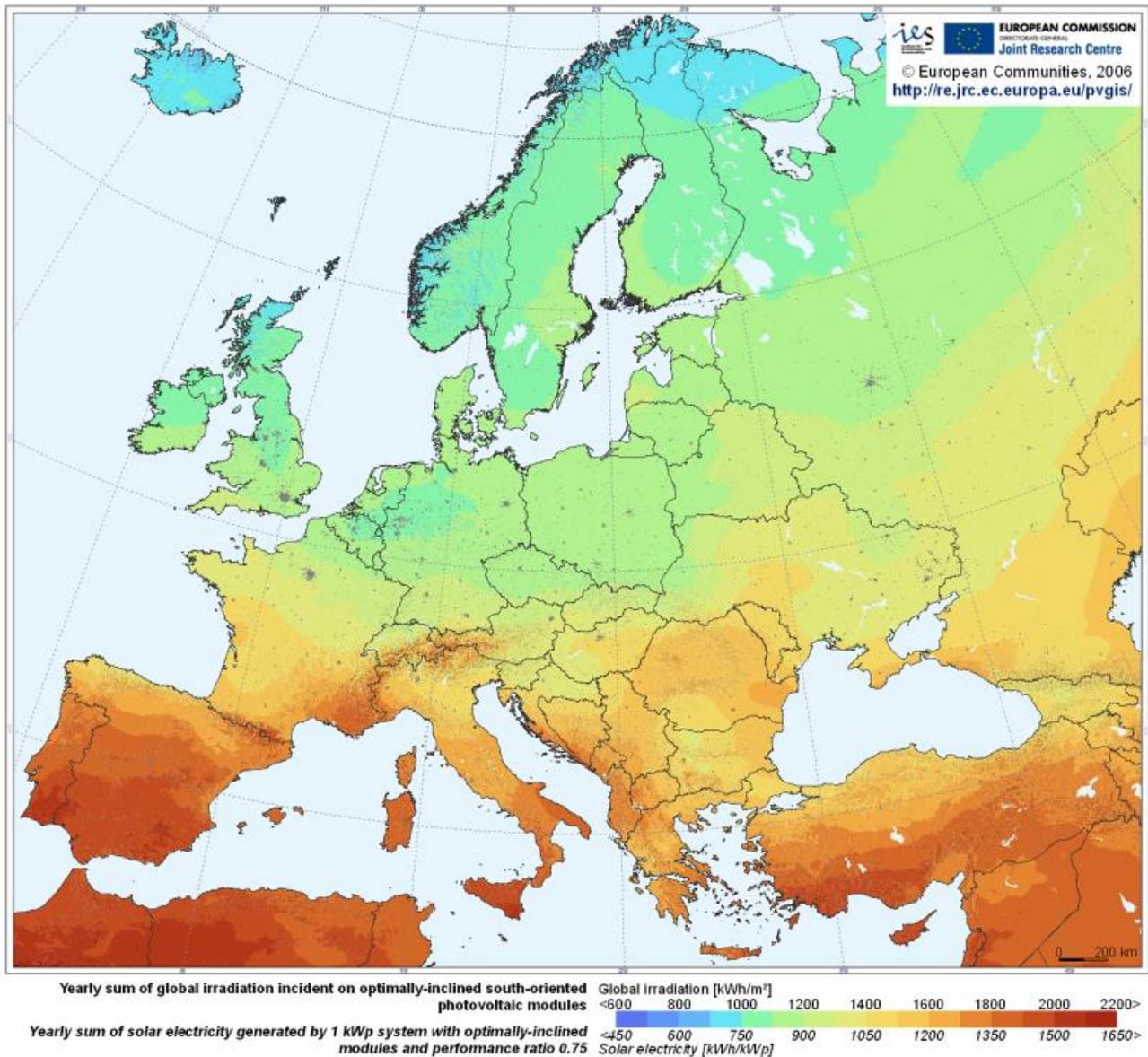


Figura 52 - Mappa della radiazione solare in Europa, fonte JRC

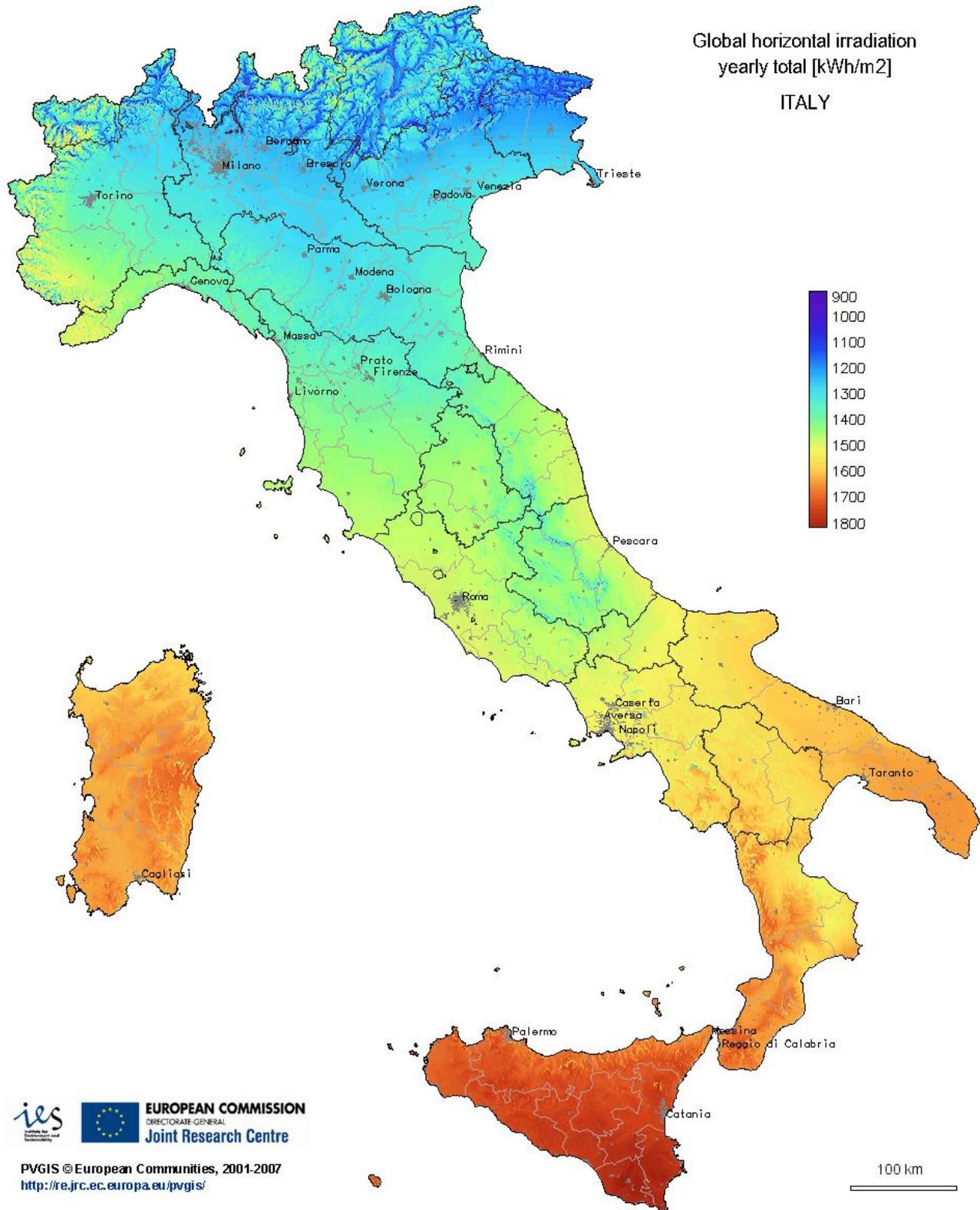


Figura 53 - Mappa della radiazione solare in Italia, dati JRC

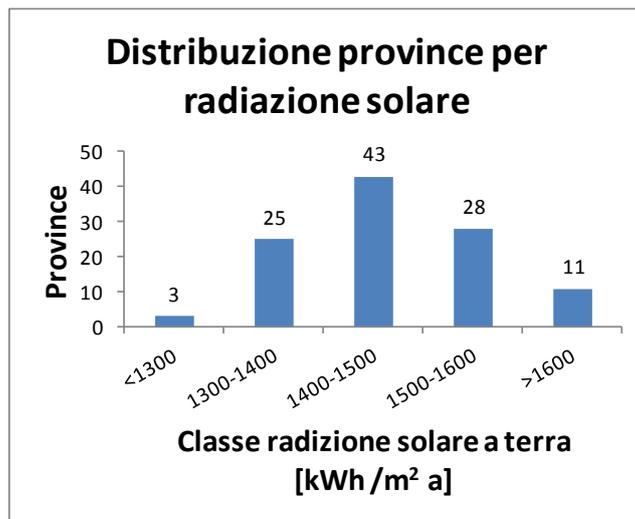


Figura 54 - Distribuzione delle province per classi di radiazione solare incidente, dati ENEA

Ne emerge che il 97% circa delle province italiane ha un valore di radiazione solare annua almeno pari 1300 kWh/m² a. Valutando la disponibilità di radiazione a livello europeo, e considerando che i paesi in cui l'integrazione tra solare termico e reti di TLR presentano valori di radiazione solare generalmente inferiore a 1300 kWh/m² a, è possibile affermare che la disponibilità di radiazione solare compatibile con sistemi di TLR è presente su tutto il territorio nazionale. Localmente andranno poi analizzati problemi possibili ad esempio nelle valli alpine.

3.3 Biomassa

La disponibilità di biomassa è stata valutata a livello provinciale a partire da dati ENEA [7].

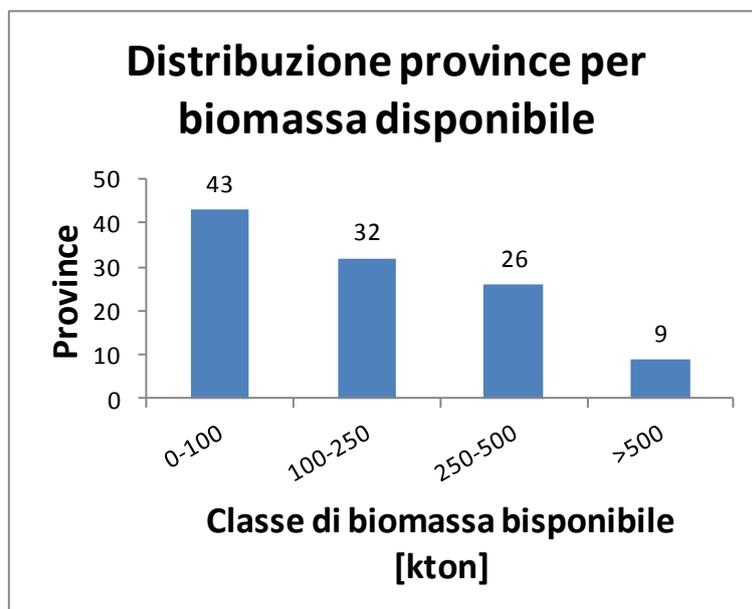


Figura 55 – Distribuzione delle province per classi di biomassa disponibile

Circa il 60% delle province presenta un valore di biomassa potenzialmente disponibile superiore a 100 migliaia di tonnellate di biomassa. Tale valore, considerando un valore medio del pci della biomassa pari a 4000 kcal/kg, corrisponde a circa 465 GWha: tale valore è prossimo al limite della

classe inferiore adottato per l'analisi della domanda provinciale di energia per riscaldamento (500 GWha).

Le province con la maggiore disponibilità di biomassa di differente origine sono riportate in Tabella 33.

Tabella 33 - Province con maggior biomassa potenzialmente disponibile

Provincia	Biomassa potenzialmente disponibile [kton]
Foggia	1064
Pavia	788
Torino	773
Cremona	745
Mantova	703
Brescia	672
Vercelli	612
Reggio Calabria	570
Cuneo	541
Perugia	465

3.4 Geotermia

Per la stima della distribuzione territoriale del calore di origine geotermica potenzialmente disponibile, è stato utilizzato come parametro la temperatura geotermica ad una profondità di 2000 metri, dato ricavato dall'atlante delle risorse geotermiche in Europa [8].

Secondo [9] la temperatura minima da considerare per un utilizzo a bassa entalpia delle risorse geotermiche a scopi di riscaldamento è pari a 60°C. Occorre osservare anche che tale temperatura, nel caso di reti di TLR rappresenta un valore basso anche per le reti che funzionano a bassa temperatura, nessuna delle quali si trova in Italia. Sono presenti 25 province in cui esiste almeno un sito in cui la temperatura disponibile a 2000 m è compresa tra 60°C e 100°C, e rappresentano il 21% delle province italiane. Per il contesto italiano, e per la tipologia di reti TLR presente in Italia, appaiono decisamente più interessanti i siti in cui la temperatura è superiore a 100°C. Più specificatamente, in 9 province esiste almeno un sito con la temperatura a 2000 m compresa tra 100°C e 200°C, e 4 province in cui tale temperatura è superiore a 200°C.

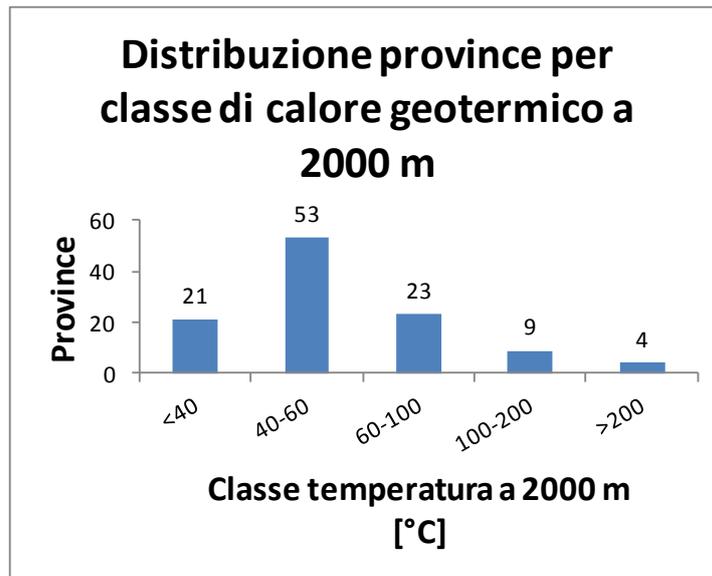


Figura 56 - Distribuzione delle province per classi di temperatura disponibile a 2000 m di profondità

Tabella 34 - Province con le maggiori risorse geotermiche

Provincia	Classe di temperatura a 2000 m [°C]
Viterbo	>200
Grosseto	>200
Pisa	>200
Rieti	>200
Vicenza	100< T < 200
Siena	100< T < 200
Roma	100< T < 200
Arezzo	100< T < 200
Livorno	100< T < 200
Napoli	100< T < 200
Sassari	100< T < 200
Oristano	100< T < 200
Medio Campidano	100< T < 200

4 Metodologia per l'individuazione delle aree geografiche compatibili con lo sviluppo dei sistemi di TLR

4.1 Parametri per l'individuazione di aree geografiche compatibili con TLR

Affinché un'area geografica possa essere considerata compatibile con un sistema di TLR occorre innanzitutto che l'area stessa sia caratterizzata da una domanda di energia per riscaldamento che giustifichi la costruzione di un'infrastruttura per la produzione e la distribuzione di energia termica. L'analisi della domanda realizzata nel paragrafo §1 ha mostrato che, relativamente all'ambito territoriale comunale, la valutazione della sola domanda di energia fa emergere tra i

comuni con maggiore domanda comuni quali ad esempio Napoli, per il quale l'alta domanda di energia è legata all'alta densità abitativa più che ad un'elevata domanda per singola abitazione. Occorre quindi individuare altri parametri che mettano in relazione la domanda di energia per riscaldamento a livello comunale con indici urbanistici dell'ambito territoriale per il quale si intenda effettuare l'analisi (ad es. comune o provincia).

Vengono proposti i seguenti indici:

- **l'indice di intensità energetica, Int_{En}** , definito come

$$Int_{En} = \frac{E_{risc}}{Sup} \quad \left[\frac{MWh}{km^2 a} \right]$$

Dove:

E_{risc} : Domanda di energia per riscaldamento dell'ambito territoriale

Sup : Superficie dell'ambito territoriale

- **la domanda di riscaldamento specifica, E_{risc_spec}** , definita come:

$$E_{risc_spec} = \frac{E_{risc}}{Sup_{ab}} \quad \left[\frac{MWh}{m^2 a} \right]$$

Dove:

E_{risc} : Domanda di energia per riscaldamento dell'ambito territoriale

Sup_{ab} : Superficie delle abitazioni occupate da residenti

Un'elevata intensità energetica indica che la domanda di riscaldamento è concentrata in un ambito territoriale di dimensioni ristrette, e questo è un parametro importante da considerare nella valutazione della possibile costruzione di un'infrastruttura per la distribuzione di energia termica.

Oltre all'intensità energetica è opportuno valutare anche la domanda specifica di energia, perché nel caso di elevata densità di abitazioni tuttavia (ad esempio un comune con un'elevata percentuale di superficie occupata da abitazioni ed un'elevata densità abitativa), è possibile trovare ambiti territoriali con un'elevata intensità energetica senza che la domanda a m^2 di abitazioni sia significativamente elevata (ad es. il comune di Castellammare di Stabia rientra tra i primi 200 comuni per intensità energetica, ma presenta una domanda specifica che lo colloca al 7168mo posto su 8092 comuni).

Vanno inoltre considerati parametri che siano rappresentativi delle dimensioni dell'ambito territoriale e dell'urbanizzazione dello stesso.

Vengono quindi considerati:

- il numero di abitanti dell'ambito territoriale;
- la densità urbana delle abitazioni, $Dens_{urb}$, definita come:

$$Dens_{urb} = \frac{Sup_{ab}}{Sup} \quad \left[\frac{m^2}{km^2} \right]$$

dove:

Sup_{ab} : Superficie delle abitazioni occupate da residenti

Sup : Superficie dell'ambito territoriale

Per definire la compatibilità di un ambito territoriale con lo sviluppo o l'estensione di un sistema di TLR, a ciascuno di tali indici è stata fissata una soglia minima.

L'analisi degli indici è stata realizzata a livello comunale, sia per i comuni già dotati di sistemi TLR, sia per tutti i comuni italiani. Per gli indici energetici sono stati considerati i dati della domanda relativa al settore residenziale.

Sulla base di tali analisi sono state fissate le soglie minime in base alle quali è possibile indentificare un comune come compatibile con sistemi TLR.

4.1.1 Intensità energetica

Nelle figure Figura 57 e Figura 58 è riportata la distribuzione dei comuni e della domanda energetica per classe di intensità energetica, espressa come MWha per km² di superficie comunale. Il range di valori dell'intensità energetica comunale va da un minimo di 6 ad un massimo di circa 33'000 MWh/km²a. Circa l'85% dei comuni presenta un'intensità energetica inferiore a 2000 MWh/km²a, ad essi corrisponde però solo circa il 51% della domanda di energia per riscaldamento: al 15% dei comuni italiani (contraddistinti da un'intensità energetica superiore alla prima classe) corrisponde circa il 49% della domanda di energia per riscaldamento.

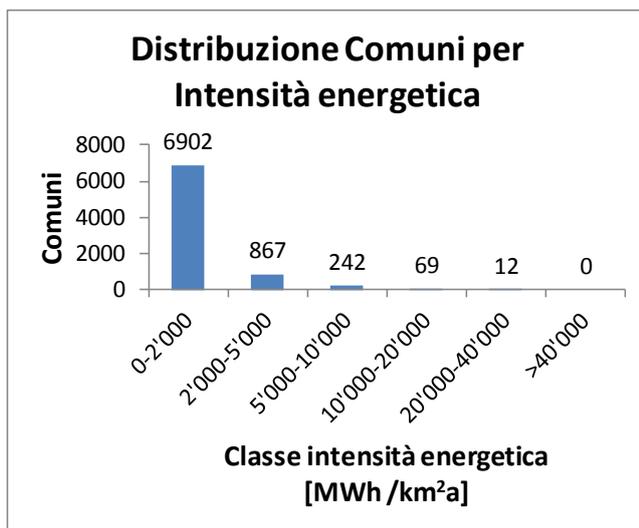


Figura 57 - Distribuzione comuni italiani in funzione della classe di intensità energetica, settore residenziale

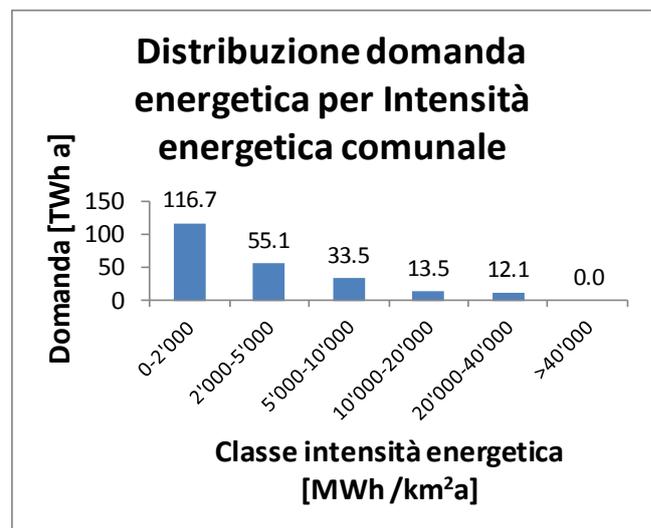


Figura 58 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per tutti i comuni italiani, in funzione della classe di intensità energetica, settore residenziale

Considerando il dato a livello provinciale, e rimodulando conseguentemente le classi di intensità energetica, si osserva che (Figura 59 e Figura 60) al 28% delle province caratterizzate da un'intensità energetica superiore a 1000 MWh/km²a corrisponde il 53% della domanda di energia per riscaldamento.

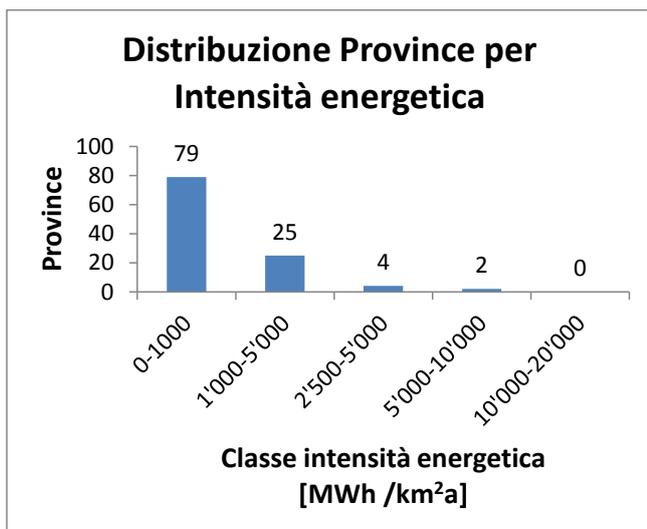


Figura 59 - Distribuzione province in funzione della classe di intensità energetica, settore residenziale

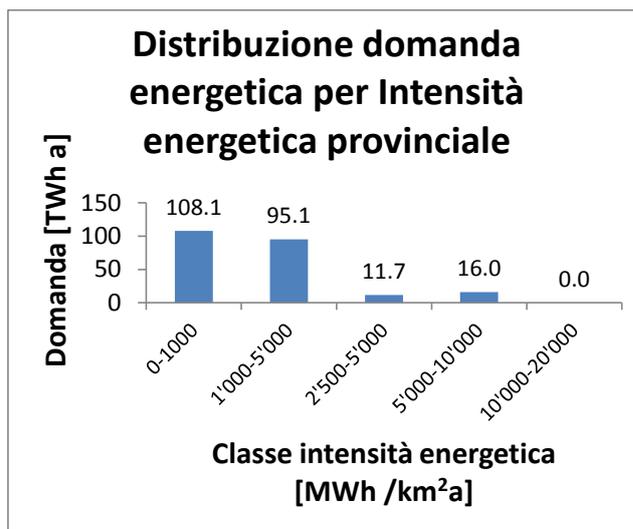


Figura 60 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per tutte le province italiane, in funzione della classe di intensità energetica, settore residenziale

Effettuando l'analisi di frequenza relativa all'intensità energetica ai soli comuni dotati di sistemi TLR, (Figura 61 e Figura 62) si nota che circa il 50% degli stessi presenta un'intensità energetica inferiore a 2000 MWh/km²a. Il range di valori va da un minimo di 61 ad un massimo di circa 30'000 MWh/m²a. Sono quindi presenti sistemi TLR anche in comuni con bassi valori di intensità energetica. Contemporaneamente si osserva però che a valori di intensità energetica superiore a 2000 MWh/km²a corrisponde il 92% della domanda per riscaldamento: comuni dotati di TLR con bassa intensità energetica sono poco significativi dal punto di vista della domanda in termini assoluti.

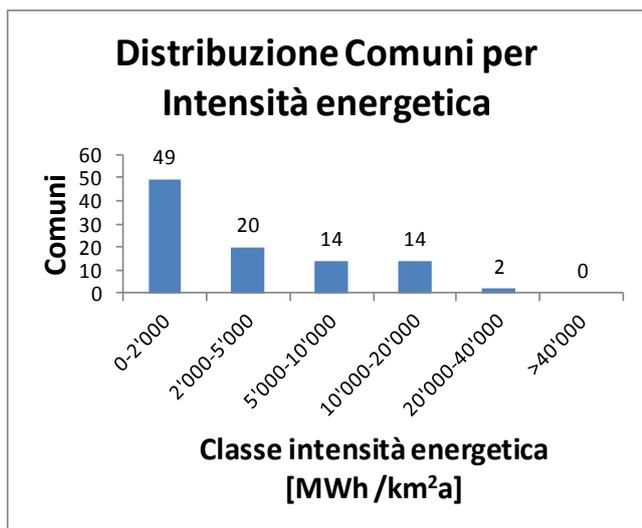


Figura 61 - Distribuzione comuni con reti TLR esistenti in funzione della classe di intensità energetica

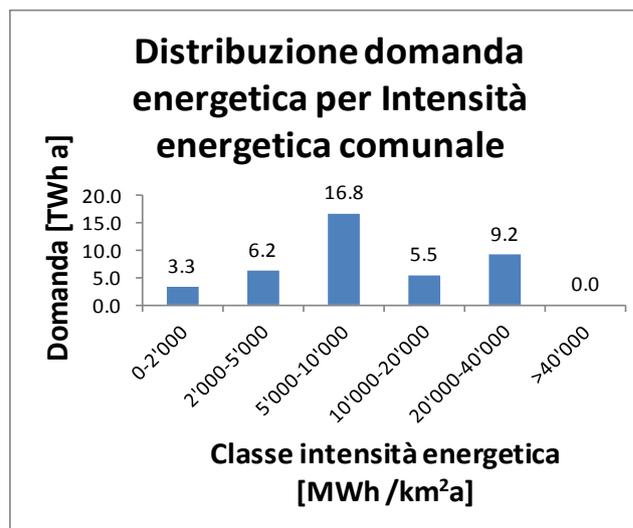


Figura 62 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per i comuni con reti TLR, in funzione della classe di intensità energetica

In base alla preponderanza di domanda di energia termica (sia considerando tutti i comuni sia considerando solo i comuni con TLR) legata alle classi superiori a quella minima, il valore soglia individuato per l'intensità energetica è pari a 2000 MWh/km²a.

4.1.2 Domanda specifica

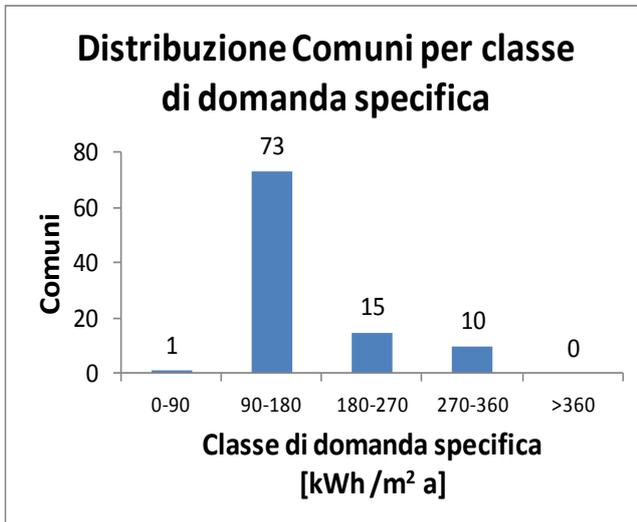


Figura 63 - Distribuzione comuni con reti TLR in funzione della classe di domanda energetica specifica

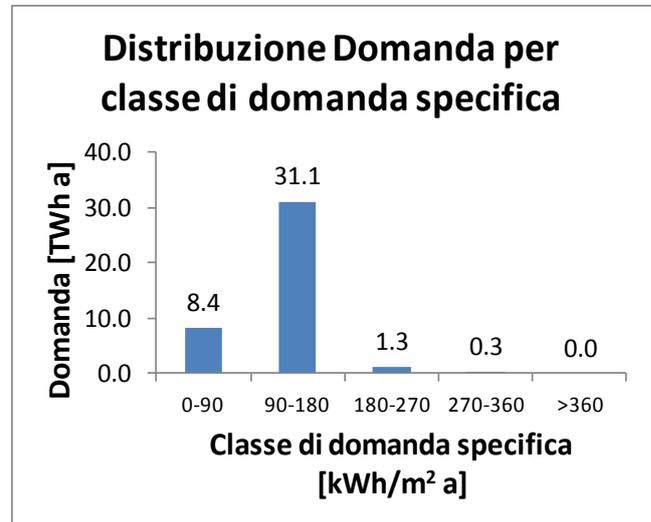


Figura 64 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per i comuni con reti TLR, in funzione della classe di domanda energetica specifica

Osservando la domanda di energia specifica relativa ai comuni con TLR (Figura 63 e Figura 64) appare evidente che solo un comune (Roma) è caratterizzato da una domanda specifica inferiore a 90 kWh/m²a. Il 74% dei comuni con TLR è caratterizzato da una domanda specifica compresa tra 90 e 180 kWh/m²a, e ad essi corrisponde il 76% della domanda di energia in valore assoluto. 90 kWh/m²a sembra quindi un valore soglia della domanda specifica che accomuna la grande maggioranza dei comuni dotati di TLR

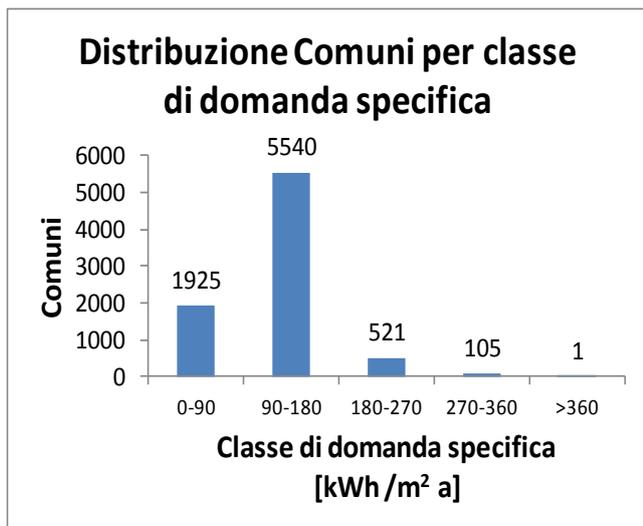


Figura 65 - Distribuzione comuni italiani in funzione della classe di domanda energetica specifica

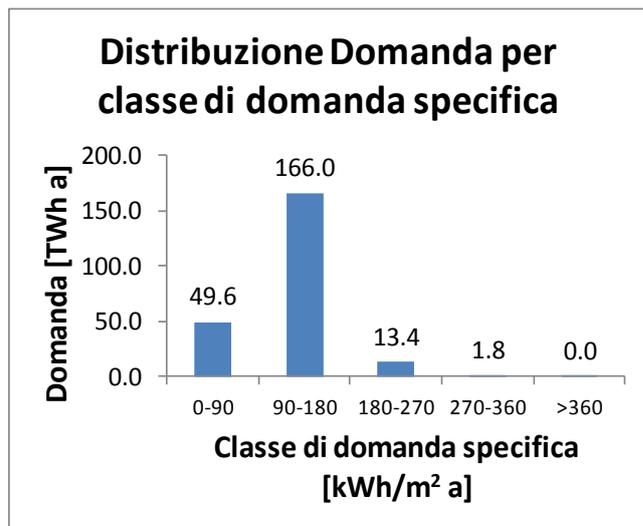


Figura 66 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per tutti i comuni italiani, in funzione della classe di domanda energetica specifica

Se si analizza la domanda specifica di tutti i comuni italiani utilizzando le stesse classi adottate per i comuni con TLR, si osserva che anche in questo caso la classe 90-180 kWh/m²a è quella più rappresentativa: ad essa appartiene il 68% circa dei comuni a cui corrisponde il 72% circa della domanda in valore assoluto. I comuni con domanda specifica inferiore a 90 kWh/m²a sono il 24% circa del totale e ad essi corrisponde il 21% della domanda.

Il valore di 90 kWh/m²a, che rappresenta un'evidente soglia per le realtà già teleriscaldate, appare quindi una soglia proponibile per determinare la compatibilità di un comune, in termini di domanda di energia per riscaldamento specifica, con lo sviluppo di sistemi di TLR.

4.1.3 Numero di abitanti del comune

L'individuazione di una dimensione minima al di sopra della quale è plausibile proporre sistemi di TLR è stata proposta già in precedenti studi sui sistemi di riscaldamento urbano a rete [10].

Analizzando i comuni dotati di sistemi TLR (Figura 67 e Figura 68) si osserva che il range va da un valore minimo di 724 abitanti ad un massimo di 2'600'000 (Roma). Il 40% dei comuni ha meno di 10000 abitanti: reti di teleriscaldamento sono quindi presenti anche in comuni di piccole dimensioni; un ulteriore 16% ha una popolazione compresa tra 10000 e 25000 abitanti. La domanda di energia corrispondente è invece di entità decisamente inferiore: il 2% circa considerando tutti i comuni con meno di 10000 abitanti, e il 3% per i comuni tra 10000 e 25000.

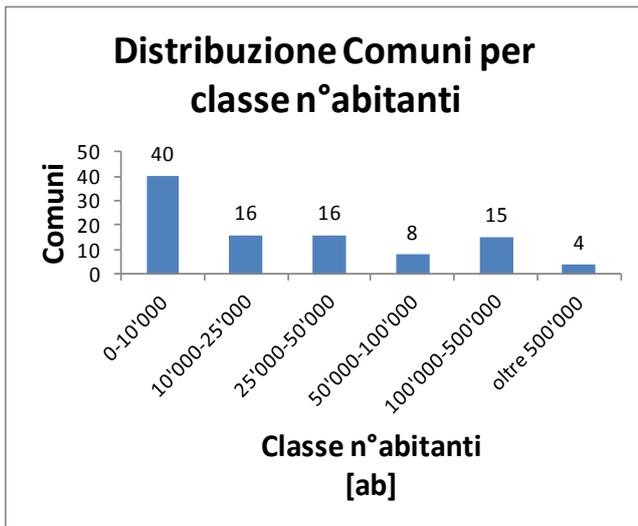


Figura 67 - Distribuzione comuni con reti TLR esistenti in funzione della classe abitanti

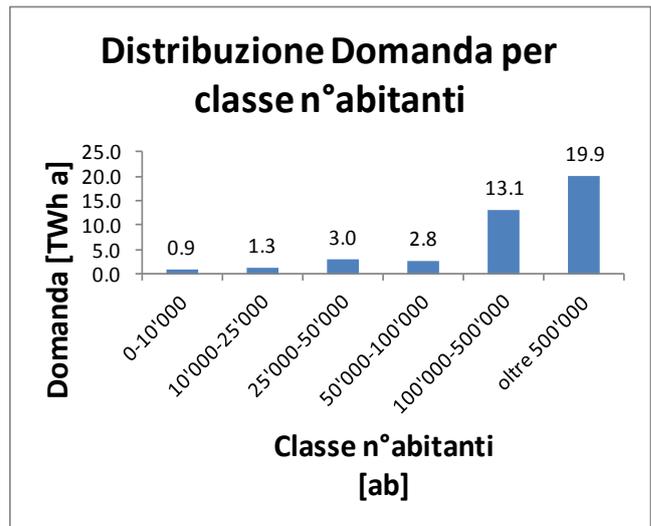


Figura 68 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per i comuni con reti TLR, in funzione della classe di abitanti

Considerando tutti i comuni italiani (Figura 69 e Figura 70) si osserva che l'85% degli stessi è nella classe con meno di 10000 abitanti, ed a tali comuni corrisponde il 37% della domanda di energia. La classe con abitanti compresi tra 10000 e 25000 comprende il 10% circa dei comuni, che hanno però il 20% della domanda per riscaldamento.

Se è vero che sistemi di TLR sono presenti anche in comuni di piccole dimensioni, e che quindi non esiste un'incompatibilità assoluta tra un piccolo comune ed un sistema TLR, è altresì vero che osservando le dimensioni (in termini di abitanti) dei comuni italiani e la corrispondente domanda per riscaldamento, e dovendo scegliere un valore limite, tale valore sembra ragionevolmente poter essere individuato in 10000 abitanti.

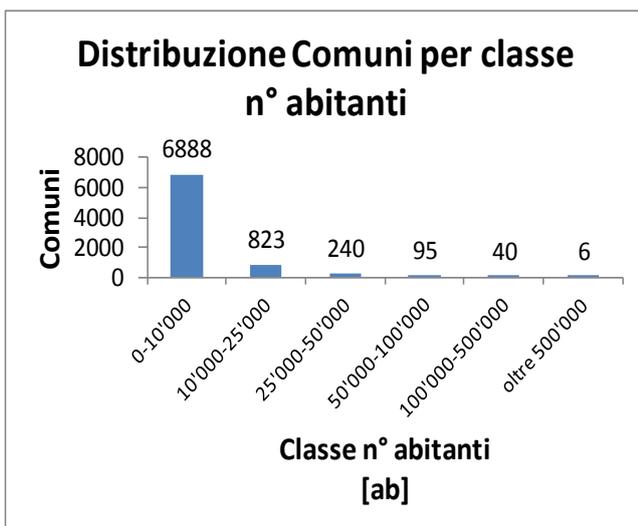


Figura 69 - Distribuzione comuni italiani in funzione della classe di abitanti

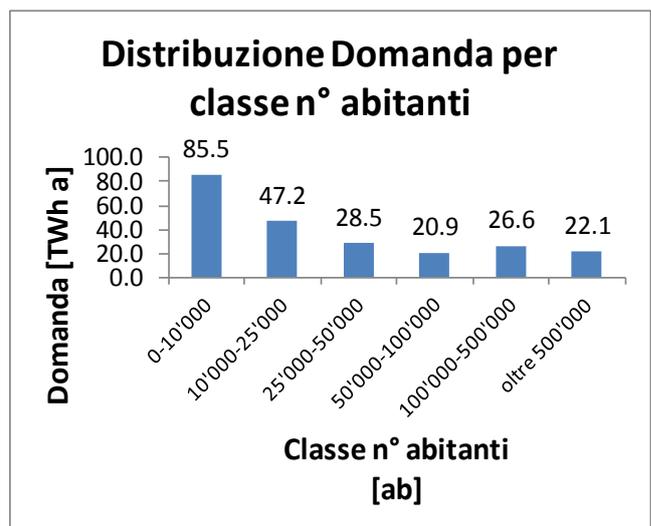


Figura 70 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per i comuni italiani, in funzione della classe di abitanti

4.1.4 Densità urbana delle abitazioni

Un aspetto ulteriore da valutare è se un comune presenta una superficie abitata sufficientemente elevata rispetto all'estensione del comune stesso. Comuni con bassi valori di densità urbana delle abitazioni presentano poche abitazioni rispetto alla superficie comunale, e potrebbero necessitare di reti termiche di dimensioni consistenti per servire un numero di abitazioni relativamente basso.

Considerando i comuni dotati di sistemi TLR (Figura 71 e Figura 72) si osserva che nelle prime due classi di densità urbana delle abitazioni ($Dens_{urb} > 10000 \text{ m}^2/\text{km}^2$) è compreso il 40% dei comuni, ma ad essi corrisponde circa il 3% della domanda di energia. Il 97% della domanda è compreso nelle classi superiori a $10000 \text{ m}^2/\text{km}^2$ ed alla classe $10000-50000 \text{ m}^2/\text{km}^2$ corrisponde il 25% circa della domanda. Il limite $10000 \text{ m}^2/\text{km}^2$ è dunque in grado di individuare i comuni più significativi tra quelli dotati di TLR.

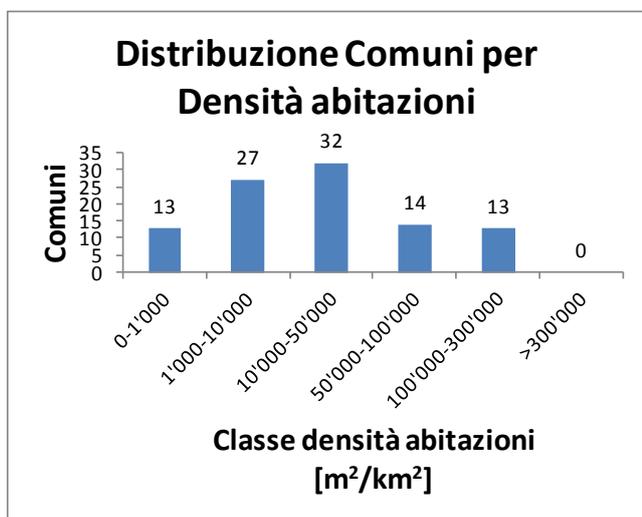


Figura 71 - Distribuzione dei comuni con reti TLR in funzione della classe di densità delle abitazioni

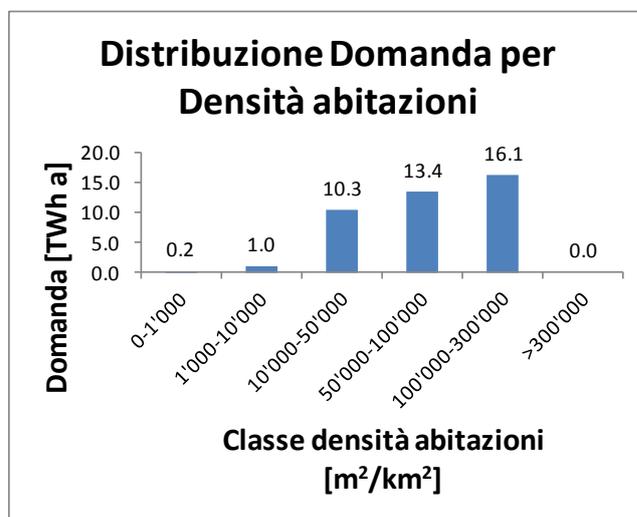


Figura 72 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per i comuni con reti TLR, in funzione della classe di densità delle abitazioni

Analizzando la totalità dei comuni italiani (Figura 73 e Figura 74), circa il 71% presenta una densità delle abitazioni inferiore a $10000 \text{ m}^2/\text{km}^2$, e ad essi corrisponde il 33% della domanda. La classe maggiormente significativa relativamente alla domanda di energia per riscaldamento è quella compresa tra 10000 e $50000 \text{ m}^2/\text{km}^2$, nella quale ricade il 25% dei comuni ma ben il 42% della domanda.

La soglia di $10000 \text{ m}^2/\text{km}^2$, significativa per i comuni dotati di TLR sembra quindi in grado di individuare un numero di comuni (il 29%) a cui corrisponde un'elevata quota della domanda per riscaldamento (il 66%), ed è quindi adottata come soglia per definire la compatibilità relativamente alla densità delle abitazioni.

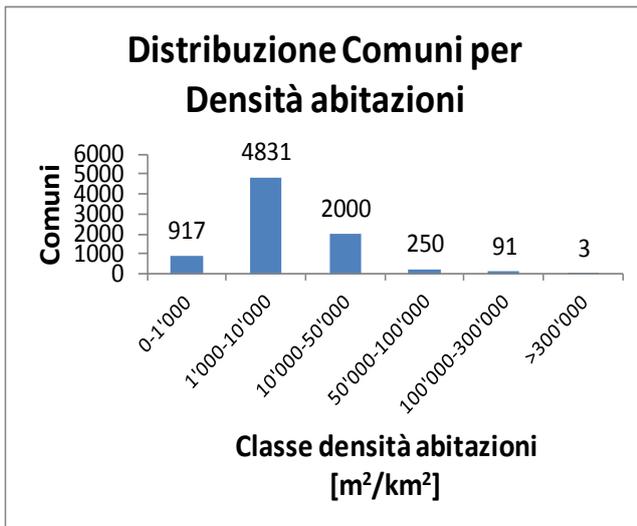


Figura 73 - Distribuzione dei comuni italiani in funzione della classe di densità delle abitazioni

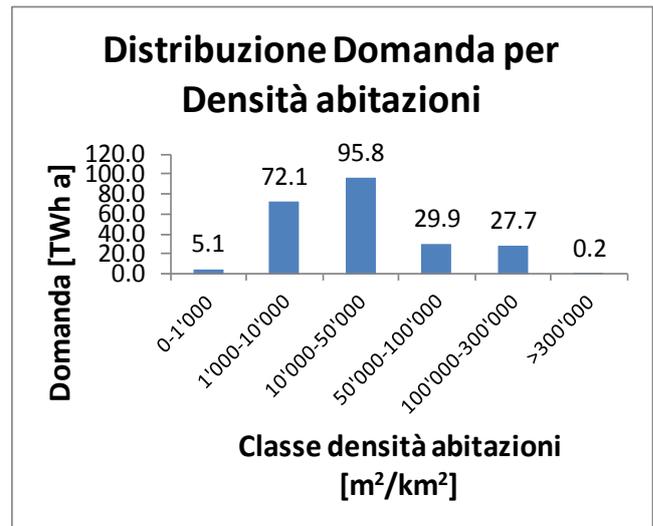


Figura 74 - Distribuzione della domanda di energia per il settore residenziale, per tutti i comuni, in funzione della classe di densità delle abitazioni

4.2 Comuni Compatibili con sistemi TLR

Sulla base delle soglie scelte in base alle considerazioni proposte nei paragrafi precedenti è possibile individuare i comuni che sono caratterizzati da parametri che rispettano i valori minimi, riassunti in Tabella 35.

Tabella 35 - Parametri proposti per la compatibilità e relative soglie minime

Parametro	Intensità energetica	Domanda specifica	Densità urbana delle abitazioni	N° abitanti del Comune
Soglia minima	2000 MWh/km ² a	90 kWh / m ² a	10000 m ² /km ²	10000 ab

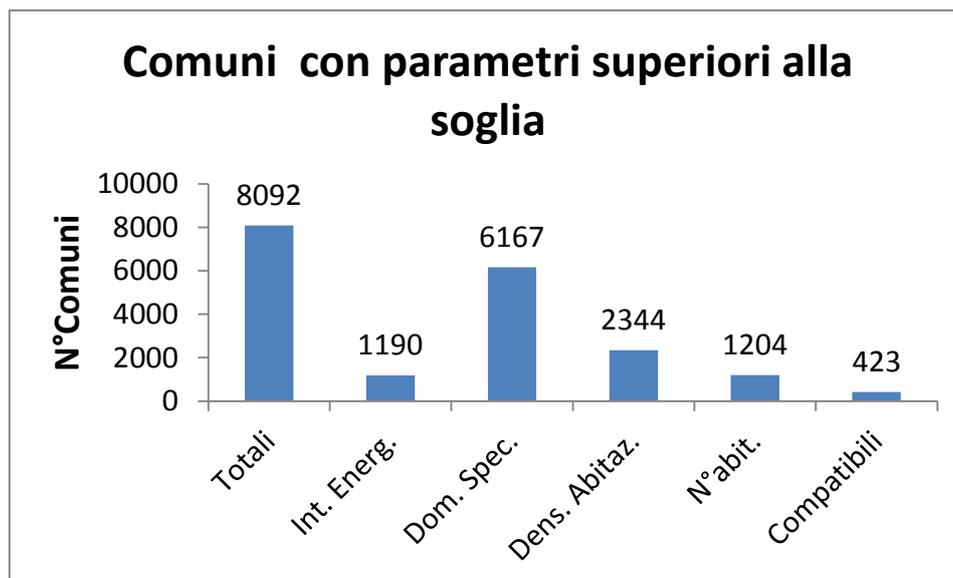


Figura 75 - Comuni con parametri superiori alla soglia e comuni compatibili

Tra gli 8092 comuni italiani, il parametro maggiormente rispettato è la domanda di energia specifica (rispettato dal 76% dei comuni), seguito dalla densità urbana delle abitazioni (rispettato

dal 29%), dal numero di abitanti (rispettato dal 15% dei comuni) ed infine dall'intensità energetica (rispettata dal 15% dei comuni). 423 comuni, pari al 5%, rispettano tutti i parametri e possono essere considerati compatibili con lo sviluppo di sistemi TLR (Figura 75).

Tra i 99 comuni dotati di sistemi TLR, la quasi totalità rispetta la domanda specifica minima, il 60% rispetta i valori minimi di densità urbana delle abitazioni e di numero di abitanti, il 50% rispetta il valore minimo di intensità energetica. Un ulteriore parametro da considerare per la compatibilità di un comune con l'estensione della rete TLR esistente è la percentuale di copertura dell'energia per riscaldamento del comune con l'energia attualmente prodotta dal sistema TLR. Come soglia, in questo caso massima, è stata scelta una percentuale pari al 60%. Il 57% dei comuni con TLR rispetta quest'ultimo parametro.

38 comuni, pari a circa il 38%, rispettano i valori minimi di tutti i parametri e possono essere considerati compatibili con un'estensione dei sistemi di TLR.

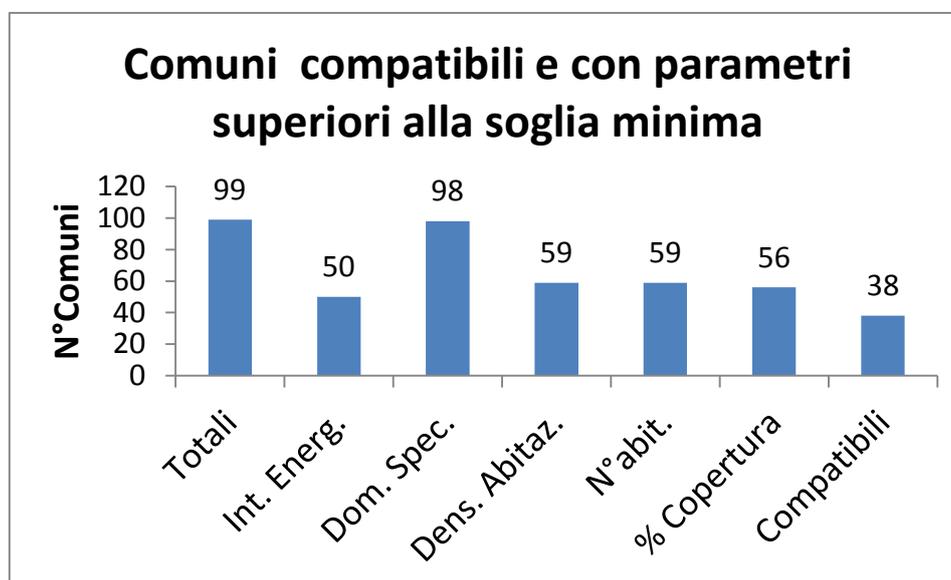


Figura 76 - Comuni con reti TLR esistenti e con parametri superiori alle singole soglie minime

4.2.1 Presenza di attività energivore a livello comunale o presenza di biomassa disponibile a livello provinciale

Vengono infine prese in considerazione la presenza di attività energivore sul territorio comunale ed una disponibilità potenziale di biomassa provinciale pari ad almeno 100 kton, corrispondente ad un'energia di circa 465 GW_ha (considerando un valore medio del potere calorifico inferiore della biomassa pari a 4000 kcal/kg). Tale valore minimo, oltre a identificare il 40% circa delle province italiane, è prossimo al limite della classe inferiore adottato per l'analisi della domanda provinciale di energia per riscaldamento (500 GW_ha). La dimensione provinciale è scelta perché considerata compatibile con un utilizzo della biomassa disponibile in un ambito territoriale sufficientemente ristretto da poter essere considerato "di prossimità".

Dei 423 comuni compatibili, 354 (84% dei comuni compatibili, 5% dei comuni totali) presentano attività energivore o una disponibilità potenziale di biomassa, 312 (74% dei comuni compatibili, 4% dei comuni totali) presentano solo disponibilità potenziale di biomassa, e 168 (40% dei comuni compatibili, 2% dei comuni totali) presentano solo attività energivore (Figura 77).

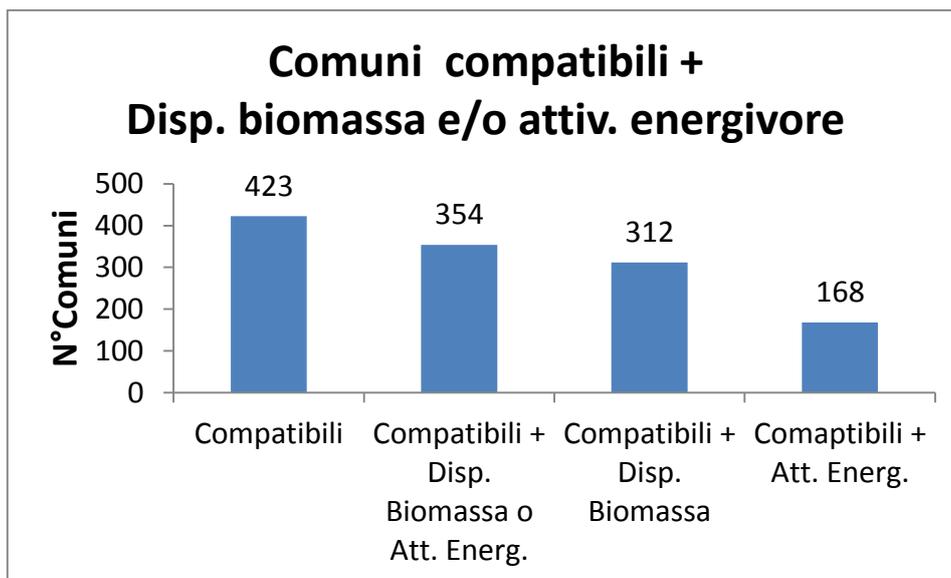


Figura 77 –Comuni compatibili: totali e con presenza di biomassa e/o attività energivore

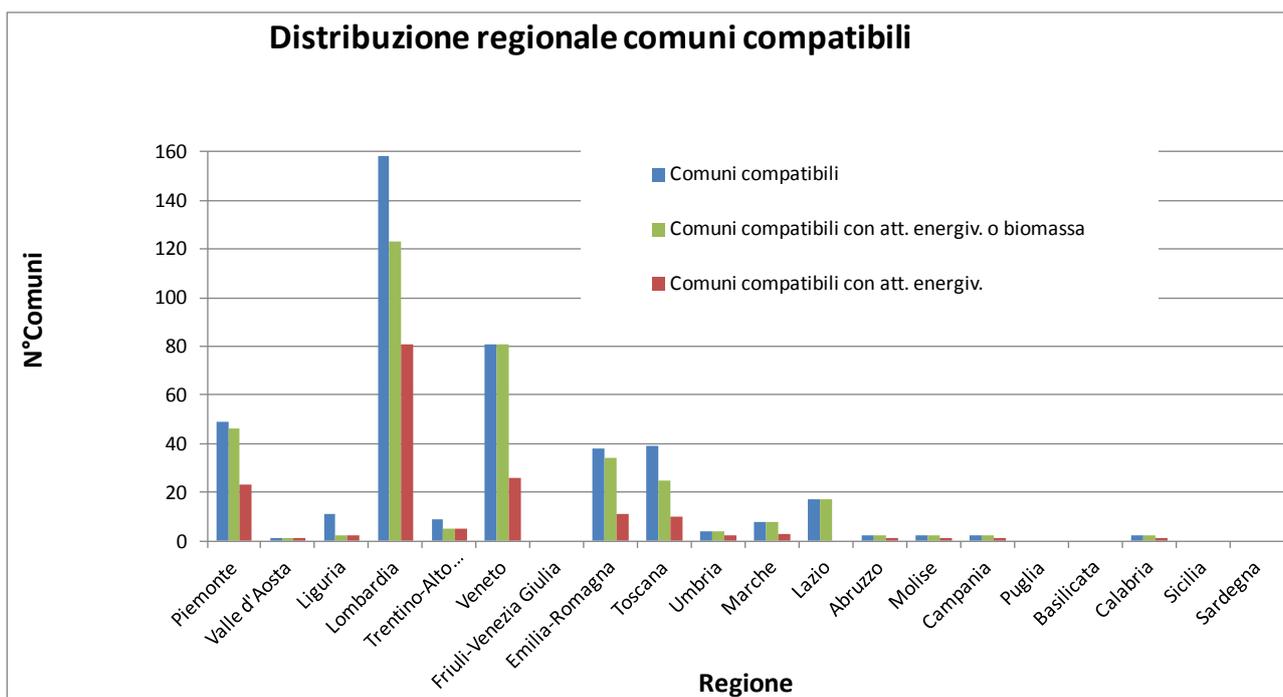


Figura 78 - Distribuzione regionale comuni compatibili, totali e con attività energivore e/o biomassa

Le figure Figura 78 e Figura 79 presentano le distribuzioni dei comuni compatibili e di quelli compatibili con attività energivore e/o disponibilità di biomassa a livello regionale e provinciale. Le regioni che presentano il maggior numero di comuni compatibili sono, nell'ordine, Lombardia, Veneto, Piemonte, Toscana ed Emilia Romagna. Considerando la presenza di attività energivore l'ordine cambia in Lombardia, seguita da Veneto e Piemonte. A livello provinciale le province più significative sono Milano (con quasi 60 comuni compatibili e oltre 30 che presentano anche attività energivore), Torino, Monza e Brianza, Varese e 4 province venete (Padova, Vicenza, Treviso e Venezia).

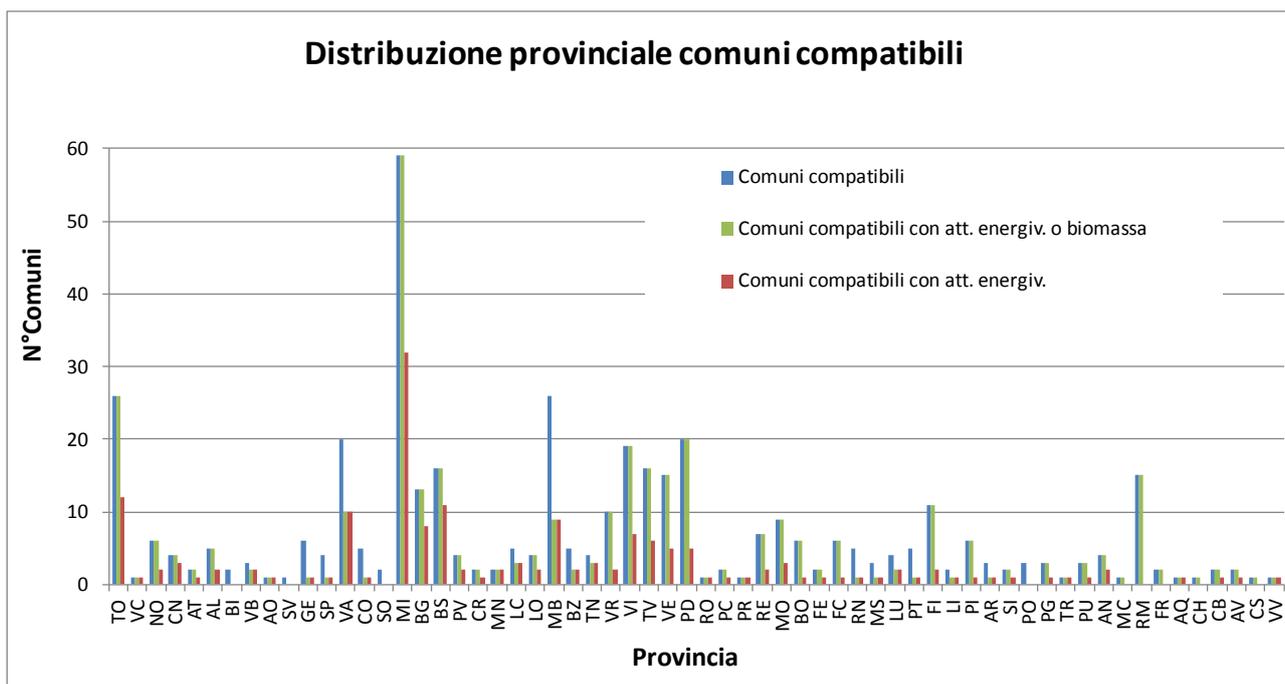


Figura 79 - Distribuzione provinciale comuni compatibili, totali e con attività energivore e/o biomassa

La distribuzione provinciale dei comuni con sistemi TLR, di quelli compatibili con un'estensione della rete, e tra questi ultimi di quelli con presenza di biomassa e/o attività energivore, è presentata in Figura 80. Le province più significative sono Torino (8 comuni compatibili, di cui 5 con attività energivore), Milano (5 comuni compatibili, tutti con attività energivore), Monza e Brianza (5 comuni compatibili, 2 con attività energivore), Bologna (3 comuni compatibili) e Varese (3 comuni compatibili, tutti con attività energivore).

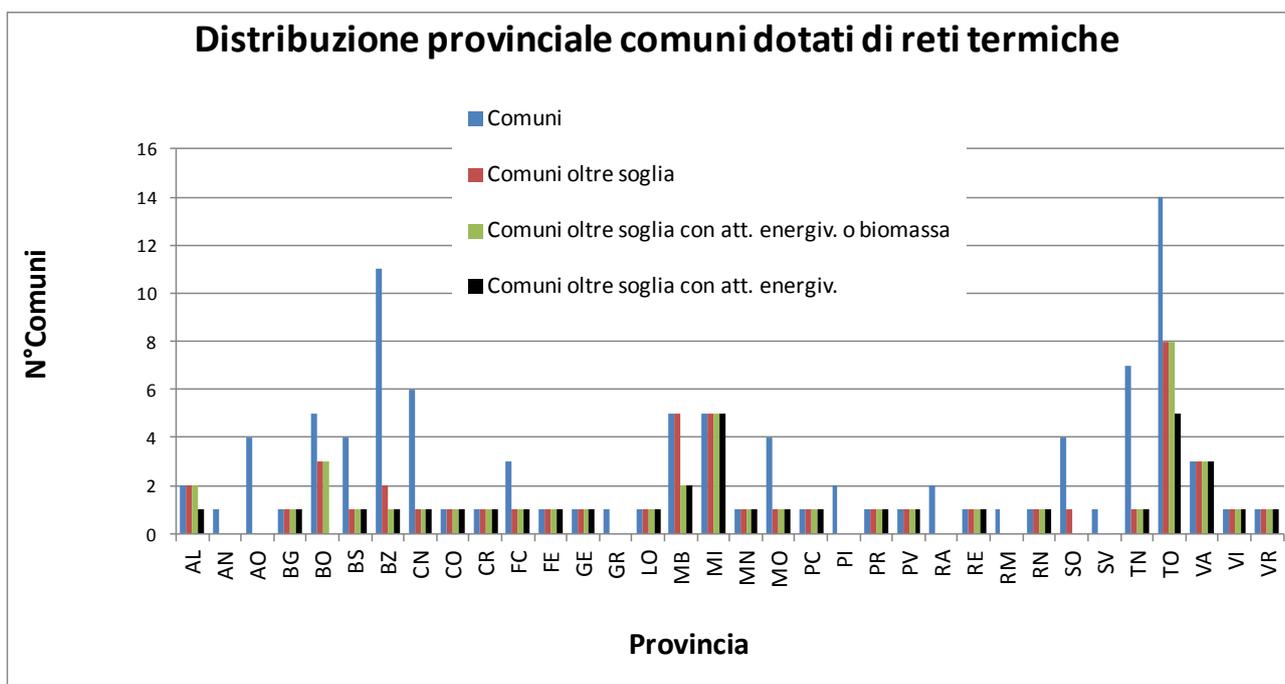


Figura 80 - Distribuzione provinciale comuni con sistemi TLR, totali, con parametri di compatibilità oltre soglia e con presenza di attività energivore e/o biomassa

4.3 Potenzialità di conversione dei sistemi delle reti TLR in sistemi efficienti.

Nel presente paragrafo è stata considerata la trasformazione dei sistemi di produzione TLR esistenti in sistemi efficienti.

Nell'ottica di definire i sistemi efficienti, dall'analisi macroscopica della produzione termica si è passati a quella micro, mediante una panoramica puntuale della *natura* del vettore energetico prodotto dalla singola unità produttiva.

Per individuare le reti suscettibili di detta trasformazione, innanzitutto è stato creato un data base delle reti efficienti e di quelle non efficienti secondo quanto definito all'art. 2, comma 41 della Direttiva sull'Efficienza Energetica (Energy Efficiency Directive 2012-27): *un sistema di TLR è efficiente se utilizza il 50% di energia rinnovabile, il 50% di calore di scarto, il 75% di calore cogenerato o il 50% di una combinazione di tale energia e calore.*

Si sottolinea, la poca chiarezza relativamente alla quarta definizione di sistema efficiente, ovvero, *"50% di una combinazione di tale energia e calore"* alla quale è stata la seguente interpretazione : *50% di una combinazione di energia rinnovabile, calore di scarto e calore cogenerato.*

Pertanto, in questo paragrafo, i risultati che saranno illustrati sono stati calcolati nella seguente ipotesi di interpretazione dell'art. 2, comma 41 della Direttiva in base al quale: *un sistema di TLR è efficiente se utilizza il 50% di energia rinnovabile, il 50% di calore di scarto, il 75% di calore cogenerato o il 50% di una combinazione di energia rinnovabile, calore di scarto e calore cogenerato.*

In base, alla definizione di sistema efficiente, secondo l'ipotesi sopra esposta, per circoscrivere i parametri di trasformazione delle reti TLR sono state compiute le seguenti fasi:

1. suddivisione delle tipologie di produzione;
2. calcolo delle parti della corrispondente quantità di energia prodotta nelle diverse forme (calore di scarto, energia rinnovabile e calore cogenerato);
3. individuazione dei sistemi efficienti e sistemi non efficienti;
4. definizione di due scenari di trasformazione minimo e massimo.

Per quanto riguarda il punto 1. si è creato un data base delle tipologie di unità di produzione a monte di ogni rete, ovvero, cogenerazione a combustibili fossili e a biomassa, centrali termoelettriche, termovalorizzatori di RSU, caldaie a biomassa e a combustibili fossili, calore di processo, pompa di calore e geotermia.

Per il punto 2. è stata calcolata la quota percentuale prodotta da ogni unità mediante la quale è stata definita l'efficienza della stessa.

Relativamente al punto 3. per definire se il sistema di produzione è efficiente o non efficiente sono state valutate l'entità delle singole quote prodotte, più precisamente, sono state calcolate se le quote di produzione raggiungevano per il calore di scarto il 50%, per l'energia rinnovabile il 50% e per il calore cogenerato il 75%.

Una volta definita l'efficienza del sistema sono stati calcolati per i sistemi "NON EFFICIENTI" gli scenari sotto elencati.

- Scenario *minimo* che si basa sulla presenza di energia rinnovabile al 50%, di calore di scarto al 50% e di una combinazione al 50% di energia rinnovabile, calore di scarto e calore cogenerato. Si rileva che, nell'ultima definizione derivante dall'ipotesi interpretativa è stata riscontrata una criticità di fondo, ovvero, che in presenza di alte percentuali di cogenerazione prossime o superiori al 50% è sufficiente un valore anche minimo di energia rinnovabile o di calore di scarto per ottenere la qualifica di "efficiente". Per questa ragione si è scelto, nel caso di cogenerazione maggiore del 50% e in assenza di rinnovabile e/o calore di scarto, di spingere la

cogenerazione fino al 75%, e quindi ottenere la qualifica di sistema efficiente in base alla terza definizione della Direttiva. Mentre nel caso di presenza di energia rinnovabile, calore di scarto e cogenerazione, si aumenta il contenuto di rinnovabili o calore di scarto fino al 50%.

Succintamente si hanno i seguenti casi:

- A.1 se la somma del calore di scarto, calore cogenerato e energia rinnovabile è superiore a zero e inferiore al 50%, la quota da integrare è pari alla differenza tra il 50% dell'energia termica prodotta e la somma del calore di scarto, del calore cogenerato e dell'energia rinnovabile;
- B.1 se la quota di calore cogenerato è maggiore del 50%, in assenza di rinnovabili, la quota da integrare è pari alla differenza tra il 75% dell'energia termica prodotta e il calore cogenerato.

- Scenario *massimo* definito come:

- A.2 per gli impianti dotati di energia rinnovabile, calore di scarto e cogenerazione la cui somma è inferiore al 50% si ipotizza l'aumento della cogenerazione fino ad avere la somma delle tre forme di energia pari al 50%. Poiché, a causa della totale mancanza di elementi tecnici ed economici, che riguardano e rappresentano il potere decisionale dei gestori e/o proprietari delle reti TLR, non è possibile compiere a priori delle scelte sulle quote di integrazione nel caso di mix di produzione;
- B.2 per gli impianti non dotati di energia rinnovabile e in presenza di cogenerazione si aumenta la cogenerazione fino al 75%. La quota da integrare sarà pari alla differenza tra il 75% dell'energia termica prodotta e la somma del calore cogenerato, questo scenario viene definito *cogenerativo*, in quanto, tiene conto solamente della trasformazione della quota di energia prodotta dalle caldaie a combustibile fossile in cogenerazione per la qualifica di efficiente.

Infine, per entrambi gli scenari sono state calcolate le quote di energia da combustione che verrebbe non prodotta effettuando le trasformazioni sopra elencate.

Si precisa inoltre che, per le reti TLR esistenti non efficienti, i sistemi presentavano configurazioni impiantistiche caratterizzate o da caldaie a combustibile fossile, oppure da cogenerazione a combustibile fossile o da RSU. Tali configurazioni prevalenti ha fatto sì che, per la trasformazione dei sistemi in efficienti, fossero adottati, nel caso dello scenario minimo, gli interventi definiti al caso A1 e gli interventi definiti al caso B2 nel caso dello scenario massimo.

Nelle Figura 81 e Figura 82 sono rappresentati rispettivamente, il caso A1 per lo scenario minimo e il caso B2 per lo scenario massimo. Dove sono riportate per ogni regione la somma: delle quote di energia rinnovabile e calore di scarto (calore di processo, calore delle centrali termoelettriche), dell'energia cogenerata, dell'energia termica da combustione da trasformare per rientrare nel valore limite relativo allo scenario e la quota di energia da combustione che continuerà ad essere prodotta con la combustione.

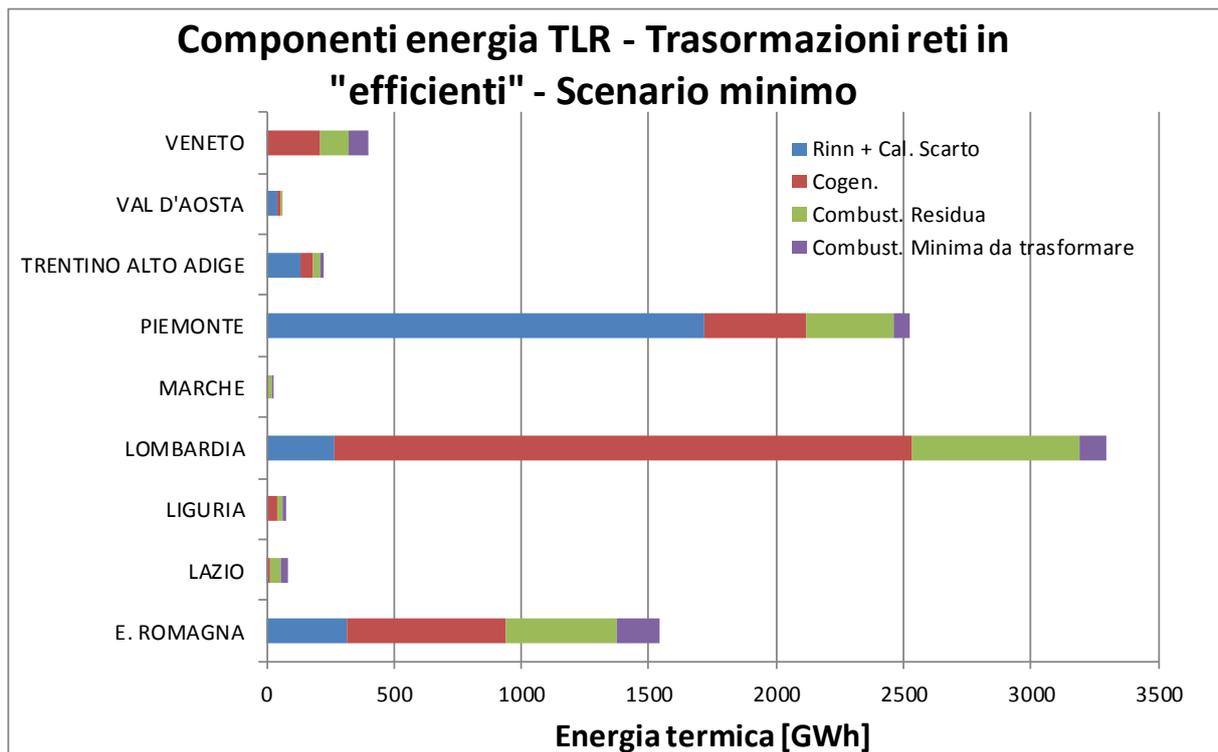


Figura 81 – Caso A - scenario minimo .

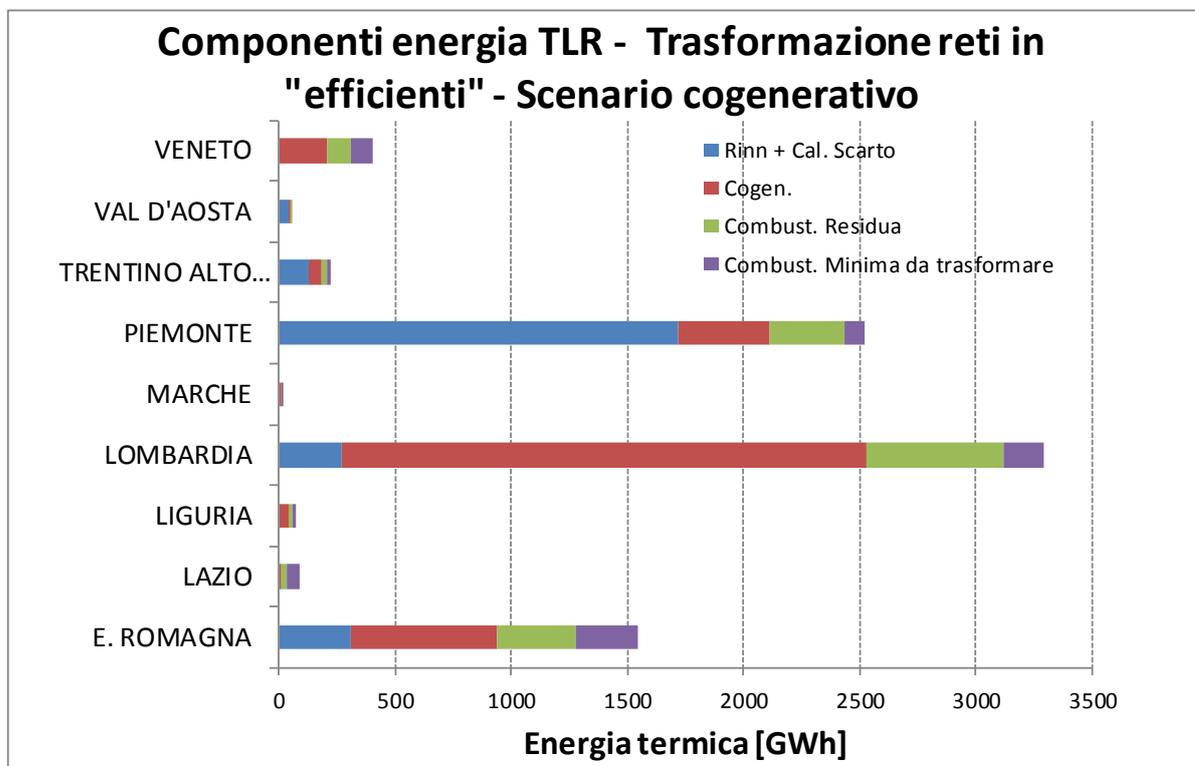


Figura 82 – Caso B - scenario massimo.

Molto interessante è stato valutare a livello nazionale il peso delle singole forme di energia e i valori di energia termica da continuare a produrre, dopo aver effettuato la trasformazione in entrambi gli scenari, con la combustione detta “ combustione residua”. Nella Figura 83 sono

rappresentate le percentuali delle componenti di energia termica delle singole voci (energia rinnovabile + calore di scarto, energia da cogenerazione, energia residua da combustione scenario min. caso A; energia residua da combustione scenario max caso B; energia minima da combustione da trasformare scenario min caso A; energia minima da trasformare da combustione scenario max caso B sul totale dell'energia termica attuale prodotta (energia rinnovabile + calore di scarto, energia da cogenerazione, energia termica da combustione fossile).

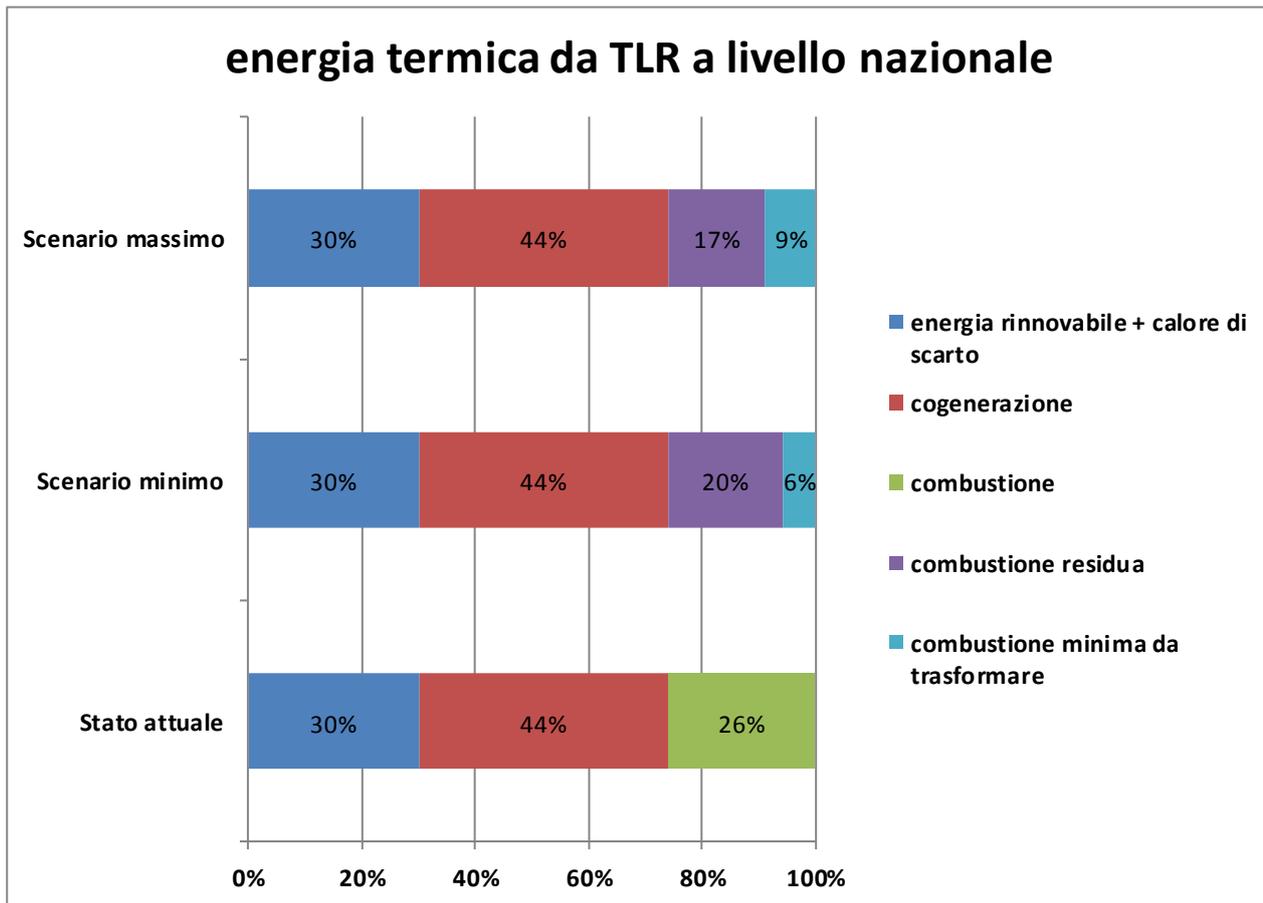


Figura 83 – Percentuali di energie prodotte per gli scenari proposti.

Le valutazioni e i risultati fin qui esposti, sono relativi alla trasformazione dei sistemi di produzione TLR esistenti nel 2011 e nell'ipotesi interpretativa della Direttiva sull'Efficienza Energetica, sopra citata, poiché al momento in cui è stata iniziata l'analisi dell'esistente era disponibile la sola Direttiva non chiara nell'esposizione per quanto riguarda la definizione di Sistema Efficiente. Alla luce del Dlgs n. 102 emanato il 4 luglio, l'ipotesi di base applicata nella definizione degli scenari minimo e massimo è stata riformulata secondo quanto sancito all'art. 2 comma (tt) in base al quale si definisce efficiente un sistema di teleriscaldamento o raffrescamento se usa, in alternativa, almeno:

1. il 50% di calore di scarto;
2. il 50 % di energia derivante da fonti rinnovabili;
3. il 50 % di una combinazione delle precedenti;
4. il 75 % di calore cogenerato;

in base alle definizioni sopra elencate, pur non essendoci margini di interpretazione delle definizioni di sistema efficiente, nell'applicarle per il sistema TLR nazionale esistente sono emerse alcune constatazioni, come si vedrà in seguito nell'esposizione.

In base alle definizioni del Dlgs n. 102, per le trasformazioni dei sistemi non efficienti in efficienti, in questa trattazione, sono stati denominati e considerati i seguenti scenari:

1. *scenario rinnovabile*. Il sistema è efficiente se utilizza il 50% di calore di scarto o il 50 % di energia derivante da fonti rinnovabili. Se le quantità delle singole forme di energia sono inferiori al valore limite, si effettua la trasformazione per ottenere il 50%. Come nei casi prima discussi, per i sistemi che utilizzano per la produzione la combustione di combustibili fossili e/o la cogenerazione, nel caso di trasformazione attraverso lo scenario rinnovabile, si segnala che si può verificare la necessità di dover ridurre la quota cogenerativa se la quota di produzione con la combustione non copre la percentuale di trasformazione;
2. *scenario cogenerativo*. In questo caso si aumenta la cogenerazione fino al 75%;
3. *scenario rinnovabile senza riduzione di cogenerazione denominato anche scenario convenientemente realizzabile*. In questo caso la trasformazione si ottiene aumentando il calore di scarto o le rinnovabili fino al 50% solo se non deve essere ridotta la cogenerazione, cioè se questa è minore del 50%, mentre se la cogenerazione è maggiore del 50% e le rinnovabili sono inferiori al 25%, anche in presenza di rinnovabili si spinge la cogenerazione fino al 75%.

Pertanto, rimangano uguali gli scenari massimi, mentre ovviamente risulteranno diversi gli altri. In particolare, dal confronto, emerge che lo scenario minimo caso A1 e lo scenario rinnovabile sono nettamente differenti, poiché nel rinnovabile non viene considerato nella somma il calore cogenerato .

Nelle Figura 84 e Figura 85 sono rappresentate le trasformazioni per il TLR esistente secondo le definizioni di sistema efficiente fissate dal *Dlgs n. 102* de 4 luglio 2014.

Si sottolinea, che l'indagine è stata effettuata per il biennio 2011-2012, tuttavia come detto fin dall'inizio, la trattazione ha riguardato prioritariamente il 2011 sia per la disponibilità delle stime dei consumi termici, con i quali sono stati effettuati confronti e valutazioni, e sia perché nel 2012 non sono state rilevate marcate modifiche nell'assetto del TLR. Secondo quanto esaminato, le novità sul TLR nazionale del 2012 perchè comunicate successivamente dalle associazioni di categoria riguardano delle reti di tipo rinnovabile che, in base a quanto esposto sopra, sono di per se qualificate come sistemi efficienti.

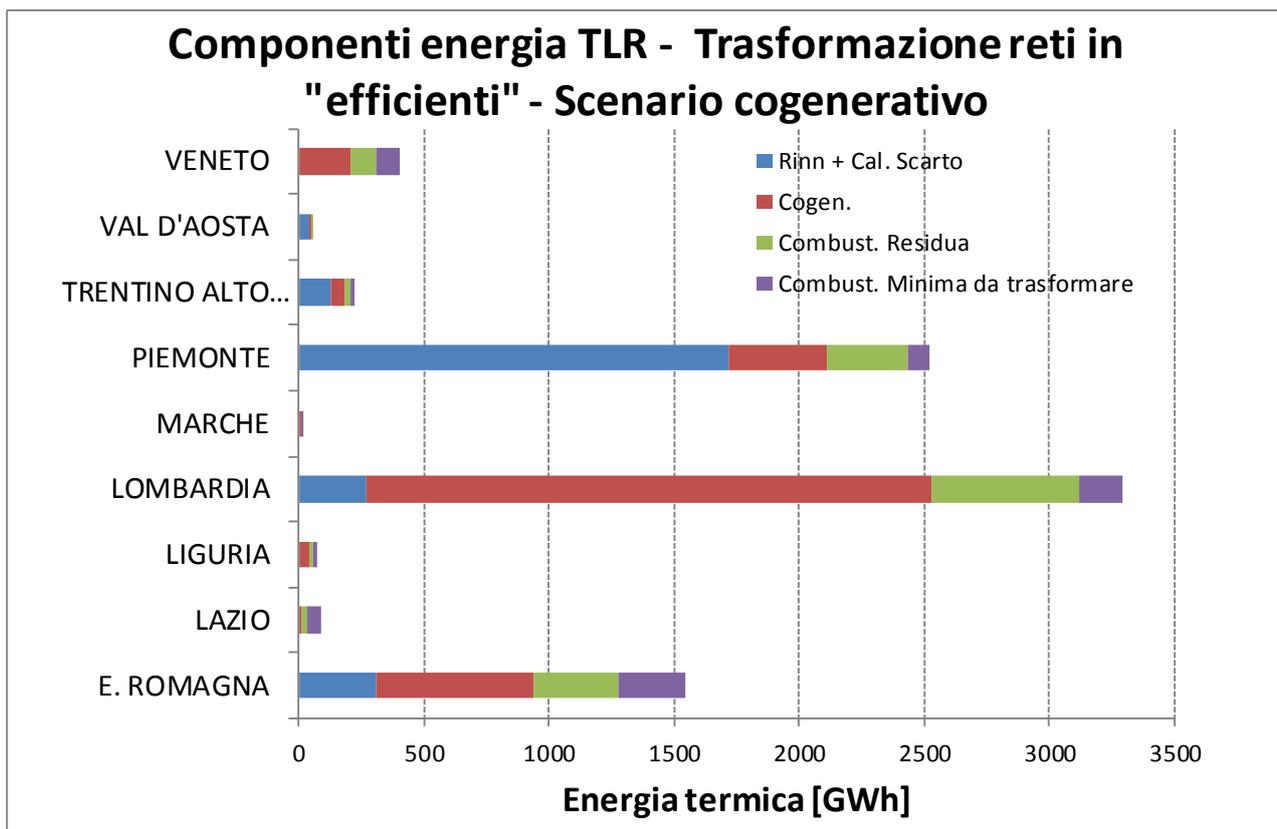


Figura 84 – Trasformazioni secondo scenario cogenerativo (Dlgs n. 102 de 4 luglio 2014) – anno 2011.

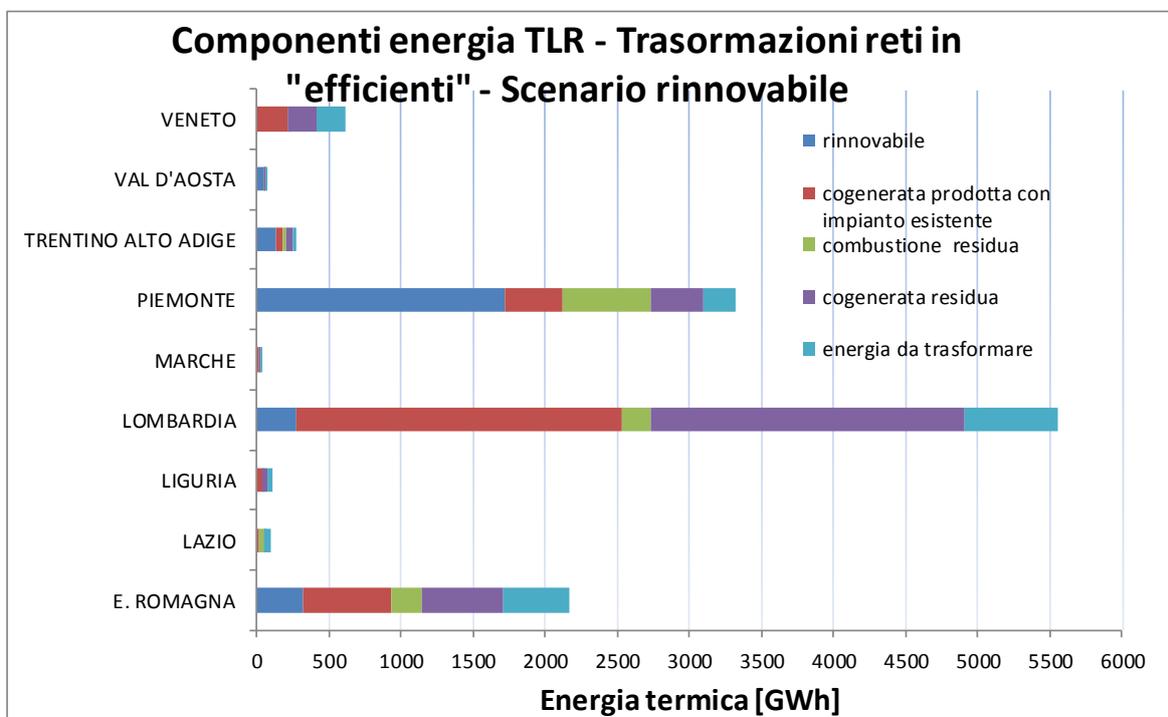


Figura 85 – Trasformazioni secondo scenario rinnovabile (Dlgs n. 102 de 4 luglio 2014) – anno 2011.

5 Conclusioni

Lo scopo del presente lavoro era determinare i parametri in base ai quali poter individuare se un ambito territoriale è compatibile con lo sviluppo di sistemi di teleriscaldamento urbano.

L'attività svolta è consistita nell'analisi della domanda di energia per il riscaldamento, nell'analisi della produzione termica attuale tramite teleriscaldamento e nell'analisi delle reti esistenti, nell'analisi territoriale della presenza di possibili fonti di calore utilizzabili dalle reti, nella definizione di parametri in grado di indicare la compatibilità tra un aggregato urbano ed una rete termica, e nell'individuazione dei comuni che soddisfino i requisiti di compatibilità e di quelli che presentino possibili fonti di calore utilizzabili.

Il primo risultato ottenuto è stata la stima della domanda di energia per riscaldamento, a livello comunale, per i settori civile e residenziale, a partire da dati EUROSTAT ed ENEA. L'analisi della domanda di energia per riscaldamento, effettuata in termini di frequenza per classi a livello comunale e provinciale, emerge che il 90% circa dei comuni italiani presenta una domanda inferiore a 50 GWha. La valutazione della sola domanda di energia fa emergere tra i comuni con maggiore domanda comuni per i quali l'alta domanda di energia è legata all'alta densità abitativa più che ad un'elevata domanda per singola abitazione. Altri parametri sono quindi necessari per identificare la compatibilità tra un ambito territoriale ed un sistema TLR.

L'indagine sul TLR esistente, effettuata sia per il 2011 e sia per il 2012, consente di affermare che non ci sono state significative variazioni e novità sull'assetto territoriale del TLR. Come più volte espresso nell'elaborato, le novità del 2012 riguardano reti che esistevano già nel 2011 ma che non sono state segnalate dai gestori e quindi non presenti nei documenti stilate dalle Associazioni di categoria.

I sistemi di TLR sono presenti prevalentemente al nord e al centro del territorio nazionale.

Analizzando la percentuale di copertura di domanda di energia per riscaldamento da parte dell'energia prodotta dai sistemi TLR esistenti, si osserva che la maggior parte dei comuni e la maggior parte della domanda sono coperti dall'energia da TLR per una percentuale inferiore al 20%. Più specificamente, per il settore residenziale la domanda di energia non coperta da TLR, presente nei comuni con copertura inferiore al 20%, è superiore a due volte l'energia totale prodotta da tutti i sistemi TLR esistenti.

I parametri significativi da considerare per valutare se un territorio comunale può essere definito compatibile con una rete termica sono stati individuati in: intensità energetica (definita come la domanda di energia per unità di superficie, km^2 , del comune), la domanda specifica (definita come la domanda di energia per riscaldamento per m^2 di abitazioni), la densità urbana delle abitazioni (definita come i m^2 di abitazioni per km^2 di estensione comunale) ed il numero di abitanti del comune. Dalle analisi di distribuzione di tali parametri sono state individuate le soglie al di sopra delle quali un comune può essere considerato compatibile con una rete termica. L'applicazione dei parametri e delle relative soglie ha consentito di individuare, tra gli 8092 comuni italiani, quelli compatibili, pari a circa il 5%. Di questi, l'84% presenta attività energivore o una disponibilità potenziale di biomassa (presenza indispensabile per l'eventuale adozione di sistemi TLR efficienti tramite presenza di energia rinnovabile o calore di scarto), il 74% presenta solo una disponibilità potenziale a livello provinciale di biomassa, il 40% presenta solo attività energivore.

Analizzando la potenzialità di conversione dei sistemi TLR esistenti in efficienti, si osserva che la maggior parte delle reti esistenti non sono efficienti e la loro trasformazione in base agli scenari minimo e massimo, porterebbe in entrambi gli scenari l'energia prodotta da combustione con combustibile fossile (senza cogenerazione) dall'attuale 26% al 20% e 17%, rispettivamente.

6 Riferimenti bibliografici

1. ISTAT, 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/>, consultato a Marzo 2014.
2. Autorità garante della concorrenza e del mercato, “INDAGINE CONOSCITIVA SUL SETTORE DEL TELERISCALDAMENTO (IC 46)”, 2014, disponibile sul sito <http://www.agcm.it/indagini-conoscitive-db.html>
3. European Environment Agency. The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR). European Environment Agency, 2012. Disponibile al sito: <http://www.eea.europa.eu/>.
4. European Commission, Joint Research Center, “Europe - global irradiation & PV potential for optimum angle”. Disponibile sul sito <http://re.jrc.ec.europa.eu>.
5. European Commission, Joint Research Center, “Italy - global horizontal irradiation”. Disponibile sul sito <http://re.jrc.ec.europa.eu>.
6. ENEA, “Atlante italiano della radiazione solare”, disponibile al sito <http://www.solaritaly.enea.it>
7. V. Motola, N. Colonna, V. Alfano, M. Gaeta, S. Sasso, V. De Luca, C. De Angelis, A. Soda, G. Braccio, “Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine, atlante Biomasse su WEB-GIS”, Report Ricerca Sistema Elettrico, Report RSE/2009/167, 2009.
8. Hurter S., Haenel R. (curatori), “Atlas of Geothermal Resources in Europe”, Pubblicazione N. EUR17811 della Commissione Europea, 2002.
9. European Geothermal Energy Council. Deep Geothermal Market Report. European Geothermal Energy Council, 2011. Disponibile sul sito: <http://egec.info/>.
10. CESI – Centro elettrotecnico sperimentale italiano, “Il riscaldamento urbano a rete associato alla cogenerazione di elettricità e calore”, Allegato al Rapporto CESI A5056782, 2005. Disponibile sul sito www.ricercadisistema.it
11. AIRU – Associazione Italiana Riscaldamento Urbano, “Il riscaldamento urbano, Annuario 2012”, Genova, 2012
12. AIRU – Associazione Italiana Riscaldamento Urbano, “Il riscaldamento urbano, Annuario 2013”, Milano, 2013